TRAFICOM
Liikenne- ja viestintävirasto

MERIMA
Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt -mallit

Tulosraportti 2005–2019

Ilkka Salanne, Kari Mäkelä, Marko Tikkanen

Traficomin julkaisuja

24/2021

MERIMA
Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt -mallit

Tulosraportti 2005–2019

Ilkka Salanne, Marko Tikkanen, Sitowise
Kari Mäkelä, TREMMO

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom
Transport- och kommunikationsverket Traficom
Helsinki, Helsingfors 2021

ISBN 978-952-311-761-7
ISSN 2669-8757 (verkkojulkaisu)

Alkusanat

Laivakuljetuksia koskevat entistä tiukemmat päästörajoitukset, jotka edellyttävät kansainvälisten laivakuljetusten ja kotimaan laivakuljetusten päästöjen kehittymisen seurantaa. Samoin erilaiset meri- ja sisävesiliikenteen infrastruktuurin kehittämishankkeet edellyttävät päästöjen arvioimista. Tarvetta on seurata Suomen laivakuljetusten päästöjen kehittymistä Suomen tuonnissa ja viennissä koko merimatkan osalta (myös Suomen aluevesirajojen ulkopuolella).

Projektissa tuotettiin kaksi Excel-mallia Suomen ja ulkomaiden välisen laivaliikenteen suorien ja epäsuorien tavarakuljetusten sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöjen (CO, HC, NO_x, PM, CH_4, N_2O, SO_2, CO_2, CO_2-ekv.), niiden ulkoisten kustannusten sekä polttoaineen kulutuksen ja polttoainekustannusten laskentaan, kehittymisen seurantaan ja erilaisten skenaarioiden tekemiseen. Projektissa kokonaispäästömalli laajennettiin palvelemaan Liikenne- ja viestintäministeriön laivaliikenteen päästökauppaan liittyviä tietotarpeita sekä päivitettiin mallien lähtötietoina käytettävät tyyppialusten yksikköpäästöt. Mallit on rakennettu asiantuntijoiden, erityisesti merenkulkualan viranomaisten ja niiden sidosryhmien käyttöön.

Ensimmäiset versiot malleista valmistuivat vuonna 2009. Mallien kehittämistä jatkettiin vuosina 2010–2011 ja 2013. Tällöin kokonaispäästömalliin lisättiin vuosia, alustyyppejä, aikasarjoja ja skenaario-ominaisuuksia. Lisäksi kehitettiin molempien mallien laskentaa ja käyttöliittymiä. Malleista valmistuivat uudet versiot keväällä 2016, jolloin malleihin lisättiin mm. päästöjen laskenta merialueittain (Itämeri, Pohjanmeri ja Englannin kanaali, muut merialueet sekä Pohjois-Amerikan SECA-alue). Mallien seuraavassa päivityksessä keväällä 2018 malleihin lisättiin vuosien 2016 ja 2017 liikennemäärät, tehtiin teknisiä päivityksiä ja lisättiin mahdollisuus valita alusten polttoaineeksi nesteytetty maakaasu (LNG). Syksyllä 2020 tehdyssä päivityksessä malleihin lisättiin vuosien 2018 ja 2019 liikennemäärät. Uusimmassa päivityksessä keväällä 2021 kokonaispäästömalliin lisättiin talousalueittainen hiilidioksidipäästöjen laskenta, ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöjen laskenta. Vuonna 2021 mallien tyyppilaivoja koskeviin kulutus- ja päästökertoimiin sekä oletusnopeuksiin tehtiin huomattavia parannuksia eivätkä mallien kulutus- ja päästötulokset ole siksi vertailukelpoisia aikaisempien malliversioiden tuottamiin tuloksiin. Malleja on jatkossakin tarkoitus päivittää tulevien vuosien liikennetiedoilla ja päästölaskennoilla.

Liikenne- ja viestintäministeriö rahoitti vuonna 2021 toteutetun mallien kehittämisprojektin osana Euroopan yhteisön mahdollisen merenkulun päästökaupan vaikutusarviointeja. Väylävirasto sekä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom (tai niitä edeltäneet organisaatiot) ovat yhdessä rahoittaneet aikaisempina vuosina toteutetut mallien kehittämisprojektit. Vuoden 2021 projektin ohjauksesta vastasivat liikenne- ja viestintäministeriössä Niina Honkasalo ja Juha Tervonen, Liikenne- ja viestintävirasto Traficomissa Satu Hänninen, Tuomas Kiiski ja Jorma Kämäräinen (ohjausryhmän puheenjohtaja) sekä Väylävirastossa Taneli Antikainen. Projektin toteuttivat yhteistyössä Sitowise Oy ja TREMMO. Projektin työryhmään kuuluivat Kari Mäkelä (TREMMO Tmi, vuoteen 2015 saakka VTT), Ilkka Salanne (projektipäällikkö, Sitowise) ja Marko Tikkanen (Sitowise).

Helsingissä, 31. toukokuuta 2021

Jorma Kämäräinen

Johtava asiantuntija

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

Förord

Utsläppsbegränsningarna för maritima transporter skärpas, vilket förutsätter att man följer med hur utsläppen från de internationella maritima transporterna och inhemska vattentransporterna utvecklas. Likaså förutsätter olika projekt för att utveckla infrastrukturen för fartygstrafiken en uppskattning av utsläppen. Det föreligger behov av att följa med hur utsläppen utvecklas i Finlands maritima transporter i den finländska importen och exporten i fråga om hela sjöresan (också utanför gränserna för Finlands territorialvatten).

I projektet tog man fram två Excel-modeller för Finlands direkt och indirekt sjötransport och för Finlands inhemska vattentransport, en modell över de totala utsläppen och en utsläppsjämförelsemodell för att beräkna utsläppen (CO, HC, NO_x, PM, CH_4, N_2O, SO_2, CO_2, CO_2-ekv.), de externa kostnaderna för dem samt bränsleförbrukningen och bränslekostnaderna, för att följa med hur de utvecklas och för att utarbeta olika slags scenarier. I projektet modellen över de totala utsläppen utökades för att tillgodose informationsbehovet från Kommunikationsministeriet i samband med handel med utsläpp till sjöss, och enhetens utsläpp från typfartyg som användes som indata för modellerna uppdaterades. Modellerna har byggts upp för att användas av experter, i synnerhet myndigheterna inom sjöfartsbranschen och deras intressenter.

De första versionerna av modellerna blev färdiga år 2009. Dessa har utvecklats under 2010–2011 och 2013. Modellen för de totala utsläppen har kompletterats med år, fartygstyper, tidsserier och scenarioegenskaper. Dessutom utvecklade man kalkyleringen och användargränssnitten i vardera modellen. De nya versionerna av modellerna blev färdiga i vår 2016, när man lagt till modeller till och med kalkyleringen i havområden (Östersjön, Nordsjön och engelsk kanal, de andra havområden och Nordamerikas SECA-område). I nästa uppdatering av modellerna i vår 2018 lades årens 2016 och 2017 trafikmängderna till modellerna, gjordes tekniska uppdateringen i modellerna och tillades möjlighet att välja flytande naturgas till bränsle av fartygen. I uppdateringen i hösten 2020 lades årens 2018 och 2019 trafikmängderna till modellerna. I den senaste uppdateringen våren 2021 lades beräkningen av koldioxidutsläpp per ekonomiskt område, beräkning av utsläpp från indirekt sjötransport och beräkning av utsläpp från inhemsk vattentransport till den totala utsläppsmodellen. År 2021 gjordes betydande förbättringar av förbruknings- och utsläppsfaktorerna och standardhastigheter för modellfartygen, och modellernas förbruknings- och utsläppsresultat är därför inte jämförbara med de som gjorts av tidigare modellversioner. Det är meningen att i fortsättningen uppdatera modellerna med trafikdata och utsläppskalkyler för kommande år.

Kommunikationsministeriet finansierade modellernas utvecklingsprojekt som genomfördes 2021 som en del av Europeiska gemenskapens konsekvensbedömningar av eventuell handel med utsläpp till sjöss. Trafikledsverket och Transport- och kommunikationsverket Traficom (eller deras föregångare) har samfinansierat modellutvecklingsprojekt som genomförts under tidigare år. Vid Kommunikationsministeriet ansvarade styrningen av årets 2021 projekt Niina Honkasalo och Juha Tervonen, vid Transport- och kommunikationsverket Traficom Satu Hänninen, Tuomas Kiiski och Jorma Kämäräinen (ordförande för styrgruppen) och vid Trafikledsverket Taneli Antikainen. Projektet genomfördes av Sitowise. I projektets arbetsgrupp ingick Ilkka Salanne (projektchef, Sitowise), Marko Tikkanen (Sitowise) och Kari Mäkelä (tills 2015 VTT, efter TREMMO)

Helsingfors, den 31a maj 2021

Jorma Kämäräinen

Ledande sakkunnig

Transport- och kommunikationsverket Traficom

Foreword

There are more stringent emission limits in ship transport, and this requires that the development of international maritime and domestic waterway transport emissions be monitored. Various maritime and domestic waterway transport infrastructure development projects also require an estimation of emissions. There is the need to monitor the development of Finnish maritime transport emissions regarding imports and exports throughout the voyage (also outside Finnish territorial waters).

In the project two Excel models were developed: the total emissions model and the emission comparison model. The models are used for monitoring emissions (CO, HC, NO_x, PM, CH_4, N_2O, SO_2, CO_2, CO_2 eq.), emission costs, fuel consumption and fuel costs of Finnish international direct and indirect maritime cargo transport and Finnish domestic waterway cargo transport. The models also include tools for development monitoring and scenario modelling. In the project the total emission model was expanded to serve the information needs of the Ministry of Transport and Communications related to maritime emissions trading, and the unit emissions of type ships used as input data for the models were updated. The models were constructed for the expert use of maritime authorities and stakeholders.

The first versions of the models were completed in 2009. Models were further developed during 2010–2011 and 2013. Then ship types, time series and scenario properties were added to the total emissions model. In addition, the calculations and user interfaces were further developed for both models. The new versions of the models were completed in late spring 2016, when calculation of the emissions by sea areas (The Baltic Sea, The North Sea and the English Channel, the other sea areas and the North American SECA) were added to the models. In spring 2018 years' 2016 and 2017 traffic volumes were added, some technical updates were made and possibility to choose liquefied natural gas as the fuel of the ships was added in the models. In autumn 2020 years' 2018 and 2019 traffic volumes were added in the models. In the latest update in spring 2021, the calculation of carbon dioxide emissions by economic areas, the calculation of emissions from Finnish indirect international maritime cargo transport and the calculation of emissions from Finnish domestic waterway cargo transport were added to the total emission model. In 2021, significant improvements were made to the consumption and emission factors and default speeds for the type ships of the models, and the consumption and emission results of the models are therefore not comparable to those produced by previous model versions. The models will be updated with traffic data and emission calculations also in future years.

The Ministry of Transport and Communications funded the model development project carried out in 2021 as part of the European Community's impact assessments on possible maritime emissions trading. The Finnish Transport Agency and the Finnish Transport and Communications Agency Traficom (or their predecessor organizations) have co-financed model development projects carried out in previous years. At the Ministry of Transport and Communications the years' 2021 project was steered by Niina Honkasalo and Juha Tervonen, at the Finnish Transport and Communications Agency Traficom by Satu Hänninen, Tuomas Kiiski and Jorma Kämäräinen (chairman of the steering group) and at the Finnish Transport Infrastructure Agency by Taneli Antikainen. The project was implemented by Sitowise Ltd. The project team was as follows: Ilkka Salanne (Project leader, Sitowise), Marko Tikkanen (Sitowise) and Kari Mäkelä (up to 2015 VTT, after TREMMO).

Helsinki, May 31st, 2021

Jorma Kämäräinen

Chief Adviser

Finnish Transport and Communications Agency Traficom

Sisällysluettelo

Tiivistelmä
Sammanfattning
Abstract

1 Johdanto ... 13

2 MERIMA-mallit ... 15

2.1 Käsitteitä ja määritelmiä ... 15

2.2 Lähtötiedot ja toimintaperiaate ... 17

2.3 Kokonaispäästömalli ... 21

2.4 Päästövertailumalli ... 23

3 MERIMA-mallien tuottamat tulokset ... 24

3.1 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lastin määrät, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutus vuosina 2005–2019 ... 24

3.2 Päästöt ... 27
3.2.1 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt ... 27
3.2.2 Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästöt ... 35
3.2.3 Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt ... 36
3.2.4 Laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt talousalueittain ... 37
3.2.5 Laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt yhteensä ... 45

3.3 Päästökustannukset ... 46
3.3.1 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästökustannukset ... 46
3.3.2 Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästökustannukset ... 47
3.3.3 Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset ... 48
3.3.4 Laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset yhteensä ... 48

3.4 Polttoainekustannukset ... 49
3.4.1 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset ... 50
3.4.2 Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset ... 51
3.4.3 Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannukset 52

3.5 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten keskeiset muutokset vuodesta 2018 vuoteen 2019 ... 53

4 MERIMA-malleilla tehdyt skenaariot ... 54

4.1 Kokonaispäästömallilla tehdyt skenaariot ... 54

4.2 Päästövertailumallilla tehdyt skenaariot ... 61

Lähteet ... 65

Liitteet ... 67

Tiivistelmä

Projektissa tuotettiin kaksi Excel-mallia, kokonaispäästömalli ja päästövertailumalli, Suomen ja ulkomaiden välisen laivaliikenteen suorien ja epäsuorien sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöjen (CO, HC, NO_x, PM, CH_4, N_2O, SO_2, CO_2, CO_2-ekv.), niiden ulkoisten kustannusten sekä polttoaineen kulutuksen ja polttoainekustannusten laskentaan, kehittymisen seurantaan ja erilaisten skenaarioiden tekemiseen. Mallit on tehty asiantuntijoiden, erityisesti merenkulkualan viranomaisten ja niiden sidosryhmien käyttöön. Ensimmäiset versiot malleista valmistuivat vuonna 2009 ja niitä on päivitetty ja laajennettu useita kertoja. Uusimmassa päivityksessä keväällä 2021 kokonaispäästömalliin lisättiin talousalueittainen hiilidioksidipäästöjen laskenta, epäsuorien ulkomaan merikuljetusten sekä kotimaan vesikuljetusten päästöjen laskenta.

MERIMA-kokonaispäästömalli laskee Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin ulkomaan meriliikennetilastojen ja kotimaan vesiliikennetilastojen sekä Tullin ulkomaankaupan kuljetustilastojen avulla Suomen ja ulkomaiden välisen laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten vuosien 2005, 2008, 2014, 2018 ja 2019, Suomen ja ulkomaiden välisen laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten vuoden 2019 sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten vuoden 2019 kokonaispäästöt, päästökustannukset, polttoaineen kulutuksen ja polttoainekustannukset alustyypeittäin ja merialueittain/vesialueittain tuonnissa ja viennissä. Kokonaispäästömallissa voidaan muodostaa ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten aikasarjoja eri perustein: alustyypit, liikennealueet ja tavaralajit. Kokonaispäästömallilla voidaan tehdä skenaarioita muuttamalla mm. polttoainetietoja, keskinopeutta, aluskokoja, lastien osuuksia DWT:stä sekä alue-, tavaralaji- ja alustyyppijakaumia.

MERIMA-päästövertailumallilla voidaan tehdä päästömäärien ja polttoaineen kulutuksen vertailuja valitun satamaparin ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten vuoden 2019 kuljetusmäärien perusteella, kun laivan tyyppiä, kokoa, lastin osuutta DWT:stä, polttoainetta tai nopeutta muutetaan. Päästövertailumallin toisessa osassa päästöt lasketaan aluskäyntikohtaisesti.

Hiilidioksidipäästöjä Suomen laivaliikenteen tavarakuljetukset aiheuttivat vuonna 2019 yhteensä noin 7,29 miljoonaa tonnia. Selvästi suurin osa, noin 5,76 miljoonaa tonnia hiilidioksidipäästöistä aiheutui ulkomaan laivaliikenteen suorista tavarakuljetuksista. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorista tavarakuljetuksista aiheutui hiilidioksidipäästöjä noin 1,46 miljoonaa tonnia ja kotimaan liikenteen tavarakuljetuksista noin 66 000 tonnia.

Rikkidioksidipäästöjä Suomen laivaliikenteen tavarakuljetukset aiheuttivat vuonna 2019 yhteensä noin 34 400 tonnia. Selvästi suurin osa, noin 18 500 tonnia hiilidioksidipäästöistä aiheutui ulkomaan laivaliikenteen suorista tavarakuljetuksista. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorista tavarakuljetuksista aiheutui rikkidioksidipäästöjä noin 15 900 tonnia ja kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetuksista noin 40 tonnia.

Suomen laivaliikenteen tavarakuljetuksista aiheutuvat **päästökustannukset** olivat vuonna 2019 yhteensä noin 647 miljoonaa euroa, josta ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten osuus oli noin 504 miljoonaa euroa, ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten osuus noin 138 miljoonaa euroa ja kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten osuus noin 5,6 miljoonaa euroa. Päästökustannuksista selvästi suurin osa, lähes 90 %, johtuu hiilidioksidipäästöistä.

Polttoainekustannukset olivat vuonna 2019 yhteensä noin 897 miljoonaa euroa, josta ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten osuus oli noin 726 miljoonaa euroa, ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten osuus noin 162 miljoonaa euroa ja kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten osuus noin 8,9 miljoonaa euroa.

Lastia kuljetettiin vuonna 2019 yhteensä noin 111,4 miljoonaa tonnia, josta ulkomaan tuonnin osuus oli noin 48,0 miljoonaa tonnia, ulkomaan viennin osuus noin 53,3 miljoonaa tonnia ja kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten osuus noin 10,1 miljoonaa tonnia. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten lastin määrä oli karkeasti arvioituna noin 12,5 miljoonaa tonnia (määrä sisältyy ulkomaan tuonnin ja viennin määriin).

Kuljetussuorite oli vuonna 2019 yhteensä noin 404 miljardia tonnikilometriä, josta ulkomaan tuonnin osuus oli noin 105 miljardia tonnikilometriä, ulkomaan viennin osuus noin 296 miljardia tonnikilometriä ja kotimaan vesikuljetusten osuus noin 3,2 miljardia tonnikilometriä. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suorite oli noin 254 miljardia tonnikilometriä ja ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten noin 147 miljardia tonnikilometriä.

Polttoaineen kulutus oli vuonna 2019 yhteensä noin 2,3 miljoonaa tonnia, josta ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten osuus oli noin 1,8 miljoonaa tonnia, ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten osuus noin 0,5 miljoonaa tonnia ja kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten osuus noin 20 000 tonnia (luvut sisältävät raskaan ja kevyen polttoöljyn).

MERIMA-malleilla voidaan tehdä erilaisia skenaarioita, joista on seuraavana esitetty joitakin esimerkkejä. Esimerkit on tehty ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten vuoden 2019 kuljetusmäärillä.

- Lisättäessä roro-lastialuksilla kuljetetun lastin määrää 2,6 miljoonalla tonnilla kokonaisliikenne kasvaa 2,6 % ja vuotuiset kokonaishiilidioksidipäästöt 6,3 %. Tämä johtuu roro-alusten muita alustyyppejä suuremmasta keskinopeudesta ja tästä johtuvasta suuremmasta keskikulutuksesta.
- Lisättäessä Aasiaan suuntautuvien laivakuljetusten määrää 1,7 miljoonaa tonnia (nykyisestä lähes kaksinkertaiseksi) kuljetetun lastin kokonaismäärä kasvaa 3,1 % ja vuotuiset kokonaisrikkidioksidipäästöt peräti noin 30 % johtuen pitkästä kuljetusmatkasta erityisesti SECA-alueiden ulkopuolella.
- Vähennettäessä kaikkien alustyyppien keskinopeutta 10 % kokonaispäästöt vähenevät noin 18–19 % päästökomponentista riippuen.
- Suurennettaessa kaikkien alustyyppien keskikokoja 10 % kokonaispäästöt vähenevät noin 5–7 %.
- Pienennettäessä alusten käyttämän polttoaineen rikkipitoisuutta muilla merialueilla 0,5 %:iin rikkidioksidipäästöt vähenevät kokonaisuutena noin 62 % ja muilla merialueilla kuin SECA-alueilla noin 73 %. Tämä skenaario on toteutunut vuonna 2020, mutta tässä se on esitetty skenaariona vuoden 2019 kuljetusmäärillä.
- Suurennettaessa konttialusten keskimääräistä kokoa HaminaKotkan ja Alankomaiden Rotterdamin satamien välisessä liikenteessä 20 %:lla konttialusten aiheuttamat päästöt vähenevät noin 7 %.
- Vähennettäessä kemikaalialusten keskinopeutta HaminaKotkan ja Alankomaiden Rotterdamin välisessä liikenteessä 10 %:lla kemikaalialusten päästöt vähenevät 18 % päästökomponentista riippuen.
- Vähennettäessä roro-lastialuksen keskinopeutta HaminaKotkan ja Saksan Lybeckin välisessä liikenteessä 20 %:lla roro-lastialusten päästöt vähenevät noin 36 % päästökomponentista riippuen.
- Muutettaessa roro-matkustaja-alusten polttoaine nesteytetyksi maakaasuksi Turun ja Ruotsin Tukholman satamien välisessä liikenteessä, roro-matkustaja-alusten hiilimonoksidipäästöt pysyvät samana, hiilivety- ja metaanipäästöt kasvavat kumpikin 2,5-kertaisiksi, typen oksidi-, hiukkas- ja rikkidioksidipäästöt vähenevät kukin noin 90 %, typpioksiduulipäästöt vähenevät noin 85 % sekä hiilidioksidi- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöt vähenevät kumpikin noin 13 %.

Sammanfattning

I projektet togs det fram två Excel-modeller, en modell över de totala utsläppen och en utsläppsjämförelsemodell, för direkt och indirekt fartygstransport mellan Finland och utomlands och för inhemska vattenburna för att beräkna utsläppen (CO, HC, NO_x, PM, CH_4, N_2O, SO_2, CO_2, CO_2-ekv.), de externa kostnaderna för dem samt bränsleförbrukningen och bränslekostnaderna, för att följa med hur de utvecklas och för att utarbeta olika slags scenarier. Modellerna har byggts upp för att användas av experter, i synnerhet myndigheterna inom sjöfartsbranschen och deras intressenter. De första versionerna av modellerna blev färdiga år 2009 och har uppdaterats och utökats flera gånger. I den senaste uppdateringen våren 2021 lades beräkningen av koldioxidutsläpp per ekonomiskt område, beräkningen av utsläpp från indirekt fartygstransport och beräkning av utsläpp från inhemsk fartygstransport till den modellen över de totala utsläppen.

MERIMA-modellen över de totala utsläppen beräknar med hjälp av Transport- och kommunikationsverket Traficoms utrikes sjötransportstatistik och inhemsk vattenburen transportstatistik samt Tullens utrikeshandelsstatistik de totala utsläppen, utsläppskostnaderna, bränsleförbrukningen och bränslekostnaderna för Finlands direkta fartygstransport för åren 2005, 2008, 2014, 2018 och 2019, för Finlands indirekt fartygstransport för året 2019 och för Finlands inhemska fartygstransport för 2019 per fartygstyp i import och export. I modellen över de totala utsläppen kan man göra olika tidsserier baserade på följande parametrar: fartygstyper, trafikområden och varuslag. I den kan man göra upp scenarier genom att ändra bl.a. bränsleuppgifter, medelfart, fartygsstorlekar, del av last av DWT samt geografiska, varuslags- och fartygstypsfördelningar.

Med MERIMA-utsläppsjämförelsemodellen kan man göra jämförelser mellan utsläppsmängderna och bränsleförbrukningen utgående från 2019 års direkt fartygstransport mellan det valda paret hamnar, då man ändrar båtens typ, storlek och fart. I den andra delen kan man räkna utsläppen för en besök av båt.

Koldioxidutsläpp av finsk fartygstransports godstransporter var år 2019 totalt cirka 7,29 miljoner ton. De allra flesta, cirka 5,76 miljoner ton koldioxidutsläpp, kom från direkt godstransport med utländsk fartygstransport. Indirekt godstransport med utländsk fartygstransport orsakade cirka 1,46 miljoner ton koldioxidutsläpp och inhemsk godstransport med cirka 66 000 ton.

Svaveldioxidutsläpp av finsk fartygstransports godstransporter var år 2019 totalt cirka 34 400 ton. De allra flesta, cirka 18 500 ton koldioxidutsläpp, kom från direkt godstransport med utländsk fartygstransport. Indirekt godstransport med utländsk fartygstransport orsakade cirka 15 900 ton koldioxidutsläpp och inhemsk godstransport med cirka 40 ton.

Utsläppskostnaderna från finsk fartygstransport godstransport uppgick till cirka 647 miljoner euro år 2019, varav direkt utländsk fartygstransport uppgick till cirka 504 miljoner euro, indirekt utländsk fartygstransport till cirka 138 miljoner euro och inhemsk godstransport till cirka 5,6 miljoner euro. Den överlägset största delen av utsläppskostnaderna, nästan 90%, beror på koldioxidutsläpp.

Bränslekostnaderna uppgick under 2019 till cirka 897 miljoner euro, varav direkt utländsk fartygstransport svarade till cirka 726 miljoner euro, indirekt utländsk fartygstransport till cirka 162 miljoner euro och inhemsk fartygstransport till cirka 8,9 miljoner euro.

År 2019 transporterades totalt cirka 111,4 miljoner ton last, varav utländsk import svarade för ca 48,0 miljoner ton, utländsk export för cirka 53,3 miljoner ton och inhemsk fartygstransport för cirka 10,1 miljoner ton. Volymen gods som transporterades indirekt med utländsk fartygstransport uppskattades grovt till cirka 12,5 miljoner ton (mängden ingår i import- och exportvolymerna utomlands).

Transportprestationen var år 2019 totalt cirka 404 miljarder tonkilometer, varav utländsk import stod för cirka 105 miljarder tonkilometer, utländsk export för cirka 296 miljarder tonkilometer och inhemsk fartygstransport för cirka 3,2 miljarder tonkilometer. Direkt utländska fartygstransportprestationen var cirka 254 miljarder tonkilometer och indirekt fartygstransport cirka 147 miljarder tonkilometer.

Bränsleförbrukningen var år 2019 totalt cirka 2,3 miljoner ton, varav cirka 1,8 miljoner ton redovisades av direkt utländsk fartygstransport, cirka 0,5 miljoner ton av indirekt utländsk fartygstransport och cirka 20 000 ton av inhemsk fartygstransport (inkl. tung och lätt brännolja).

Med MERIMA-modellerna kan man göra olika slags scenarier. Exemplen har gjorts med årets 2019 lastens mängd av direkt utländsk fartygstransport.

- Då man ökar det antal ton som fraktas med ro-ro-lastfartyg med 2,6 miljoner ton ökar den totala trafiken med 2,6 % och de årliga koldioxidutsläppen med 6,3 %. Detta beror på att ro-ro-fartygen har högre medelfart än andra fartyg och därmed större snitt-förbrukning av bränsle.
- Då man ökar de utländska fartygstransporterna på Asien med 1,7 miljoner ton (till nästan det dubbla jämfört med nuläget), ökar totalmängden fraktad last med ca 3,1 % och de årliga svaveldioxidutsläppen med hela ca 30 % beroende på den långa transportsträckan särskilt utan-för SECA-områdena.
- Då man minskar medelfarten för alla fartygstyper med 10 %, minskar de totala utsläppen med ca 18–19 % beroende på utsläppskomponent.
- Då man ökar medelstorlekarna på alla fartygstyper med 10 % minskar totala utsläppen med ca 5–7 %.
- Då man minskar utanför SECA-områdena svavelhaltigheten i bränslet som används i fartygen till 0,5 % minskar svaveldioxidutsläppen helt med ca 62 % och utanför SECA-områdena ca 73 %. Detta scenario har materialiserats 2020, men här presenteras det som ett scenario med transportvolymer för 2019.
- Då man ökar containerfartygens medelstorlekar i trafik mellan HaminaKotka och Nederländernas Rotterdam med 20 %, minskar containerfartygens utsläpp med ca 7 %.
- Då man minskar kemikaliefartygens medelfart i trafik mellan HaminaKotka och Nederländernas Rotterdam med 10 % minskar kemikaliefartygens utsläpp med ca 18 % beroende på utsläppskomponent.
- Då man minskar ro-ro-lastfartygens medelfart i trafik mellan HaminaKotka och Tysklands Lybeck med 20 % minskar ro-ro-lastfartygens utsläpp med ca 36 % beroende på utsläppskomponent.
- Då man ändrar ro-ro-passagerarfartygens bränsle till flytande naturgas i trafik mellan Åbo och Sveriges Stockholm ro-ro-passagerar-fartygens kolmonoxidutsläpp är samma, kolväte- och metanutsläpp ökar både ca 2,5 gånger större, kvävedioxid-, partikel- och svaveldioxidutsläpp minskar alla ca 90 %, dikväveoksidutsläpp minskar 85 % och koldioxid- och koldioxidekvivalentutsläpp minskar både ca 13 %.

Abstract

In the project two Excel models were developed: the total emission model and the emission comparison model. Models are used for monitoring emissions (CO, HC, NO_x, PM, CH_4, N_2O, SO_2, CO_2, CO_2-eq.), emission costs, fuel consumption and fuel costs of Finnish international direct and indirect ship cargo transport and Finnish domestic ship cargo transport. Models also include tools for development monitoring and scenario modelling. The models were constructed for the expert use of maritime authorities and stakeholders. The first versions of the models were completed in 2009 and have been updated and expanded several times. In the latest update in spring 2021 the calculation of carbon dioxide emissions by economic areas, the calculation of emissions from indirect foreign maritime transport and the calculation of emissions of Finnish domestic waterway transport were added to the total emission model.

The MERIMA total emissions model uses the Finnish Transport and Communications Agency Traficom statistics of international maritime cargo transport and Finnish domestic waterway cargo transport and Finnish Customs statistics to calculate the total emissions, emission costs, fuel consumption and fuel costs of direct international ship cargo transport in years 2005, 2008, 2014, 2018 and 2019 and of indirect international ship cargo transport and Finnish domestic ship cargo transport in year 2019. The results are presented according to ship type on imports and exports. In the total emission model, time series can be constructed according to different criteria: type of vessels, traffic areas and type of goods. For example, fuel data, average speed, vessel size, percentage of cargo of DWT and region, cargo type and ship type distributions can be changed for creating the scenarios.

The MERIMA emissions comparison model can be used to make comparisons of emissions and fuel consumption between a selected pair of ports based on year 2019 direct international ship cargo transport, by changing the ship's type, size, percentage of cargo of DWT and speed. In the second part of the emissions comparison model the emissions are calculated by ship visit.

Carbon dioxide emissions caused by Finnish ship cargo transport were in 2019 total about 7.29 million tonnes. The vast majority, about 5.76 million tonnes of carbon dioxide emissions, came from direct international ship cargo transport. Indirect ship cargo transport caused about 1.46 million tonnes of carbon dioxide emissions and Finnish domestic ship cargo transport about 66,000 tonnes.

Sulphur dioxide emissions caused by Finnish ship cargo transport were in 2019 total about 34 400 tonnes. The majority, about 18 500 tonnes of carbon dioxide emissions, came from direct international ship cargo transport. Indirect ship cargo transport caused about 15 900 tonnes of carbon dioxide emissions and Finnish domestic ship cargo transport about 40 tonnes.

Emission costs from Finnish ship cargo transport totaled approximately EUR 647 million in 2019, of which direct international ship cargo transport accounted for about EUR 504 million, indirect international ship cargo transport for about EUR 138 million and Finnish domestic ship cargo transport for about EUR 5.6 million. Most of the emission costs, almost 90%, are due to carbon dioxide emissions.

Fuel costs in 2019 totaled approximately EUR 897 million, of which direct international ship cargo transport accounted for about EUR 726 million, indirect international ship cargo transport for about EUR 162 million and domestic ship cargo transport for about EUR 8.9 million.

In 2019, total of 111.4 million tonnes of cargo was transported, of which international imports accounted for 48.0 million tonnes, international exports for 53.3 million tonnes and domestic ship cargo for about 10.1 million tonnes. The

volume of indirect international ship cargo transport was roughly estimated at about 12.5 million tonnes (the amount is included in the volumes of international imports and exports).

Tonne kilometre was in 2019 total about 404 billion tonne kilometres, of which international imports accounted about 105 billion tonne kilometres, international exports about 296 billion tonne kilometres and domestic ship cargo transport about 3.2 billion tonne kilometres. The direct international ship cargo transport tonne kilometre was about 254 billion and indirect ship cargo transport about 147 billion.

Fuel consumption was in 2019 total about 2.3 million tonnes, of which about 1.8 million tonnes were accounted by direct international ship cargo transport, about 0.5 million tonnes by indirect international ship cargo transport and about 20,000 tonnes by Finnish domestic ship cargo transport (including heavy and light fuel oil).

Different scenarios can be produced by models. The examples have been made with the 2019 transport volumes for direct international ship cargo transport.

- When increasing the number of tonnes transported by RORO cargo ships by 2.6 million tonnes, total traffic grows by 2.6% and the total annual carbon dioxide emissions grow by about 6.3%. This is due to the higher average speed of RORO ships than other vessel types and the consequent higher average consumption.
- When we add 1.6 million tonnes (almost double the current volume) to maritime transports to Asia, the increase in total cargo is 3.1% and total annual sulphur dioxide emissions increase by about 30% due to the long transport distance.
- When reducing the average speed in all types of vessels by 10%, total emissions drop by about 18–19% depending on the emission component.
- When the average vessel size for all types of ships is increased by 10%, total emissions are reduced by about 5–7%.
- By reducing the sulphur content of fuel of all ships to 0.5% sulphur dioxide emissions are dropped in total by about 62% and in the other sea areas than SECA about 73%. This scenario has materialized in 2020, but here it is presented as a scenario with 2019 transport volumes.
- When the average size of container ships is increased by 20% in traffic between HaminaKotka and Netherland's Rotterdam, the emissions of container ships were reduced by about 7%.
- Reducing the average speed of chemical tanker ships by 10% in HaminaKotka to Netherland's Rotterdam traffic reduced the emissions of chemical tanker ships by about 18%, depending on the emissions component.
- Reducing the average speed of RORO cargo ships by 20% in HaminaKotka to Germany's Lybeck traffic reduced the emissions of RORO cargo ships by about 36%, depending on the emissions component.
- Changing the fuel of the RORO passenger ships to liquefied natural gas in Turku and Sweden's Stockholm traffic the RORO passenger ships' carbon monoxide emissions stay the same, hydrocarbon and methane emissions increase about 2.5 times larger, nitrogen oxide, particle and sulphur emissions reduce each by about 90%, nitrous oxide emissions reduce by about 85% and carbon dioxide and carbon dioxide equivalent emissions reduce both about 13%.

1 Johdanto

Laivakuljetusten päästörajoituksia on lisätty ja tulevaisuudessa tullaan rajoittamaan erityisesti laivojen hiilidioksidipäästöjä. Päästörajoitukset edellyttävät kansainvälisten merikuljetusten ja kotimaan vesikuljetusten päästöjen kehittymisen seurantaa. Samoin erilaiset meriliikenteen infrastruktuurin kehittämishankkeet edellyttävät päästöjen arvioimista. Tarvetta on myös seurata Suomen merikuljetusten päästöjen kehittymistä Suomen tuonnissa ja viennissä koko merimatkan pituudelta.

Vuonna 2009 toteutetussa ensimmäisessä MERIMA-projektissa tuotettiin kaksi mallia (kokonaispäästömalli ja päästövertailumalli) Suomen ja ulkomaiden välisen suoran ja epäsuoran laivaliikenteen sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöjen (CO, HC, NO_x, PM, CH_4, N_2O, SO_2, CO_2, CO_2-ekv.[1]) ja niiden ulkoisten kustannusten sekä polttoaineen kulutuksen ja polttoainekustannusten laskentaan ja kehittymisen seurantaan. Malleja on kehitetty ja päivitetty vuoden 2009 jälkeen useita kertoja. Tämä raportti koskee mallien vuoden 2021 kehittämistä ja päivittämistä. Mallit on tarkoitettu asiantuntijoiden, erityisesti merenkulkualan viranomaisten ja niiden sidosryhmien käyttöön.

Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n päätöksillä rajoitetaan alusliikenteen typpi- ja rikkioksidipäästöjä. Alusten käyttämän polttoaineen rikkipitoisuusraja laski Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin käsittävillä erityisalueilla (SECA-alue) 1,5 %:sta 1,0 %:iin 1.7.2010 alkaen sekä 0,1 %:iin vuoden 2015 alusta alkaen. Globaalisti polttoaineen korkein sallittu rikkipitoisuus laski vuonna 2012 4,5 %:sta 3,5 %:iin ja vuonna 2020 0,5 %:iin. Itämeren erityisalue kuuluu myös typpipäästöjen rajoitusalueisiin (NECA-alue), jossa laivojen on vähennettävä typenoksidipäästöjä 80 % verrattuna nykyiseen tasoon. Sääntely tulee koskemaan 1.1.2021 jälkeen rakennettavia uusia laivoja niiden purjehtiessa Itämerellä ja Pohjanmerellä sekä muilla NECA-alueilla. (EU 2016 ja IMO 2019)

Baltic Ports Organizationin (BPO, julkaistu vuonna 2016) julkaisun SECA – one year after its entry into force mukaan selvästi osa (86 %) laivoista on siirtynyt käyttämään Euroopan SECA-alueella polttoaineenaan merelläajossa matalarikkistä dieselöljyä (MGO). Matalarikkisen polttoaineen käyttäminen on helpoin tapa alittaa pakokaasupäästörajat. Muut investointeja vaativat teknologiat kuten pakokaasupesureiden tai LNG:n käyttö on vaihtoehto matalarikkisen polttoaineen käytölle.

IMO:n päätöksellä kansainvälisen meriliikenteen kuljetusten tonnia/kilometri hiilidioksidipäästöjä vähennetään vähintään 40 % vuoteen 2030 mennessä ja 70 % vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoteen 2008. Vuotuisia kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään vähintään 50 % vuoteen 2050 mennessä. Merenkulun hiilidioksidipäästöjä mitataan ja seurataan aluskohtaisella tarkkuudella ja tulokset raportoidaan Euroopan komissiolle. (IMO 2018 ja EU 2015)

Alusten satamapäästöjä voidaan vähentää tarjoamalla aluksille satamissa maasähköä sen sijaan, että alukset tuottaisivat tarvitsemansa sähkön dieselgeneraattoreilla. Maasähköä tarjoavat tällä hetkellä Oulun, Kemin ja Helsingin satamat. Maasähkön käyttöönotto vaatii satamalta suurehkon investoinnin syöttöjärjestelmään ja lisäksi aluksiin on tehtävä muutoksia, joiden kustannus saattaa vähentää varustamoiden halukkuutta hyödyntää maasähköä. Sähkön hinta suhteessa polttoainekustannukseen on myös oleellinen tekijä käyttöönottohalukkuudelle ja siten investoinnin kannattavuudelle.

[1] CO_2-ekv. = ekvivalenttinen hiilidioksidi. Kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmiön voimistumiseen. Lukuarvo saadaan lisäämällä CO_2-päästöihin metaanin (CH_4) päästömäärä kerrottuna luvulla 25 ja typpioksiduulin (N_2O) päästömäärä kerrottuna luvulla 298.

MERIMA-malleissa on jo otettu huomioon alusten käyttämän polttoaineen rikkipitoisuusrajat. Vuonna 2021 malleihin lisättiin aikasarjat yksikköpäästökertoimien suhteen, jotta energiatehokkuuden paraneminen, nopeuksien muutokset, polttoaineiden ominaisuuksien muutokset ja tiukentuneet päästörajoitukset voidaan ottaa paremmin huomioon. Mallien mahdollisissa tulevissa päivityksissä otetaan huomioon rikkipitoisuusrajan muutokset, typenoksidipäästöjen rajoitukset ja hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteet.

2 MERIMA-mallit

2.1 Käsitteitä ja määritelmiä

DWT (Deadweight tonnage, kuollut paino) on aluksen kantavuus eli aluksen lastin, polttoaineen, vesivarastojen, tarvikkeiden ja henkilöiden suurin yhteispaino viranomaisten hyväksymän lastimerkin mukaan. MERIMA:ssa tätä käytetään kuitenkin yksinkertaistettuna siten, että se ilmaisee aluksen lastikapasiteetin.

GT (Gross tonnage, bruttovetoisuus) on aluksen kokonaisvetoisuus ja se käsittää käytännössä koko aluksen tilavuuden. MERIMA:ssa bruttovetoisuutta käytetään luokiteltaessa alukset Euroopan unionissa yleisen jaon mukaisesti alle ja yli 5 000 GT:n aluksiin, esim. talousalueittaisissa tarkasteluissa.

SECA-alue (Sulphur emission control area, rikkioksidien rajoitusalue) on merialueet, joilla rajoitetaan rikkioksidien päästöjä enemmän kuin yleisillä merialueilla (Itämeri, Pohjanmeri, Englannin kanaali, Pohjois-Amerikka).

Lastitonnilla tarkoitetaan molemmissa malleissa nettolastia eli kuljetusyksikön (esim. kontti, traileri) sisällä olevan tavaran painoa.

Kuljetussuorite (tonnikilometri) saadaan kuljetettujen lastitonnien ja kuljetusmatkan pituuden (kilometriä) tulona. Kuljetussuorite kuvaa kuljetustyön määrää.

Satamapäästö tarkoittaa laivan laiturissa ollessa syntyviä päästöjä. Se ei sisällä laivan manöveeraus- eikä satamaan sisäänajon ja satamasta ulosajon aikaisia päästöjä. Satamapäästö tarkoittaa mallissa päästöä, joka aiheutuu tavaran kuljettamisesta yhteysvälin molemmissa päissä yhteensä.

Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset ovat Suomen satamien (sekä rannikko- että sisävesisatamat) ja ulkomaan satamien välisiä kuljetuksia, joissa tavarat kuljetetaan satamien välillä ilman välilastausta tai -purkua. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten määritelmä ja rajaus perustuvat mallissa lähtöaineistoina käytettäviin Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin ulkomaan meriliikenteen tavarakuljetusten tilastoihin, joissa on esitetty Suomen satamien ja ulkomaan satamien välisten suorien merikuljetusten tavaramäärät tonneina satamapareittain. Ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa on mukana Suomen kautta kuljetettavat transitokuljetukset.

> *Esimerkki ulkomaan laivaliikenteen suorasta tavarakuljetuksesta: Traficomin tilaston perusteella vuonna 2019 Hangosta kuljetettiin Saksan Rostockiin 442 000 tonnia tavaraa. Tavarat lastattiin laivaan Hangossa ja purettiin laivasta Rostockissa.*

Niissä ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa, joissa Suomen satama sijaitsee sisävesillä, kuljetettu lasti, kuljetussuorite ja päästöt kuuluvat mallissa kokonaan ulkomaan laivaliikenteen suoriin tavarakuljetuksiin.

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorat tavarakuljetukset ovat Euroopan koontisatamien (MERIMA-mallissa Rotterdam) ja muiden ulkomaan satamien välisiä kuljetuksia, joissa tavarat kuljetetaan ensin Suomesta Euroopan koontisatamiin tai ne kuljetetaan lopuksi Euroopan koontisatamasta Suomeen. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorissa tavarakuljetuksissa tavarat lastataan laivaan / puretaan laivasta koontisatamassa. MERIMA-mallissa ulkomaan laivaliikenteen epäsuorilla tavarakuljetuksilla tarkoitetaan Euroopan koontisatamien ja muiden ulkomaan satamien välisiä kuljetusosuuksia. Koontisatamien ja Suomen satamien väliset kuljetusosuudet sisältyvät MERIMA-mallissa Suomen satamien ja ulkomaan satamien välisen suoran ulkomaan laivaliikenteen tavarakuljetuksiin. Epäsuorissa kuljetuksissa ei ole mukana Suomen kautta kuljetettavia transitokuljetuksia.

Esimerkki ulkomaan laivaliikenteen epäsuorasta tavarakuljetuksesta: Traficomin tilaston perusteella Suomesta kuljetettiin vuonna 2019 suoraan Kiinaan 0,5 miljoonaa tonnia tavaraa ja Tullin tilaston perusteella Suomesta kuljetettiin meritse Kiinaan 2,9 miljoonaa tonnia tavaraa. Epäsuoria tavarakuljetuksia arvioidaan olevan Suomesta Kiinaan 2,9 – 0,5 = 2,4 miljoonaa tonnia, joka kuljetettiin ensin Suomesta Euroopan koontisatamiin ja niistä edelleen Kiinaan. Lasti purettiin koontisatamassa laivasta, joten Suomen ja Euroopan koontisataman välinen kuljetusmäärä kirjautui Traficomin ulkomaan meriliikenteen tilastoihin Suomen lähtösataman ja Euroopan koontisataman väliseksi kuljetusmääräksi ja siitä aiheutuvat päästöt lasketaan ulkomaan suoran laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöihin. Epäsuorien tavarakuljetusten päästöihin kuuluvat Euroopan koontisataman ja Kiinan välisistä merikuljetuksista aiheutuvat päästöt Suomesta alun perin lähteneen tavaramäärän perusteella laskettuna.

Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset ovat Suomen satamien välisiä kuljetuksia, jossa tavarat kuljetetaan satamien välillä ilman välilastausta tai -purkua. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten määritelmä perustuu mallissa lähtöaineistoina käytettäviin Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin kotimaan vesiliikenteen tavarakuljetusten tilastoihin, joissa on esitetty Suomen satamien välisten suorien vesikuljetusten tavaramäärät tonneina satamapareittain. Kotimaan laivaliikenteeseen kuuluu rannikkoliikenne ja sisävesiliikenne. Sisävesillä tarkoitetaan MERIMA-mallissa Vuoksen vesistön aluetta ja Saimaan kanavaa Viipuriin saakka. Rannikolla tarkoitetaan Suomen merialuetta ja siihen jokien kautta liittyviä vesialueita.

Esimerkki kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetuksesta: Traficomin tilaston perusteella vuonna 2019 Siilinjärveltä kuljetettiin Kemiöön 48 000 tonnia tavaraa. Tavarat lastattiin laivaan Siilinjärvellä ja purettiin laivasta Kemiössä. Tavaroiden kuljetuksesta aiheutuu päästöjä sekä sisävesillä että rannikolla.

Transitoliikenne on kauttakulkuliikennettä, jossa tavaran lähtö- ja määräpaikat ovat toisessa maassa. Suomen meritransitoliikenteessä tavara kuljetetaan ulkomailta Suomen satamiin ja niistä edelleen ulkomaille.

Euroopan unionin sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksiin kuuluu (Britannia oli vuonna 2019 EU:n jäsen, mutta MERIMA-kokonaispäästömallissa Britannia kuuluu muihin kuin EU-maihin)

- Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset Suomen satamien ja muiden Euroopan unionin jäsenmaiden satamien välillä
- Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorat tavarakuljetukset Euroopan koontisatamien (MERIMA-mallissa Rotterdam) ja muiden Euroopan unionin jäsenmaiden satamien välillä
- Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset kokonaan.

Euroopan unionin jäsenmaiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisen laivaliikenteen tavarakuljetuksiin kuuluu

- Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset Suomen satamien ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden satamien välillä
- Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorat tavarakuljetukset Euroopan koontisatamien ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden satamien välillä.

Euroopan talousalueen sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksiin kuuluu (Britannia oli vuonna 2019 ETA:n jäsen, mutta mallissa Britannia kuuluu muihin kuin ETA-maihin)

- Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset Suomen satamien ja muiden Euroopan talousalueen jäsenmaiden satamien välillä

- Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorat tavarakuljetukset Euroopan koontisatamien (MERIMA-mallissa Rotterdam) ja muiden Euroopan talousalueen jäsenmaiden satamien välillä
- Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset kokonaan.

Euroopan talousalueen jäsenmaiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisen laivaliikenteen tavarakuljetuksiin kuuluu

- Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset Suomen satamien ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden satamien välillä
- Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorat tavarakuljetukset Euroopan koontisatamien ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden satamien välillä.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin ulkomaan meriliikenteen tavarakuljetustilastoilla tarkoitetaan nykyään Tilastokeskuksen hallinnoimia, mutta Traficomin tuottamia meriliikenteen tavarakuljetustilastoja. Ennen Traficomia tilastoja on tuottanut Liikennevirasto ja Merenkulkulaitos.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin kotimaan vesiliikenteen tavarakuljetustilastoilla tarkoitetaan nykyään Tilastokeskuksen hallinnoimia, mutta Traficomin tuottamia kotimaan vesiliikenteen tavarakuljetustilastoja. Ennen Traficomia tilastoja on tuottanut Liikennevirasto ja Merenkulkulaitos.

2.2 Lähtötiedot ja toimintaperiaate

Lähtötiedot

MERIMA-mallien lähtötilastoina käytetään Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin ulkomaan meriliikenteen tavarakuljetusten tilastoja alustyypeittäin tuonnissa ja viennissä vuosilta 2005–2019, kotimaan vesiliikenteen tavarakuljetusten vuoden 2019 vientitilastoja (satamista lähteneet kuljetukset) sekä Tullin ulkomaankaupan tuonnin ja viennin logistiikkatilastoja vuodelta 2019. (Liikenne- ja viestintävirasto a ja b, Tulli)

Kokonaispäästömalli sisältää ulkomaan meriliikenteen tavarakuljetusten tilastot vuosilta 2005, 2008, 2014, 2018 ja 2019 sekä kotimaan vesiliikenteen tavarakuljetusten tilastot ja Tullin ulkomaankaupan merikuljetusten tilastot vuodelta 2019. Kokonaispäästömallin aikasarjoissa olevissa tuloksissa on kuitenkin mukana kaikki vuodet ajanjaksolta 2005–2019, joiden kaikkien lähtötilastoina on käytetty Traficomin ulkomaan meriliikenteen tavarakuljetusten tilastoja. Päästövertailumalli sisältää Traficomin ulkomaan meriliikenteen tavarakuljetusten tilastot vuodelta 2019.

Malleissa kuljetussuoritteet lasketaan lähtötilastojen tavaratonnien ja satamien välisten vesiväyläetäisyyksien perusteella. Vesiväyläetäisyydet koottiin etäisyysmatriiseihin, joista etäisyydet siirrettiin malleihin.

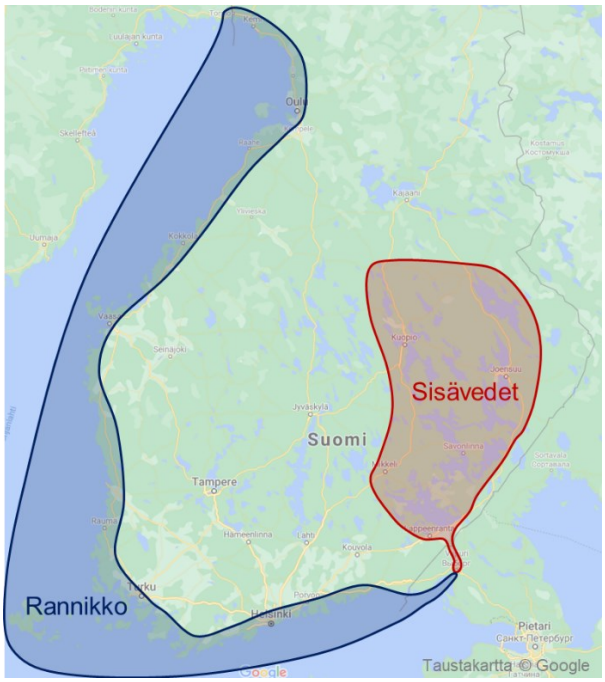
Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten Suomen satamien ja ulkomaiden satamien väliset vesiväyläetäisyydet määritettiin merialueittaisiin (Itämeri, Pohjanmeri ja Englannin kanaali, muu merialue sekä Pohjois-Amerikan SECA-alue, Kuva 1 ja Kuva 2) etäisyysmatriiseihin. Etäisyysmatriisit sisältävät Suomen satamien ja ulkomaan satamien väliset lyhimmät etäisyydet Itämerellä Suomen satamasta Itämerellä sijaitsevaan ulkomaan satamaan tai Itämeren rajapisteeseen (Kuva 1, pisteet 4 ja 5), Pohjanmerellä ja Englannin kanaalissa Itämeren ja Pohjanmeren rajapisteestä (Kuva 1, piste 5) Pohjanmerellä tai Englannin kanaalissa sijaitsevaan satamaan tai Euroopan SECA-alueen rajapisteeseen (Kuva 1, pisteet 1, 2 ja 3), muulla merialueella Euroopan SECA-alueen rajapisteestä muulla merialueella sijaitsevaan satamaan tai Pohjois-Amerikan SECA-alueen rajalle (Kuva 2) sekä Pohjois-Amerikan SECA-alueen rajalta Pohjois-Amerikan SECA-alueella sijaitsevaan satamaan.

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten Euroopan koontisatamana mallissa käytettävän Alankomaiden Rotterdamin ja muiden ulkomaiden suurimpien konttiliikennesatamien (tai muuten suurimpien satamien) väliset lyhimmät etäisyydet määritettiin omaan etäisyysmatriisiin merialueittain. Etäisyysmatriisi sisältää etäisyydet merialueittain (Pohjanmeri ja Englannin kanaali, muu merialue sekä Pohjois-Amerikan SECA-alue) vastaavalla tavalla kuin suorien ulkomaan laivaliikenteen tavarakuljetusten etäisyysmatriiseissa.

Kuva 1. Euroopan SECA-alue ja merialueiden rajapisteet etäisyysmatriiseissa.

Kuva 2. Pohjois-Amerikan SECA-alue.

Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten Suomen satamien väliset etäisyydet määritettiin kahteen etäisyysmatriisiin, joista toinen sisältää Vuoksen vesistöalueen sisävesisatamien väliset etäisyydet mukaan lukien Saimaan kanava Venäjän Viipuriin saakka ja toinen Suomen rannikkosatamien väliset etäisyydet mukaan lukien Viipuri. (Kuva 3)



Kuva 3. Suomen vesi- ja merialueet.

Meri- ja vesiväyläetäisyydet ja satamien sijainnit saatiin Liikenneviraston etäisyystietojen, internetissä olevien etäisyyslaskureiden ja muiden palveluiden avulla. (FleetMon, GoogleMaps, Kansalaisen karttapaikka, Liikennevirasto a, b ja c, MarineTraffic, Ports.com, Sea-Distances.org, Sea distances – voyage calculator ja Sea Route Finder)

Muita lähtötietoja ovat polttoaineiden rikkipitoisuudet ja hinnat, tyyppialuskohtaiset yksikkökulutukset ja laivojen yksikköpäästökertoimet sekä päästöjen yksikkökustannukset. (Bunker Index, ShipBroker Net, Ship&Bunker, Oilmonster, Ulstein Group, VTT ja Väylävirasto).

Vuonna 2021 mallien tyyppilaivoja koskeviin kulutus- ja päästökertoimiin sekä oletusnopeuksiin tehtiin huomattavia tarkennuksia eivätkä mallien kulutus- ja päästötulokset ole siksi vertailukelpoisia aikaisempien malliversioiden tuottamiin tuloksiin. Malleihin lisättiin aikasarjat kertoimien suhteen, jotta energiatehokkuuden paraneminen, nopeuksien muutokset, polttoaineiden ominaisuuksien muutokset ja tiukentuneet päästörajoitukset voidaan ottaa paremmin huomioon. Vuoden 2021 malliversioiden kulutus- ja päästötulokset ovat siten tarkempia kuin aikaisempien malliversioiden.

Toimintaperiaate

MERIMA-mallien laskenta perustuu satamaparien välillä kuljetettuihin tavaramääriin, satamaparien välisiin meri- ja vesialueille jaettuihin etäisyyksin sekä eri alustyyppien tonnikilometri- ja lastitonnikohtaisiin yksikköpäästöihin. Tavaralastilla tarkoitetaan molemmissa malleissa nettolastia eli kuljetusyksikön (esim. kontti, traileri) sisällä olevan tavaran painoa.

Malleissa päästöt merellä saadaan laskemalla alustyypin tonnikilometrit meri- ja vesialueittain Suomen sataman ja ulkomaan sataman, Euroopan koontisataman ja muiden ulkomaan satamien sekä kotimaan satamien välillä ja kertomalla

tonnikilometrit tyyppialuksen tonnikilometrikohtaisilla yksikköpäästöillä. Päästöt satamassa saadaan kertomalla tyyppialuksen kuljettamat lastitonnit tyyppialuksen lastitonnikohtaisilla yksikköpäästöillä. Päästökustannukset saadaan kertomalla päästökomponenteittain päästöjen yksikkökustannukset päästömäärillä. Polttoainekustannukset saadaan kertomalla tyyppialuksen tonnikilometrit tyyppialuksen polttoaineen yksikkökulutuksella.

Malleihin määritettiin ulkomaan laivaliikenteen suoriin tavarakuljetuksiin ja kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetuksiin 14 tyyppialusta, jotka ovat ominaisuuksiltaan keskimääräisiä aluksia. Tyyppialuksia ovat raakaöljyalus, lyhyen etäisyyden tuotetankkeri, pitkän etäisyyden tuotetankkeri, kemikaalialus, lyhyen etäisyyden bulkkialus, pitkän etäisyyden bulkkialus, konttialus, paperinkuljetuskonttialus, lyhyen etäisyyden kuivalastialus, pitkän etäisyyden kuivalastialus, roro-lastialus, paperinkuljetus-roro-lastialus, roro-matkustaja-alus ja muu alus. Lisäksi epäsuoriin ulkomaan laivaliikenteen tavarakuljetuksiin määritettiin kaksi tyyppialusta, jotka ovat lyhyen etäisyyden konttialus ja pitkän etäisyyden konttialus. Tyyppialuksille määritettiin kantavuus (DWT), lastin osuus DWT:stä, oletusnopeus sekä yksikköpäästöt ja -kulutus merellä ja satamassa. Polttoaineen kulutuskertoimet määritettiin erikseen kullekin tyyppialukselle. (Taulukko 1 ja Taulukko 2)

Ropax-aluksille eli rahtia ja matkustajia kuljettaville laivoille (esim. autolautat) on standardin SFS-EN 16258 mukaan kaksi menetelmää kulutuksen ja päästöjen allokoimiseksi rahdille ja matkustajille. Näiden kahden standardinmukaisen menetelmän (painon- ja tilavuuden mukaisen) ero on 70 %. MERIMA-mallien yleisluontoisuuden vuoksi mallissa ei oteta kantaa näihin menetelmiin, vaan kulutus ja päästökertoimet ovat suunnilleen samat roro-lastialuksille ja ropax-matkustaja-aluksille.

Malleissa tyyppialusten nopeus muuttuu havaittujen nopeuksien perusteella vuosittain. Perusvuotena mallissa käytettävän vuoden 2019 nopeudet on esitetty seuraavassa taulukossa. (Taulukko 1)

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten konttialukset lisättiin kokonaispäästömallin vuoden 2021 versioon. Lyhyen etäisyyden konttialuksen kapasiteetti on noin 5 000 TEU:ta ja pitkän etäisyyden noin 17 000 TEU:ta.

Skenaarioiden (luku 4) tekemistä varten tyyppialusten kokoja, lastien osuuksia DWT:stä ja oletusnopeuksia voidaan muuttaa. Kokonaispäästömallissa voidaan muuttaa muilla kuin päästörajoitetuilla merialueilla alusten käyttämien polttoaineiden rikkipitoisuutta sekä raskaan ja kevyen polttoöljyn osuuksia. Molemmissa malleissa alusten käyttämä polttoaine voidaan muuttaa nesteytetyksi maakaasuksi (LNG).

Malleissa on myös huomioitu vuosittaisen alusten energiatehokkuuden paranemisen, alusten operoinnin kehittymisen ja moottoritekniikan kehittymisen vaikutukset typenoksidi- ja hiukkaspäästöihin sekä alusten polttoaineen kulutukseen.

Talousalueittaisessa päästöjen laskennassa tarvittavat 400–5 000 ja yli 5 000 GT:n aluskokoluokat määritettiin tilastollisesti selvittämällä ko. aluskokoluokkien osuudet Suomen satamissa vuonna 2019 käyneistä aluksista, erikseen ulkomaan laivaliikenteessä ja kotimaan laivaliikenteessä.

Teknisesti mallit on toteutettu Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Malleissa voidaan valita kieleksi suomi tai englanti. Mallien tuottamia kuvia ja taulukoita voidaan kopioida leikepöydälle ja liittää leikepöydän kautta esimerkiksi omiin laskelmiin ja diaesityksiin.

Taulukko 1. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten ja kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten tyyppialukset ja niiden ominaisuudet.

	Koko DWT	**Lastin osuus DWT:stä**	**Nopeus** (vuosi 2019) solmua	**Polttoaineen kulutus** grammaa/ tonnikilometri	**CO_2-päästö** grammaa/ tonnikilometri
Raakaöljyalus	100 000	50 %	11	1,5	4,7
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	12 000	50 %	10	4,2	13,2
Tuotetankkeri, pitkä etäisyys	25 000	50 %	10	2,9	9,3
Kemikaalialus	8 000	50 %	10	5,1	16,1
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	14 000	60 %	11	3,5	11,1
Bulkkialus, pitkä etäisyys	40 000	60 %	11	2,3	7,2
Konttialus	18 000	32 %	15	10,8	34,1
Konttialus, paperi	14 000	46 %	15	8,3	26,1
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	4 000	40 %	9	7,7	24,4
Kuivalastialus, pitkä etäisyys	10 000	40 %	9	6,0	19,1
Roro-lastialus	10 000	25 %	16	35,7	112,9
Roro-lastialus, paperi	14 000	40 %	16	11,4	36,0
Roro-matkustaja-alus	6 000	25 %	16	34,8	110,2
Muu alus	14 000	60 %	12	3,5	11,1

Taulukko 2. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten tyyppialukset ja niiden ominaisuudet.

	Koko DWT	**Lastin osuus DWT:stä**	**Nopeus** (vuosi 2019) solmua	**Polttoaineen kulutus** grammaa/ tonnikilometri	**CO_2-päästö** grammaa/ tonnikilometri
Konttialus, lyhyt etäisyys	60 000	43 %	15	5,0	15,9
Konttialus, pitkä etäisyys	180 000	52 %	16	2,7	8,6

2.3 Kokonaispäästömalli

MERIMA-kokonaispäästömalli laskee Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin ulkomaan meriliikennetilastojen ja kotimaan vesiliikennetilastojen sekä Tullin ulkomaankaupan kuljetustilastojen avulla Suomen ja ulkomaiden välisen laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten vuosien 2005, 2008, 2014, 2018 ja 2019, Suomen ja ulkomaiden välisen laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten vuoden 2019 sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten vuoden 2019 kokonaispäästöt, päästökustannukset, polttoaineen kulutuksen ja polttoainekustannukset alustyypeittäin ja merialueittain tuonnissa ja viennissä. Lisäksi malli laskee

hiilidioksidipäästöt talousalueittain (Euroopan unioni ja sen ulkopuoli sekä Euroopan talousalue ja sen ulkopuoli) vuonna 2019. Polttoaineen kulutus, päästöt ja kustannukset lasketaan koko tiedossa olevalle matkan pituudelle meri- ja vesialueittain ja satamille sekä Suomessa että ulkomailla.

Kokonaispäästömallissa (Kuva 4) on 26 varsinaista käyttöliittymä- tai tulossivua. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt merialueittain ja Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästökustannukset merialueittain -käyttöliittymissä voidaan valita vertailtavaksi vuosista 2005, 2008, 2014, 2018 ja 2019 kaksi vuotta tai tehdä skenaarioita halutulle vuodelle muuttamalla tyyppialusten kokoja, lastien osuuksia DWT:stä ja nopeuksia. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt merialueittain -käyttöliittymässä voidaan muuttaa polttoaineiden osuuksia ja rikkipitoisuuksia muilla kuin päästörajoitetuilla merialueilla.

Kokonaispäästömallissa esitetään ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten aikasarjat vuosilta 2005–2019 alustyypeittäin, tavaralajeittain ja liikennealueittain. Aikasarjat-käyttöliittymissä voidaan valita liikenteen suunta, kuljetettu lasti tai kuljetussuorite sekä päästökomponentti, polttoaineen kulutus, polttoainekustannukset tai päästökustannukset aikasarjan lähtötiedoiksi.

Erillisissä Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten skenaariot -käyttöliittymissä voidaan tehdä skenaarioita vuoden 2019 liikenteellä alustyypeittäin, tavaralajeittain ja liikennealueittain muuttamalla kuljetetun lastin määriä sekä asettamalla osan aluksista tai kaikkien alusten polttoaineeksi nesteytetty maakaasu. Skenaariot alustyypeittäin, Skenaariot tavaralajeittain ja Skenaariot liikennealueittain -käyttöliittymissä lähtötiedoiksi voidaan valita liikenteen suunta sekä päästökomponentti, polttoaineen kulutus, polttoainekustannukset tai päästökustannukset.

Kuva 4. MERIMA-kokonaispäästömallin etusivu.

2.4 Päästövertailumalli

MERIMA-päästövertailumallissa (Kuva 5) on kaksi käyttöliittymää. Mallilla voidaan vertailla päästömääriä, polttoaineen kulutusta sekä päästö- ja polttoainekustannuksia Suomen satamien ja ulkomaan satamien välisillä reiteillä ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten vuoden 2019 liikennemäärien perusteella.

Päästövertailumalliin otettiin mukaan vuoden 2019 liikennemääriltään 50 suurinta ulkomaan satamaa ja niiden 39 Suomen vastasatamaa. Yhteensä nämä satamat muodostavat 495 eri yhteysväliä (satamaparia). Tavaramäärillä mitattuna em. satamat kattavat 79 % koko tuonnista, 72 % koko viennistä ja 75 % koko liikenteestä.

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu reiteittäin -käyttöliittymässä voidaan tehdä vertailuja valitun Suomen ja ulkomaan satamaparin vuoden 2019 tavaraliikenteen perusteella, kun valitaan aluksen tyyppi sekä aluksen kokoa, lastin osuutta DWT:stä ja nopeutta muutetaan. Lisäksi voidaan haluttaessa syöttää oma lastimäärä ja valita alusten polttoaineeksi nesteytetty maakaasu. Vertailujen tekemistä varten käyttöliittymässä on kaksi samanlaista osaa. Päästömäärät, polttoaineen kulutus sekä päästö- ja polttoainekustannukset lasketaan valitun satamaparin tavaraliikenteen ja muiden tehtyjen valintojen perusteella merialueittain ja yhteensä kaikilla merialueilla.

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu aluskäyntikohtaisesti -käyttöliittymä on muuten samanlainen kuin Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu reiteittäin -käyttöliittymä, mutta päästöt lasketaan yhdelle aluskäynnille ja lastien osuuksia DWT:stä voidaan muuttaa erikseen matkan molemmille suunnille. Muuten valinnat ovat samat kuin Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu reiteittäin -käyttöliittymässä.

Kuva 5. MERIMA-päästövertailumallin etusivu.

3 MERIMA-mallien tuottamat tulokset

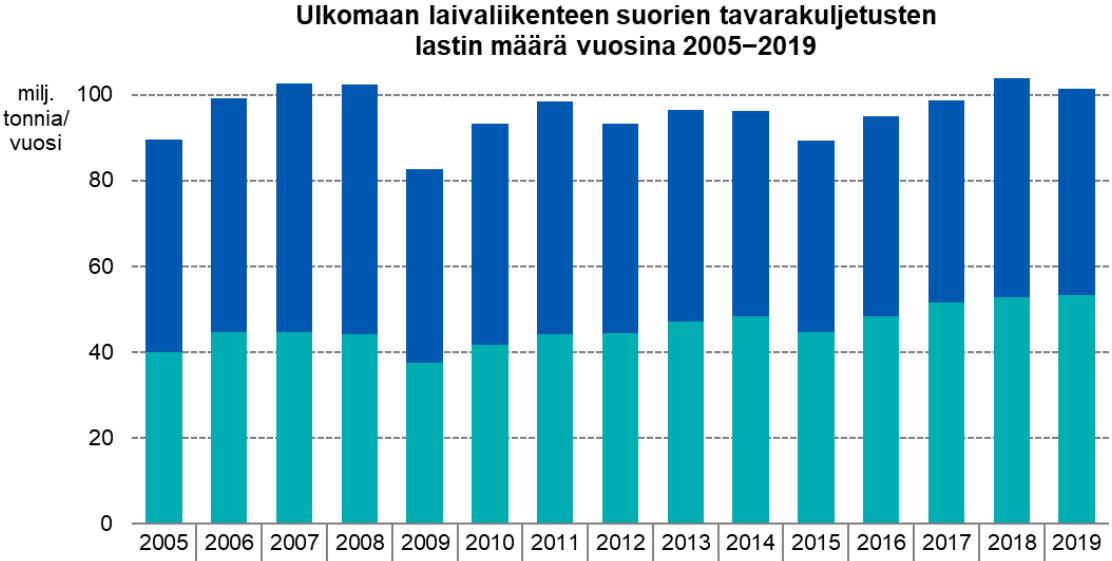
3.1 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lastin määrät, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutus vuosina 2005–2019

Tässä luvussa on esitetty MERIMA-kokonaispäästömallin tuottamat ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lastin määrät, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutus vuosien 2005–2019 aikasarjoina. Aikasarjat on lisäksi esitetty lukuina liitetaulukoissa (Liitetaulukko 1–Liitetaulukko 10). Lastin määrät, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutus on lisäksi esitetty luvussa 3.2 päästötulosten yhteydessä vuosille 2018 ja 2019.

Mallin tuottamat ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten, kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten ja talousalueittaisten kuljetusten lastin määrät, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutus on esitetty luvussa 3.2 päästötulosten yhteydessä vuodelle 2019.

Kuljetetun lastin määrä

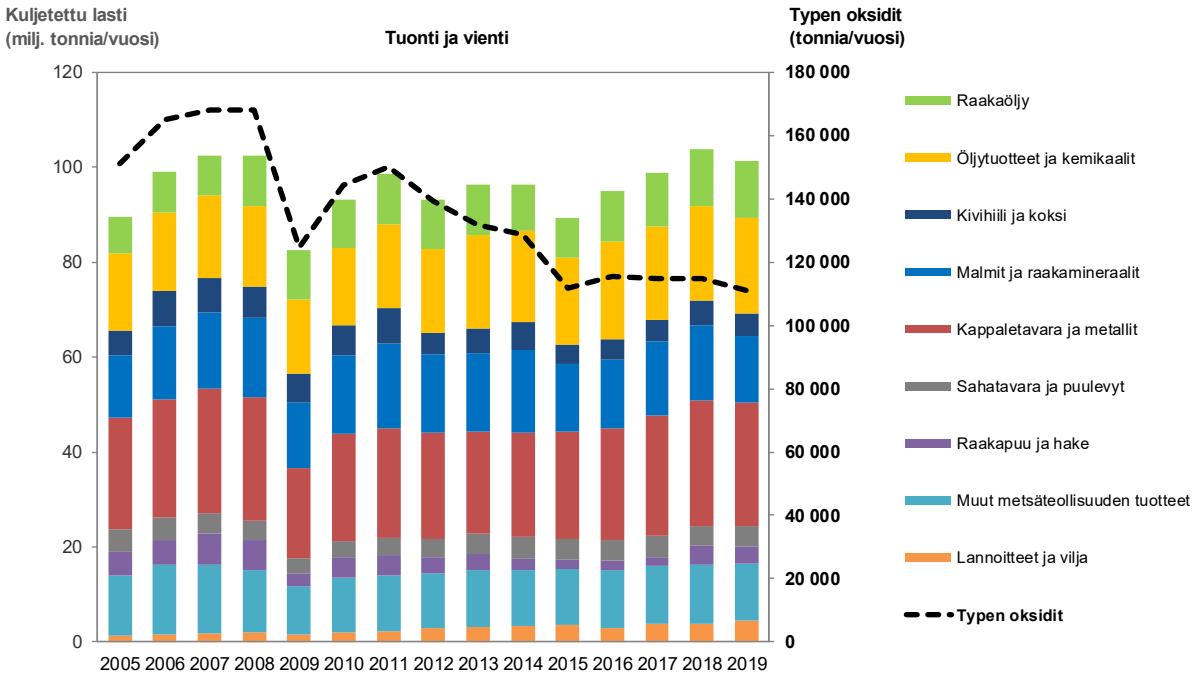
Vuosina 2005–2019 Suomen ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa kuljetetun lastin määrä vaihteli noin 83 miljoonasta tonnista noin 104 miljoonaan tonniin. Kuljetetun lastin määrä kasvoi tasaisesti vuodesta 2005 vuoteen 2007, kunnes vuoden 2008 lopulla kasvu taloudellisen taantuman vuoksi pysähtyi ja määrä laski edelleen vuonna 2009. Vuosina 2010 ja 2011 kuljetetun lastin määrä jatkoi kasvua, kunnes se vuonna 2012 kääntyi laskuun ja nousi jälleen hieman vuonna 2013. Vuosina 2013 ja 2014 kuljetetun lastin määrä pysyi lähes samana, kunnes vuonna 2015 määrä väheni. Vuodesta 2015 vuoteen 2018 kuljetetun lastin määrä kasvoi ja oli vuonna 2018 noin 104 miljoonaa tonnia. Vuonna 2019 kuljetetun lastin määrä väheni hieman noin 101 miljoonaan tonniin. Vuodesta 2014 alkaen kuljetetun lastin määrä on ollut suurempi viennissä kuin tuonnissa. Kuljetusmäärät sisältävät myös transitoliikenteen. (Kuva 6) (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom a)



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Tuonti	49,8	54,5	57,9	58,1	45,1	51,5	54,2	48,7	49,3	48,1	44,5	46,5	47,3	50,9	48,0
Vienti	39,9	44,6	44,7	44,3	37,5	41,8	44,3	44,5	47,1	48,3	44,8	48,4	51,5	52,9	53,3
Yhteensä	89,7	99,2	102,6	102,4	82,6	93,3	98,5	93,2	96,4	96,3	89,2	94,9	98,8	103,8	101,3

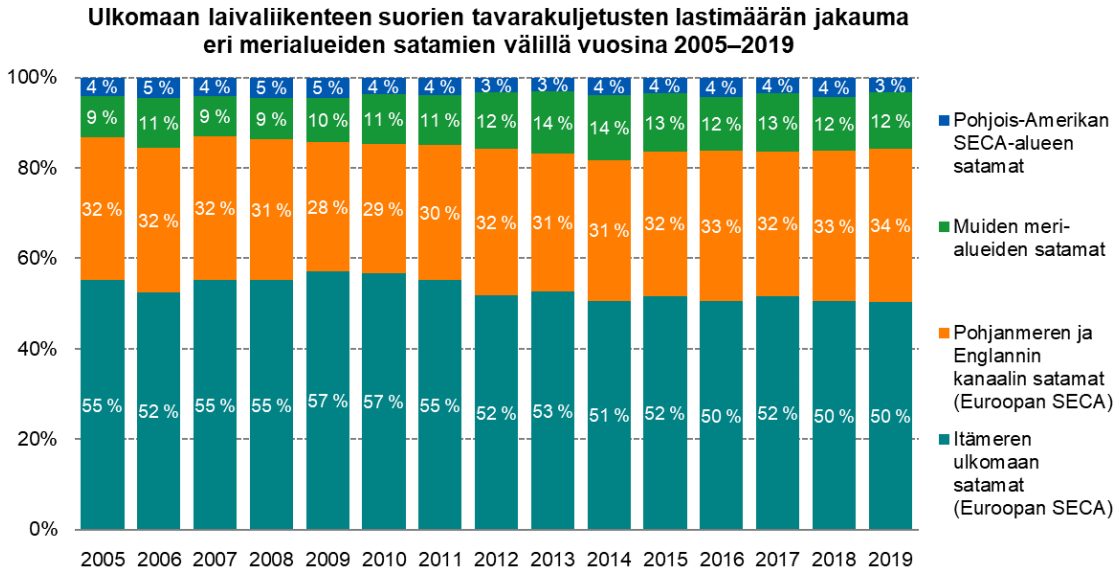
Kuva 6. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lastin määrä vuosina 2005–2019.

Seuraavassa kuvassa on esitetty vuosina 2005–2019 kuljetetun lastin määrä tavaralajeittain. Kuljetetusta lastista suurin osa on ollut kappaletavaraa ja metalleja. (Kuva 7)



Kuva 7. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lastin määrä tavaralajeittain vuosina 2005–2019. Kuvassa on esitetty myös typen oksidien päästöt.

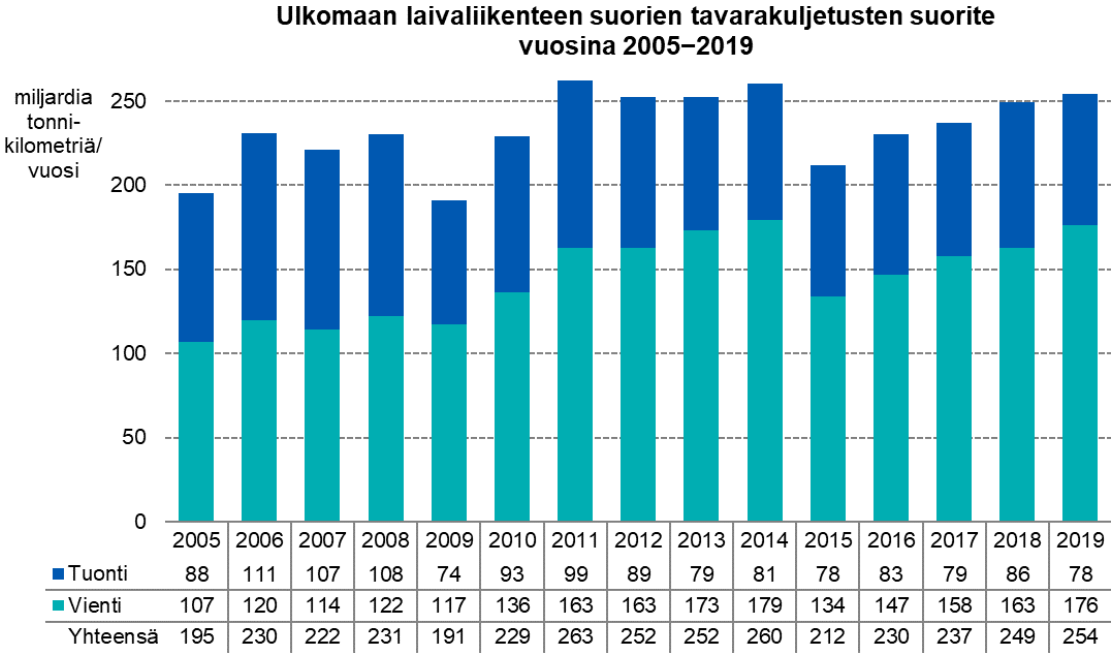
Vuosina 2005–2019 ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa eniten lastia kuljetettiin Suomen satamien ja Itämeren ulkomaan satamien välillä. Itämeren ulkomaan satamien osuus oli vähintään puolet kaikesta Suomen satamien kautta kuljetetusta lastista. Suomen satamien sekä Pohjanmeren ja Englannin kanaalin satamien välillä kuljetettiin lastia 28–34 % kaikesta kuljetetusta lastista, Suomen satamien ja muiden merialueiden satamien välillä 9–14 % sekä Suomen satamien ja Pohjois-Amerikan SECA-alueen satamien välillä 3–5 % kaikesta kuljetetusta lastista. (Kuva 8)



Kuva 8. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lastimäärän jakauma eri merialueiden satamien välillä vuosina 2005–2019.

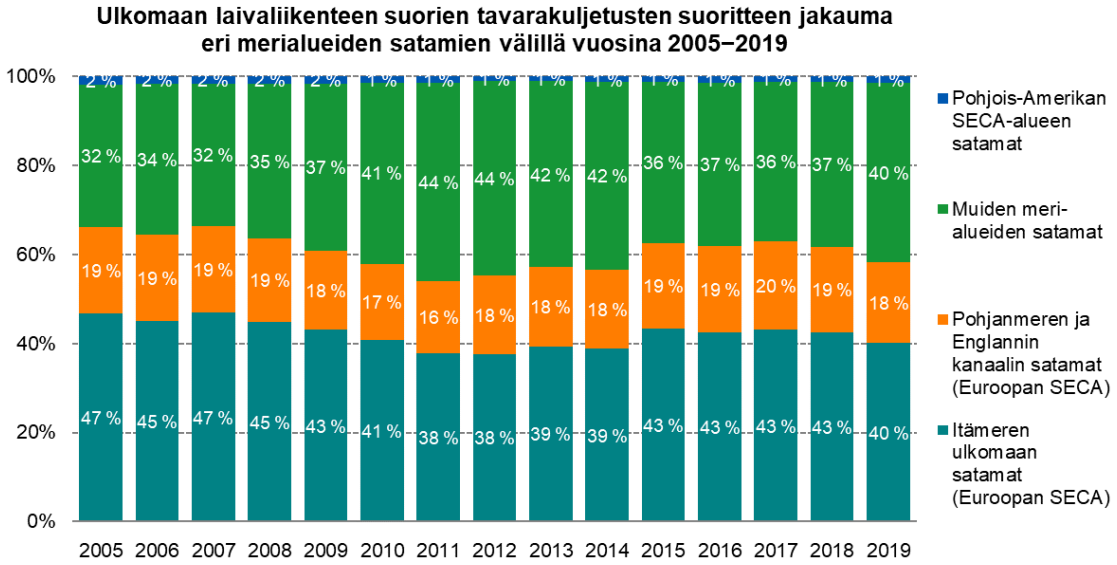
Kuljetussuorite

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten vuotuinen kuljetussuorite vaihteli vuosina 2005–2019 noin 191 miljardista tonnikilometristä noin 263 miljardiin tonnikilometriin. Viennin osuus kuljetussuoritteesta on ollut erityisesti 2010-luvulla selvästi suurempi kuin tuonnin. (Kuva 9)



Kuva 9. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suorite vuosina 2005–2019.

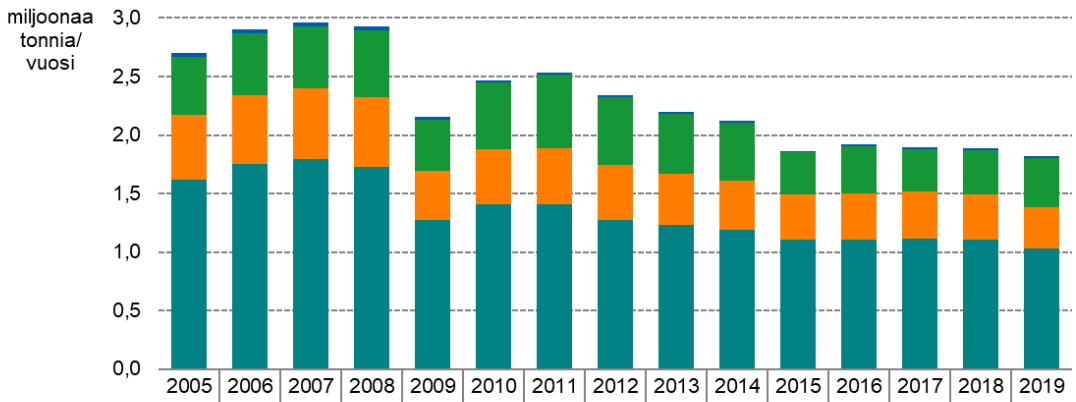
Vuosina 2005–2019 selvästi suurin osa ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteesta syntyi Suomen satamien ja Itämeren ulkomaan satamien (n. 38–47 % koko kuljetussuoritteesta) sekä Suomen satamien ja muiden merialueiden satamien välisistä kuljetuksista (n. 32–44 %). Suomen satamien sekä Pohjanmeren ja Englannin kanaalin satamien välisten kuljetusten osuus on ollut noin 16–20 % sekä Suomen satamien ja Pohjois-Amerikan SECA-alueen satamien osuus noin 1–2 % koko kuljetussuoritteesta. (Kuva 10)



Kuva 10. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteen jakauma eri merialueiden satamien välillä vuosina 2005–2019.

Polttoaineen kulutus

Alusten polttoaineen vuotuinen kokonaiskulutus Suomen ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa vaihteli vuosina 2005–2019 noin 1,82 miljoonasta tonnista noin 2,96 miljoonaan tonniin. Määrä sisältää sekä raskaan että kevyen polttoöljyn kulutuksen. Selvästi suurin osa polttoaineen kulutuksesta kohdistui Itämerelle. (Kuva 11)



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pohjois-Amerikan SECA	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Muut merialueet	0,50	0,53	0,53	0,58	0,44	0,57	0,63	0,58	0,51	0,50	0,36	0,40	0,37	0,38	0,42
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	0,55	0,59	0,60	0,59	0,42	0,47	0,48	0,47	0,44	0,42	0,39	0,40	0,40	0,38	0,36
Itämeri (Euroopan SECA)	1,62	1,75	1,80	1,73	1,28	1,40	1,40	1,28	1,23	1,19	1,10	1,10	1,11	1,10	1,03
Kaikki yhteensä	2,70	2,90	2,96	2,93	2,15	2,47	2,54	2,34	2,20	2,12	1,86	1,92	1,90	1,88	1,82

Kuva 11. Alusten polttoaineen kulutus merialueittain ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa vuosina 2005–2019.

3.2 Päästöt

Vuoden 2021 malliversioissa päästöt eivät enää ole suorassa suhteessa polttoaineen kulutukseen, koska malleihin on lisätty kertoimien vuosittainen kehitysaikasarja. Vain hiilidioksidipäästöt ovat suorassa suhteessa kulutukseen. Rikkidioksidipäästöihin vaikuttaa lisäksi alusten käyttämien polttoaineiden rikkipitoisuudet. Polttoaineen rikkipitoisuus vaikuttaa hieman myös muihin päästökomponentteihin, mutta malleissa tätä vaikutusta ei ole vielä huomioitu muiden kuin hiukkaspäästöjen osalta.

Päästöjen laskenta perustuu malleissa eri alustyyppien kulutus- ja yksikköpäästökertoimiin tonnikilometriä kohti. Kulutus ja päästöt eivät seuraa suoraan kuljetettuja tavaramääriä, koska kertoimet muuttuvat ajan suhteen ja kuljetettujen tavaralajien muutokset eri merialueilla muuttavat eri laivatyyppien osuutta kuljetuksissa. Koska eri laivatyypeillä on huomattava kulutus- ja päästöero (Taulukko 1), muuttuvat kokonaispäästöt siten huomattavastikin eri vuosina. Tästä seuraa se, että joinakin vuosina päästöt ovat voineet vähentyä, vaikka kokonaisliikenne on kasvanut ja päinvastoin. Päästöjen kokonaismäärään vaikuttaa myös mm. liikenteen suuntautuminen (muutokset tonnikilometreissä).

3.2.1 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt

Tässä luvussa on käsitelty ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten hiilidioksidi- ja rikkidioksidipäästöjen kehittymistä vuosina 2005–2019. Kaikkien päästökomponenttien päästömäärät vuosilta 2018 ja 2019 on esitetty luvun

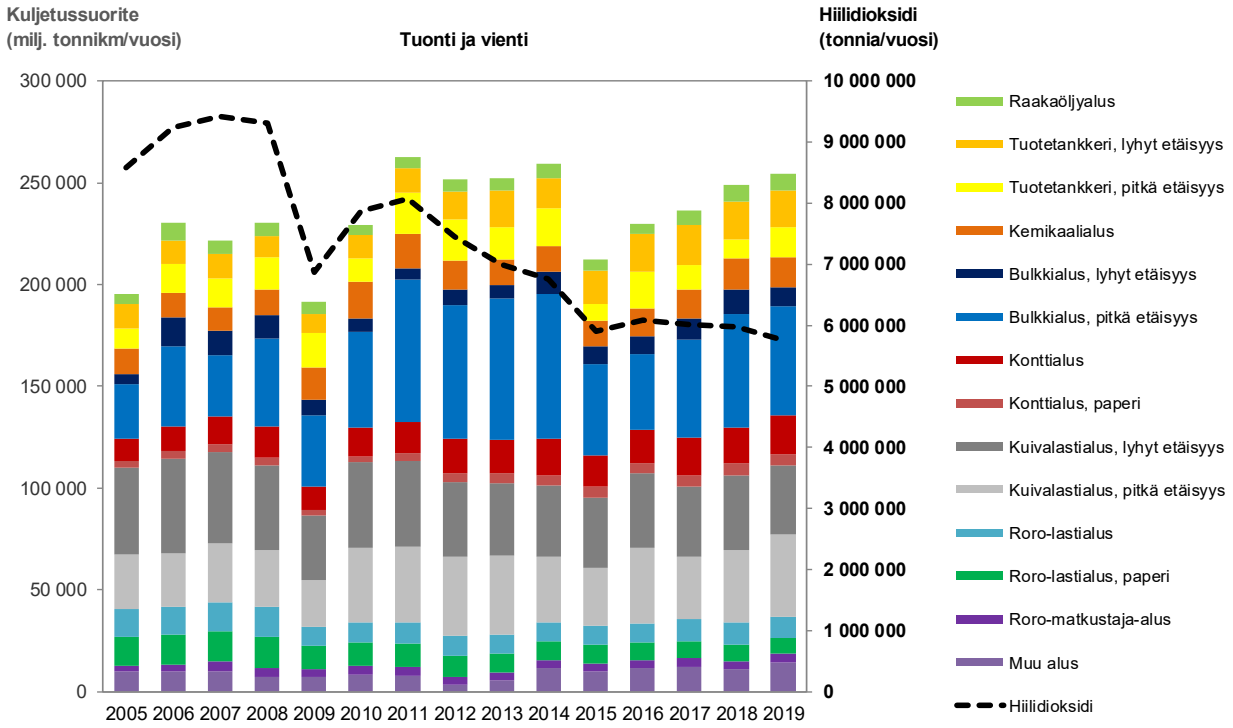
lopussa olevissa taulukoissa (Taulukko 3, Taulukko 5 ja Taulukko 6) ja vuosilta 2005–2019 liitteenä olevassa taulukoissa (Liitetaulukko 1, Liitetaulukko 2 ja Liitetaulukko 3), joissa on esitetty myös polttoaineen kulutukset, sekä päästö- ja polttoainekustannukset. Liitteenä olevissa taulukoissa on esitetty myös kuljetetut lastit (Liitetaulukko 4, Liitetaulukko 5 ja Liitetaulukko 6) ja kuljetussuoritteet (Liitetaulukko 7, Liitetaulukko 8 ja Liitetaulukko 9) vuosilta 2005–2019. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten määritelmä on esitetty luvussa 2.1.

Ulkomaan laivaliikenteen suorista tavarakuljetuksista aiheutuvien päästöjen osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetuksista aiheutuvista päästöistä on selvästi suurin. Esimerkiksi hiilidioksidipäästöistä noin 79 % aiheutui vuonna 2019 ulkomaan laivaliikenteen suorista tavarakuljetuksista.

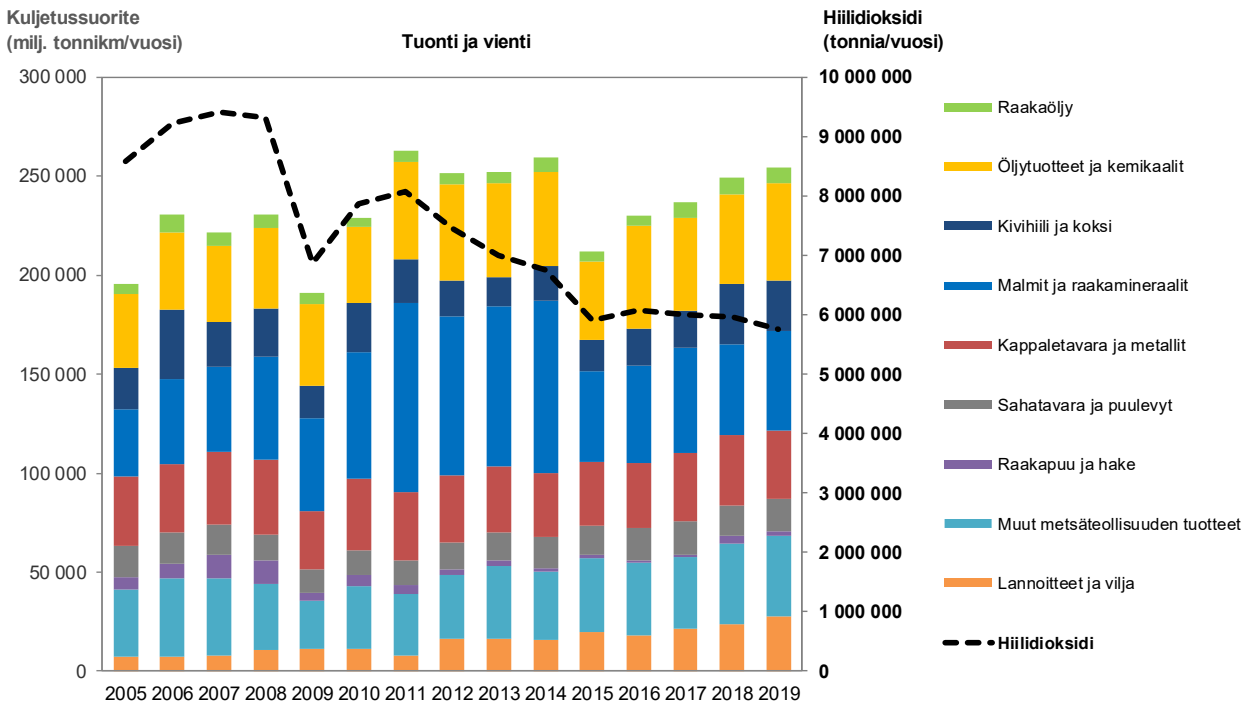
Hiilidioksidipäästöt

Suomen ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt kasvoivat tasaisesti vuodesta 2005 vuoteen 2007 saakka, jonka jälkeen ne vähenivät hieman vuonna 2008 ja selvästi vuonna 2009 maailmanlaajuisen laman vuoksi. Vuodesta 2009 vuoteen 2011 hiilidioksidipäästöt kasvoivat, minkä jälkeen ne vähenivät joka vuosi vuoteen 2015 saakka, jolloin vienti väheni. Vuodesta 2015 alkaen hiilidioksidipäästöt ovat säilyneet suunnilleen samalla tasolla, vaikka kuljetussuorite on kasvanut joka vuosi. Vuosien 2005–2019 ajanjaksolla hiilidioksidipäästöjen määrä vaihteli vuosittain noin 5,8 miljoonasta tonnista noin 9,4 miljoonaan tonniin. (Kuva 12, Kuva 13 ja Kuva 14)

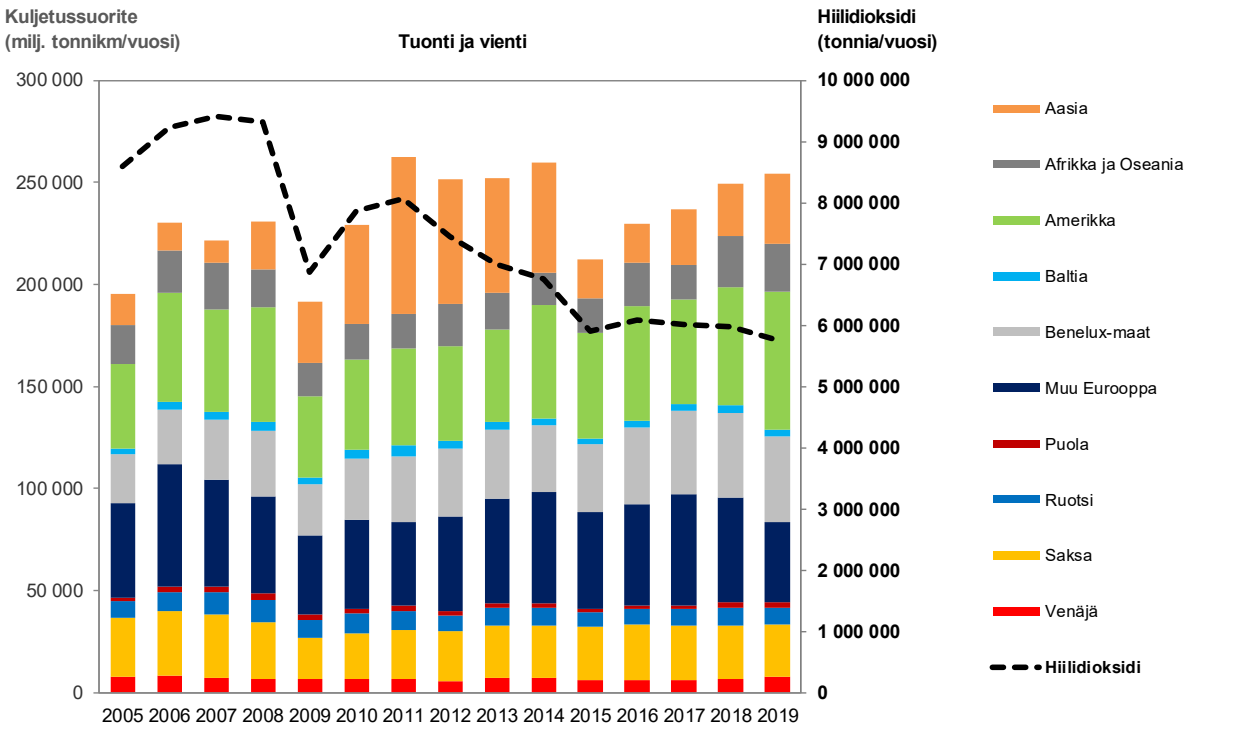
Verrattuna kuljetussuoritteen muutokseen hiilidioksidipäästöt kasvoivat esimerkiksi vuodesta 2006 vuoteen 2007 siitä huolimatta, että kuljetussuorite väheni. Tämä johtuu siitä, että lastia on kuljetettu vähemmän sellaisilla alustyypeillä, joiden yksikköpäästö on pieni (esimerkiksi bulkkialukset) ja enemmän sellaisilla aluksilla, joiden yksikköpäästö on suuri (esimerkiksi kontti- ja roro-alukset). Vastaavasti kuljetussuorite kasvoi vuodesta 2010 vuoteen 2011 enemmän kuin hiilidioksidipäästöt kasvoivat. Vuoden 2015 hiilidioksidipäästöjen väheneminen johtui pääasiassa pitkämatkaisen Aasian liikenteen vähenemisestä, joka vähensi kuljetussuoritetta huomattavasti. (Kuva 12 ja Kuva 14)



Kuva 12. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty alustyypeittäin.



Kuva 13. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty tavaralajeittain.



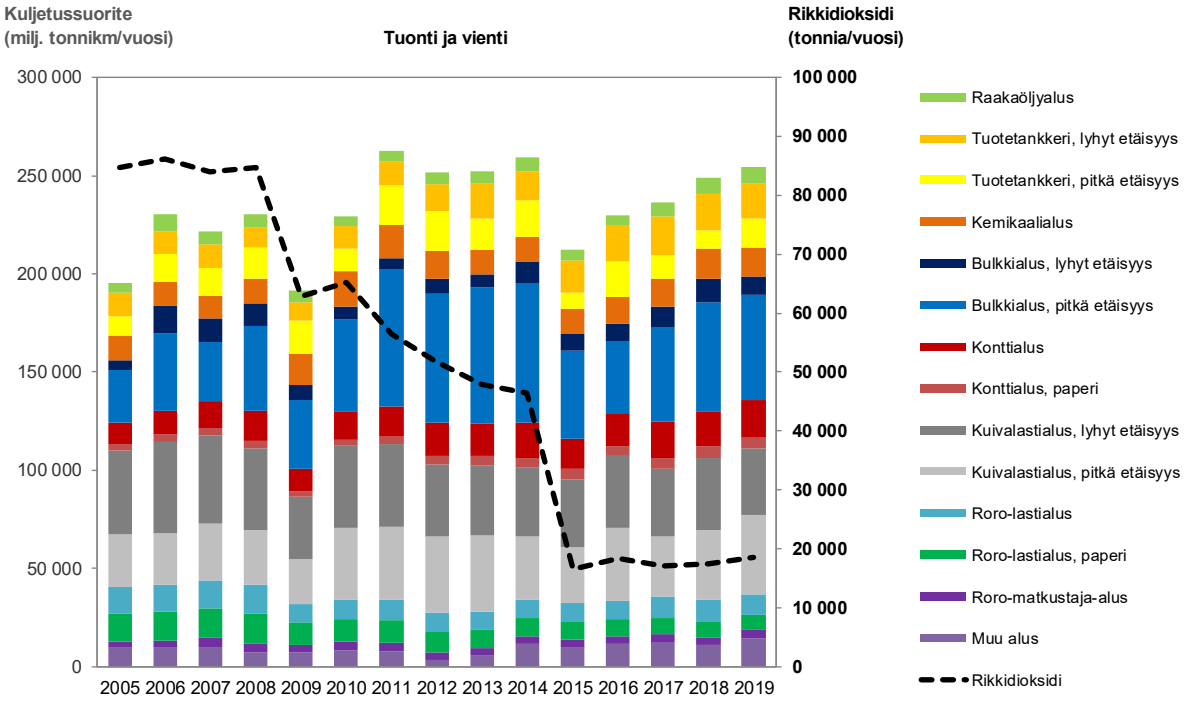
Kuva 14. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty liikennealueittain.

Rikkidioksidipäästöt

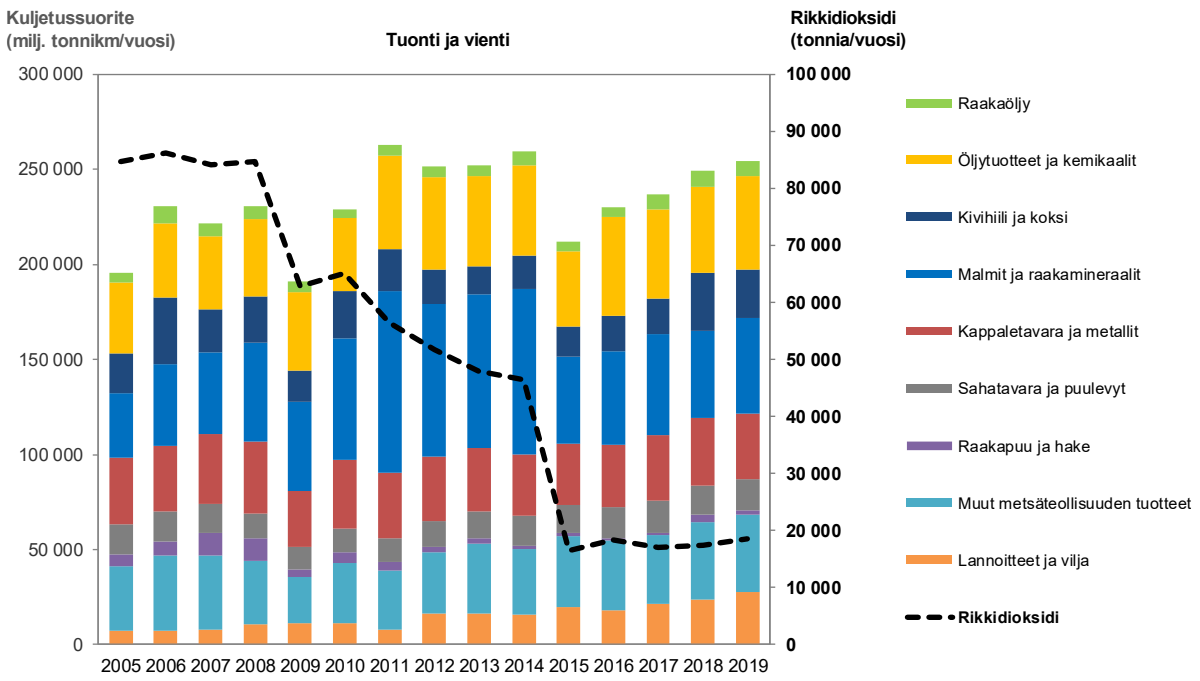
Suomen ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten rikkidioksidipäästöt pysyivät vuosina 2005–2008 suunnilleen samalla tasolla siitä huolimatta, että kuljetussuorite kasvoi samalla ajanjaksolla vuotta 2007 lukuun ottamatta joka vuosi. Rikkidioksidipäästöt pysyivät samalla tasolla, koska alusten polttoaineena käyttämän raskaan polttoöljyn rikkipitoisuus väheni samalla ajanjaksolla Euroopan SECA-alueella 1,6 %:sta 1,4 %:iin. Vuonna 2009 rikkidioksidipäästöt vähenivät selvästi verrattuna vuoteen 2008. Rikkidioksidipäästöt jatkoivat vähenemistä vuodesta 2010 alkaen siitä huolimatta, että kuljetussuorite kasvoi tai pysyi suunnilleen samana. Samalla ajanjaksolla raskaan polttoöljyn rikkipitoisuus väheni Euroopan SECA-alueella 1,1 %:sta 1,0 %:iin. (Kuva 15, Kuva 16 ja Kuva 17)

Vuonna 2015 rikkidioksidipäästöt vähenivät edelliseen vuoteen verrattuna runsaat 60 %, koska polttoaineen rikkipitoisuus pieneni 0,1 %:iin rikkidirektiivin tultua voimaan SECA-alueilla ja myös kuljetussuorite pieneni edelliseen vuoteen verrattuna. Rikkidioksidipäästöjen määrä vaihteli vuosina 2005–2014 noin 46 400 tonnista noin 86 200 tonniin ja vuosina 2015–2019 noin 16 500 tonnista noin 18 500 tonniin. Verrattuna kuljetussuoritteen muutokseen rikkidioksidipäästöjen muutokseen vaikuttaa kuljetussuoritteen alustyypeittäinen jakauma samalla tavalla kuin hiilidioksidipäästöissä. (Kuva 15, Kuva 16 ja Kuva 17)

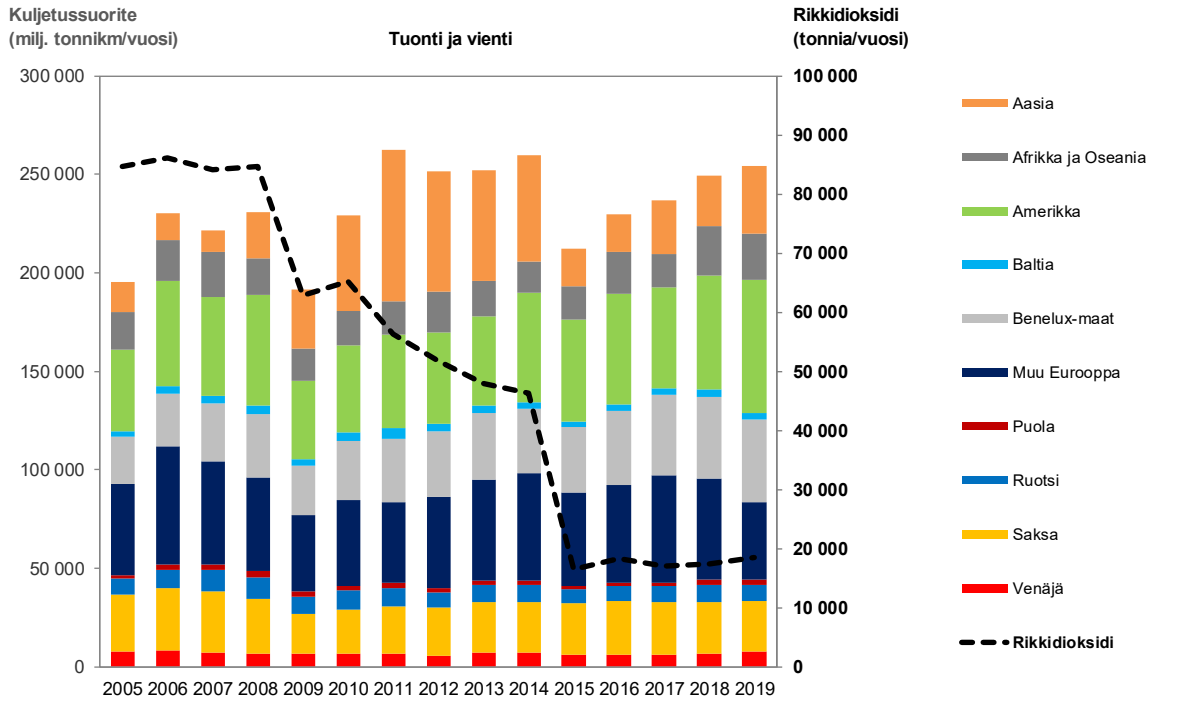
Vuodesta 2018 vuoteen 2019 rikkidioksidipäästöt kasvoivat noin 6 %, mutta kuljetussuorite kasvoi vain noin 2 %. Rikkidioksidipäästöjen suurempi suhteellinen kasvu verrattuna kuljetussuoritteeseen johtui Aasiaan ja Amerikkaan suuntautuneiden kuljetusten suoritteen kasvusta ja muuhun Eurooppaan suuntautuneiden kuljetusten suoritteen vähenemisestä (Kuva 17). Tällöin alukset liikkuvat pitkiä etäisyyksiä SECA-alueiden ulkopuolisella merialueella, joilla on lupa käyttää rikkipitoisuudeltaan korkeampaa polttoainetta kuin SECA-alueilla.



Kuva 15. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten rikkidioksidipäästöt vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty alustyypeittäin.



Kuva 16. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten rikkidioksidipäästöt vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty tavaralajeittain.



Kuva 17. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten rikkidioksidipäästöt vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty liikennealueittain.

Vuonna 2020 astui voimaan tiukat polttoaineiden rikkirajoitukset SECA-alueiden ulkopuolella. 1.1.2020 lähtien polttoaineiden rikkipitoisuus saa olla enintään 0,5 %. On kuitenkin sallittua käyttää enemmän rikkiä sisältävää polttoainetta, jos pakokaasupäästöt pudistetaan savukaasupesureilla (skrubberi) vastaamaan 0,5 prosenttisen polttoaineen rikkidioksidipäästöä. Vuonna 2019 raskaan polttoöljyn (residuals) keskimääräinen rikkipitoisuus oli vielä 2,34 % (IMO 2020). Uusi rikkiraja ei siis vielä vuonna 2019 näkynyt vahvasti ja pudotus vuonna 2020 tulee olemaan raju.

Päästöt vuosina 2018 ja 2019

Vuodesta 2018 vuoteen 2019 ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt vähenivät noin 1,9–3,6 % lukuun ottamatta rikkidioksidipäästöjä, jotka kasvoivat noin 6,3 % ja hiukkaspäästöjä, jotka kasvoivat noin 2,9 % (Taulukko 3). Kuljetetun lastin määrä väheni samalla ajanjaksolla noin 2,4 % ja kuljetussuorite kasvoi noin 2,1 % (Taulukko 4). Rikkidioksidipäästöjen suhteessa suurempaa kasvua on selitetty edellä tämän luvun kappaleessa Rikkidioksidipäästöt.

Taulukko 3. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt komponenteittain vuosina 2018 ja 2019.

Päästöt (tonnia/vuosi)	Hiilimonoksidi (CO)			Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NO_x)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH_4)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Merellä	13 113	12 866	-1,9 %	4 446	4 358	-2,0 %	112 206	108 539	-3,3 %	4 602	4 738	+3,0 %	525	515	-1,9 %
Satamassa	310	303	-2,2 %	105	103	-2,2 %	2 658	2 561	-3,7 %	71	69	-2,1 %	12	12	-2,2 %
Yhteensä	**13 423**	**13 169**	**-1,9 %**	**4 551**	**4 461**	**-2,0 %**	**114 864**	**111 100**	**-3,3 %**	**4 672**	**4 807**	**+2,9 %**	**537**	**527**	**-1,9 %**
Tuonti	5 202	4 704	-9,6 %	1 748	1 578	-9,7 %	43 800	38 970	-11,0 %	1 705	1 511	-11,4 %	208	188	-9,6 %
Vienti	8 221	8 465	+3,0 %	2 803	2 883	+2,8 %	71 065	72 130	+1,5 %	2 967	3 296	+11,1 %	329	339	+3,0 %
Yhteensä	**13 423**	**13 169**	**-1,9 %**	**4 551**	**4 461**	**-2,0 %**	**114 864**	**111 100**	**-3,3 %**	**4 672**	**4 807**	**+2,9 %**	**537**	**527**	**-1,9 %**

Päästöt (tonnia/vuosi)	Typpioksiduuli (N_2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Merellä	140	137	-1,9 %	17 279	18 373	+6,3 %	5 833 980	5 625 170	-3,6 %	5 888 775	5 678 930	-3,6 %
Satamassa	3	3	-2,2 %	87	84	-3,8 %	137 707	132 457	-3,8 %	139 001	133 723	-3,8 %
Yhteensä	**143**	**140**	**-1,9 %**	**17 366**	**18 457**	**+6,3 %**	**5 971 687**	**5 757 626**	**-3,6 %**	**6 027 777**	**5 812 654**	**-3,6 %**
Tuonti	55	50	-9,6 %	5 805	4 860	-16,3 %	2 324 330	2 067 303	-11,1 %	2 346 068	2 086 959	-11,0 %
Vienti	88	90	+3,0 %	11 561	13 597	+17,6 %	3 647 357	3 690 324	+1,2 %	3 681 709	3 725 695	+1,2 %
Yhteensä	**143**	**140**	**-1,9 %**	**17 366**	**18 457**	**+6,3 %**	**5 971 687**	**5 757 626**	**-3,6 %**	**6 027 777**	**5 812 654**	**-3,6 %**

Taulukko 4. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus vuosina 2018 ja 2019.

	Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)			**Kuljetussuorite** (milj. tonnikm/vuosi)			**Polttoaineen kulutus** (milj. tonnia/vuosi)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Raakaöljyalus	11,9	11,9	+0,4 %	8 198	8 115	-1,0 %	0,02	0,01	-2,5 %
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	12,6	12,1	-4,2 %	18 858	17 811	-5,5 %	0,09	0,08	-10,3 %
Tuotetankkeri, pitkä etäisyys	1,1	1,7	+58,7 %	9 591	14 965	+56,0 %	0,03	0,04	+48,0 %
Kemikaalialus	5,8	5,9	+1,1 %	15 159	14 951	-1,4 %	0,08	0,08	-4,6 %
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	5,3	4,3	-17,8 %	12 206	9 334	-23,5 %	0,05	0,03	-27,0 %
Bulkkialus, pitkä etäisyys	4,6	4,4	-4,5 %	55 456	53 405	-3,7 %	0,13	0,12	-8,4 %
Konttialus	8,4	8,7	+3,3 %	17 379	19 466	+12,0 %	0,20	0,22	+7,2 %
Konttialus, paperi	2,8	2,5	-10,4 %	5 998	5 336	-11,0 %	0,05	0,05	-14,6 %
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	21,3	20,1	-5,9 %	36 821	34 009	-7,6 %	0,30	0,27	-11,0 %
Kuivalastialus, pitkä etäisyys	3,5	3,8	+10,8 %	35 592	40 473	+13,7 %	0,22	0,25	+9,5 %
Roro-lastialus	8,7	8,8	+1,3 %	10 851	10 513	-3,1 %	0,41	0,38	-6,9 %
Roro-lastialus, paperi	4,0	3,8	-4,2 %	8 247	7 518	-8,8 %	0,10	0,09	-12,4 %
Roro-matkustaja-alus	10,2	9,8	-4,0 %	4 228	4 055	-4,1 %	0,16	0,15	-7,8 %
Muu alus	3,7	3,4	-5,8 %	10 696	14 454	+35,1 %	0,04	0,05	+31,5 %
Yhteensä	**103,8**	**101,3**	**-2,4 %**	**249 280**	**254 405**	**+2,1 %**	**1,88**	**1,82**	**-3,6 %**
Tuonti	50,9	48,0	-5,7 %	85 871	78 279	-8,8 %			
Vienti	52,9	53,3	+0,7 %	163 409	176 126	+7,8 %			
Yhteensä	**103,8**	**101,3**	**-2,4 %**	**249 280**	**254 405**	**+2,1 %**			

Vuodesta 2018 vuoteen 2019 ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt muuttuivat eri alustyypeillä eri tavalla. Päästömäärien erilaiset muutokset eri alustyypeillä johtuvat erilaisista kuljetussuoritteen muutoksista eri alustyypeillä ja eri merialueilla. Esimerkiksi rikkidioksidipäästöt vähenivät eniten lyhyen etäisyyden bulkkialuksilla (n. 30 %) ja lyhyen etäisyyden tuotetankkereilla (n. 27 %) sekä kasvoivat eniten raakaöljyaluksilla (n. 121 %) ja konttialuksilla (n. 102 %). (Taulukko 5 ja Taulukko 4)

Raakaöljyalusten rikkidioksidipäästöjen suuri suhteellinen kasvu vuodesta 2018 vuoteen 2019 johtui siitä, että muiden merialueiden kuin SECA-alueiden kautta tuotiin Suomeen vuonna 2019 selvästi enemmän raakaöljyä kuin vuonna 2018. Vuonna 2018 Suomeen tuotiin raakaöljyä muiden kuin SECA-alueiden kautta ainoastaan Venäjän Murmanskista. Murmanskista vuonna 2018 kuljetetun raakaöljyn osuus raakaöljyalusten kokonaiskuljetusmäärästä oli noin 0,9 % ja kokonaiskuljetussuoritteesta noin 2,3 %, kun vuonna 2019 muiden kun SECA-alueiden kautta tuodun raakaöljyn osuus oli raakaöljyalusten kokonaiskuljetusmäärästä 3,9 % ja kokonaiskuljetussuoritteesta 14,0 %. Vuonna 2019 muiden kuin SECA-alueiden kautta raakaöljyä tuotiin Suomeen 4,5-kertainen määrä verrattuna vuoteen 2018. SECA-alueiden ulkopuolisia satamia, joista raakaöljyä tuotiin vuonna 2019 Suomeen, olivat Venäjän Murmansk ja Novorossiysk sekä Norjan Karlsöy. SECA-alueiden ulkopuolisilla merialueilla alukset saavat käyttää rikkipitoisuudeltaan korkeampaa polttoainetta kuin SECA-alueilla, joka on otettu huomioon mallissa.

Myös konttialusten rikkidioksidipäästöjen suuri kasvu vuodesta 2018 vuoteen 2019 johtuu siitä, että muilla merialueilla, joilla alukset saavat käyttää rikkipitoisuudeltaan korkeampaa polttoaineitta kuljetettiin selvästi enemmän tavaraa kuin vuonna 2018.

Taulukko 5. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt alustyypeittäin ja komponenteittain vuosina 2018 ja 2019.

Päästöt alustyypeittäin (tonnia/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Hiilimonoksidi (CO)			Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NO_x)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH_4)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Raakaöljyalus	106	105	-0,8 %	36	36	-0,8 %	893	873	-2,2 %	26	32	+23,1 %	4,2	4,2	-0,8 %
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	613	560	-8,7 %	208	190	-8,7 %	5 153	4 640	-10,0 %	162	141	-12,9 %	24,5	22,4	-8,7 %
Tuotetankkeri, pitkä etäisyys	211	318	+50,6 %	72	108	+50,6 %	1 773	2 633	+48,5 %	130	201	+55,0 %	8,4	12,7	+50,6 %
Kemikaalialus	574	558	-2,9 %	195	190	-2,9 %	4 827	4 621	-4,3 %	205	199	-2,5 %	23,0	22,3	-2,9 %
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	352	262	-25,7 %	132	98	-25,7 %	3 635	2 663	-26,7 %	106	78	-26,5 %	14,1	10,5	-25,7 %
Bulkkialus, pitkä etäisyys	1 012	944	-6,8 %	379	353	-6,8 %	10 444	9 599	-8,1 %	648	603	-7,0 %	40,5	37,7	-6,8 %
Konttialus	1 455	1 588	+9,1 %	501	546	+9,1 %	13 128	14 126	+7,6 %	348	448	+28,5 %	58,2	63,5	+9,1 %
Konttialus, paperi	386	335	-13,1 %	133	115	-13,1 %	3 481	2 984	-14,3 %	87	76	-13,1 %	15,4	13,4	-13,1 %
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	2 175	1 971	-9,4 %	725	657	-9,4 %	18 524	16 549	-10,7 %	632	573	-9,4 %	87,0	78,8	-9,4 %
Kuivalastialus, pitkä etäisyys	1 612	1 797	+11,4 %	537	599	+11,4 %	13 733	15 089	+9,9 %	1 033	1 169	+13,1 %	64,5	71,9	+11,4 %
Roro-lastialus	2 844	2 696	-5,2 %	945	896	-5,2 %	22 473	21 005	-6,5 %	670	634	-5,5 %	113,7	107,8	-5,2 %
Roro-lastialus, paperi	687	613	-10,8 %	228	204	-10,8 %	5 429	4 774	-12,1 %	189	166	-12,1 %	27,5	24,5	-10,8 %
Roro-matkustaja-alus	1 112	1 043	-6,2 %	369	347	-6,2 %	8 785	8 128	-7,5 %	259	243	-6,2 %	44,5	41,7	-6,2 %
Muu alus	283	379	+33,8 %	93	124	+33,8 %	2 588	3 415	+32,0 %	176	245	+38,9 %	11,3	15,2	+33,8 %
Yhteensä	**13 423**	**13 169**	**-1,9 %**	**4 551**	**4 461**	**-2,0 %**	**114 864**	**111 100**	**-3,3 %**	**4 672**	**4 807**	**+2,9 %**	**536,9**	**526,7**	**-1,9 %**

Päästöt alustyypeittäin (tonnia/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Typpioksiduuli (N_2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Raakaöljyalus	1,1	1,1	-0,8 %	41	90	+121,6 %	47 768	46 601	-2,4 %	48 212	47 041	-2,4 %
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	6,5	6,0	-8,7 %	350	256	-26,6 %	275 837	247 475	-10,3 %	278 400	249 815	-10,3 %
Tuotetankkeri, pitkä etäisyys	2,3	3,4	+50,6 %	744	1 139	+53,1 %	95 275	141 003	+48,0 %	96 157	142 331	+48,0 %
Kemikaalialus	6,1	6,0	-2,9 %	772	738	-4,5 %	258 621	246 757	-4,6 %	261 022	249 088	-4,6 %
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	3,8	2,8	-25,7 %	348	245	-29,5 %	148 490	108 421	-27,0 %	149 962	109 515	-27,0 %
Bulkkialus, pitkä etäisyys	10,8	10,1	-6,8 %	3 884	3 519	-9,4 %	428 308	392 303	-8,4 %	432 538	396 246	-8,4 %
Konttialus	15,5	16,9	+9,1 %	580	1 173	+102,1 %	639 211	685 777	+7,3 %	645 289	692 412	+7,3 %
Konttialus, paperi	4,1	3,6	-13,1 %	109	93	-14,9 %	169 472	144 780	-14,6 %	171 084	146 181	-14,6 %
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	23,2	21,0	-9,4 %	1 793	1 586	-11,5 %	959 546	854 346	-11,0 %	968 634	862 581	-10,9 %
Kuivalastialus, pitkä etäisyys	17,2	19,2	+11,4 %	6 078	6 744	+10,9 %	714 070	782 015	+9,5 %	720 807	789 524	+9,5 %
Roro-lastialus	30,3	28,8	-5,2 %	884	807	-8,7 %	1 292 191	1 203 640	-6,9 %	1 304 073	1 214 905	-6,8 %
Roro-lastialus, paperi	7,3	6,5	-10,8 %	441	365	-17,2 %	312 299	273 684	-12,4 %	315 170	276 244	-12,4 %
Roro-matkustaja-alus	11,9	11,1	-6,2 %	319	294	-7,8 %	505 090	465 723	-7,8 %	509 735	470 081	-7,8 %
Muu alus	3,0	4,0	+33,8 %	1 023	1 407	+37,6 %	125 510	165 102	+31,5 %	126 694	166 687	+31,6 %
Yhteensä	**143,2**	**140,5**	**-1,9 %**	**17 366**	**18 457**	**+6,3 %**	**5 971 687**	**5 757 626**	**-3,6 %**	**6 027 777**	**5 812 654**	**-3,6 %**

Päästöt merialueilla vuosina 2018 ja 2019

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöistä kohdistui rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjä lukuun ottamatta vuonna 2019 noin 55–56 % Itämerelle, noin 20 % Pohjanmerelle ja Englannin kanaalin merialueille, noin 23–25 % muille merialueille sekä noin prosentti Pohjois-Amerikan SECA-alueille. Rikkidioksidipäästöistä kohdistui vuonna 2019 noin 11 % Itämerelle, noin 4 % Pohjanmerelle ja Englannin kanaalin merialueille, noin 85 % muille merialueille sekä noin 0,2 % Pohjois-Amerikan SECA-alueille. Hiukkaspäästöistä kohdistui vuonna 2019 noin 35 % Itämerelle, noin 12 % Pohjanmerelle ja Englannin kanaalin merialueille, noin 52 % muille merialueille sekä noin 0,5 % Pohjois-Amerikan SECA-alueille.

Vuodesta 2018 vuoteen 2019 päästöt vähenivät Euroopan SECA-alueilla noin 5,1–7,2 % sekä kasvoivat muilla merialueilla noin 9–12 % ja muuttuivat Pohjois-Amerikan SECA-alueella noin –1,3…+1,0 %. (Taulukko 6)

Taulukko 6. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt komponenteittain ja merialueittain vuosina 2018 ja 2019.

Päästöt merialueittain (tonnia/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Hiilimonoksidi (CO)			Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NO_x)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH_4)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Itämeri (Euroopan SECA)	7 816	7 381	-5,6 %	2 631,3	2 484,0	-5,6 %	65 358	60 816	-7,0 %	1 792	1 693	-5,5 %	312,6	295,2	-5,6 %
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	2 732	2 591	-5,1 %	927,1	878,5	-5,2 %	23 454	21 913	-6,6 %	622	590	-5,1 %	109,3	103,7	-5,1 %
Muut merialueet	2 771	3 091	+11,6 %	957,6	1 062,7	+11,0 %	25 136	27 453	+9,2 %	2 235	2 501	+11,9 %	110,8	123,6	+11,6 %
Pohjois-Amerikan SECA	104	105	+0,6 %	35,4	35,8	+1,0 %	916	918	+0,2 %	24	24	+0,4 %	4,2	4,2	+0,6 %
Yhteensä	**13 423**	**13 169**	**-1,9 %**	**4 551**	**4 461**	**-2,0 %**	**114 864**	**111 100**	**-3,3 %**	**4 672**	**4 807**	**+2,9 %**	**536,9**	**526,7**	**-1,9 %**

Päästöt merialueittain (tonnia/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Typpioksiduuli (N_2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Itämeri (Euroopan SECA)	83,4	78,7	-5,6 %	2 210	2 051	-7,2 %	3 496 065	3 244 809	-7,2 %	3 528 724	3 275 652	-7,2 %
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	29,1	27,6	-5,1 %	767	715	-6,8 %	1 213 080	1 130 855	-6,8 %	1 224 497	1 141 684	-6,8 %
Muut merialueet	29,6	33,0	+11,6 %	14 361	15 662	+9,1 %	1 216 477	1 336 513	+9,9 %	1 228 056	1 349 429	+9,9 %
Pohjois-Amerikan SECA	1,1	1,1	+0,6 %	29	29	-1,3 %	46 064	45 450	-1,3 %	46 500	45 889	-1,3 %
Yhteensä	**143,2**	**140,5**	**-1,9 %**	**17 366**	**18 457**	**+6,3 %**	**5 971 687**	**5 757 626**	**-3,6 %**	**6 027 777**	**5 812 654**	**-3,6 %**

3.2.2 Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästöt

Seuraavana on esitetty karkea arvio ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästöistä, kuljetetusta lastista, kuljetussuoritteesta ja polttoaineen kulutuksesta. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten määrä on arvioitu Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin ulkomaan meriliikenteen tavarakuljetusten tilastojen (ilman transitoa) sekä Tullin ulkomaankaupan logistiikkatilastojen (tilastot eivät sisällä transitoa, mukaan otettu vain merikuljetukset) perusteella vähentämällä suunnittain ja maittain Tullin tilastossa esitetty kuljetusmäärä Traficomin tilastossa esitetystä kuljetusmäärästä. Traficomin ja Tullin tilastoissa kokonaiskuljetusmäärien summat poikkeavat toisistaan, mikä aiheuttaa epävarmuutta epäsuorien merikuljetusten määriin. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten määritelmä on esitetty luvussa 2.1.

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorista tavarakuljetuksista aiheutuvien päästöjen osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetuksista aiheutuvista päästöistä on selvästi pienempi kuin ulkomaan suorista tavarakuljetuksista aiheutuvien päästöjen osuus. Esimerkiksi hiilidioksidipäästöistä noin 20 % aiheutui vuonna 2019 ulkomaan laivaliikenteen epäsuorista tavarakuljetuksista, kun suorien tavarakuljetusten osuus oli noin 79 %.

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästöt komponenteittain sekä kuljetettu lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus vuodelta 2019 on esitetty seuraavissa taulukoissa (Taulukko 7 ja Taulukko 8).

Taulukko 7. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästöt komponenteittain vuonna 2019 (karkea arvio).

Päästöt (tonnia/vuosi)	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä	3 333	1 147	29 650	2 575	133	36	15 873	1 447 148	1 461 074
Satamassa	40	14	352	9	2	0	11	17 082	17 248
Yhteensä	**3 372**	**1 161**	**30 002**	**2 584**	**135**	**36**	**15 884**	**1 464 230**	**1 478 321**
Tuonti	645	222	5 743	483	26	7	2 949	280 222	282 919
Vienti	2 727	938	24 260	2 101	109	29	12 935	1 184 008	1 195 402
Yhteensä	**3 372**	**1 161**	**30 002**	**2 584**	**135**	**36**	**15 884**	**1 464 230**	**1 478 321**
Päästöt merialueittain (tonnia/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	254	87	2 257	57	10	3	69	109 499	110 560
Muut merialueet	3 106	1 069	27 638	2 525	124	33	15 811	1 349 494	1 362 474
Pohjois-Amerikan SECA	12	4	108	3	0	0	3	5 237	5 288
Yhteensä	**3 372**	**1 161**	**30 002**	**2 584**	**135**	**36**	**15 884**	**1 464 230**	**1 478 321**
Päästöt alustyypeittäin (tonnia/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Konttialus, lyhyt etäisyys	911	314	8 109	658	36	10	3 965	395 579	399 388
Konttialus, pitkä etäisyys	2 461	847	21 893	1 926	98	26	11 919	1 068 651	1 078 933
Yhteensä	**3 372**	**1 161**	**30 002**	**2 584**	**135**	**36**	**15 884**	**1 464 230**	**1 478 321**

Taulukko 8. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus vuonna 2019 (karkea arvio).

	Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	**Kuljetussuorite** (milj. tonnikm/vuosi)	**Polttoaineen kulutus** (milj. tonnia/vuosi)
Tuonti	3,033	26 563	0,088
Vienti	9,446	119 986	0,372
Yhteensä	**12,479**	**146 549**	**0,460**
Konttialus, lyhyt etäisyys	5,036	24 161	0,124
Konttialus, pitkä etäisyys	7,443	122 388	0,336
Yhteensä	**12,479**	**146 549**	**0,460**

3.2.3 Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt

Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt komponenteittain sekä kuljetettu lasti ja kuljetussuorite vuodelta 2019 on esitetty seuraavissa taulukoissa (Taulukko 9 ja Taulukko 10). Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten määritelmä on esitetty luvussa 2.1 ja vesialueet on esitetty kartalla luvussa 2.2 olevassa kuvassa (Kuva 3).

Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetuksista aiheutuvien päästöjen osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetuksista aiheutuvista päästöistä on selvästi pienin. Esimerkiksi hiilidioksidipäästöistä noin 1 % aiheutui vuonna 2019 kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetuksista.

Taulukko 9. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt komponenteittain ja vesialueittain vuonna 2019.

Päästöt (tonnia/vuosi)	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Vesiväylällä	125,7	42,2	1 052,1	28,7	5,0	1,3	34,8	55 051	55 577
Satamassa	24,8	8,3	212,8	5,6	1,0	0,3	6,8	10 826	10 930
Yhteensä	**150,6**	**50,5**	**1 264,9**	**34,4**	**6,0**	**1,6**	**41,6**	**65 877**	**66 506**
Sisävesillä (ml. Saimaan kanava) *	9,0	3,0	75,8	2,0	0,4	0,1	2,5	3 910	3 948
Rannikolla	141,5	47,5	1 189,2	32,3	5,7	1,5	39,2	61 967	62 559
Yhteensä	**150,6**	**50,5**	**1 264,9**	**34,4**	**6,0**	**1,6**	**41,6**	**65 877**	**66 506**

* Sisävesillä kaikki tavarat on kuljetettu alustyypilla kuivalastialus, lyhyt etäisyys

Päästöt alustyypeittäin (tonnia/vuosi) **Vesiväylällä ja satamassa yhteensä**	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	63,7	21,7	527,9	14,7	2,5	0,7	17,8	28 152	28 418
Kemikaalialus	1,4	0,5	11,6	0,3	0,1	0,0	0,4	617	623
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	1,4	0,5	14,2	0,3	0,1	0,0	0,4	579	585
Konttialus	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	10	10
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	56,7	18,9	475,9	12,8	2,3	0,6	15,5	24 550	24 787
Roro-lastialus	7,2	2,4	56,2	1,7	0,3	0,1	2,0	3 220	3 250
Roro-lastialus, paperi	0,4	0,1	3,3	0,1	0,0	0,0	0,1	192	193
Roro-matkustaja-alus	1,5	0,5	11,7	0,4	0,1	0,0	0,4	672	678
Muu alus	18,2	6,0	163,9	4,1	0,7	0,2	5,0	7 886	7 962
Yhteensä	**150,6**	**50,5**	**1 264,9**	**34,4**	**6,0**	**1,6**	**41,6**	**65 877**	**66 506**

Taulukko 10. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus vuonna 2019.

	Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	**Kuljetussuorite** (milj. tonnikm/vuosi)	**Polttoaineen kulutus** (milj. tonnia/vuosi)
Sisävesillä (ml. Saimaan kanava)	0,564	134,0	0,0012
Rannikolla	9,584	3 102,7	0,0196
Yhteensä	**10,148**	**3 236,7**	**0,0208**
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	3,466	1 871,3	0,0089
Kemikaalialus	0,121	31,0	0,0002
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	0,170	36,1	0,0002
Konttialus	0,001	0,2	0,0000
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	2,786	876,5	0,0078
Roro-lastialus	0,165	25,7	0,0010
Roro-lastialus, paperi	0,018	4,9	0,0001
Roro-matkustaja-alus	0,036	5,5	0,0002
Muu alus	3,385	385,6	0,0025
Yhteensä	**10,148**	**3 236,7**	**0,0208**

3.2.4 *Laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt talousalueittain*

MERIMA-kokonaispäästömalli laajennettiin palvelemaan Liikenne- ja viestintäministeriön laivaliikenteen päästökauppaan liittyviä tietotarpeita. Tässä luvussa on esitetty mallin laskemat tulokset Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöistä talousalueittain vuonna 2019.

Britannia oli vuonna 2019 Euroopan unionin ja Euroopan talousalueen jäsen, mutta tässä esitetyissä tuloksissa Britannia kuuluu Euroopan unionin ja Euroopan talousalueen ulkopuolisiin maihin.

Keskeiset käsitteet ja määritelmät on esitetty luvussa 2.1.

Hiilidioksidipäästöt Euroopan unionin sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksissa

Suomen Euroopan unionin sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksissa selvästi suurin osa (noin 95 %) hiilidioksidipäästöistä aiheutui suorasta ulkomaan laivaliikenteestä ja selvästi suurimman osan (noin 86 %) hiilidioksidipäästöistä aiheuttivat yli 5 000 GT:n kokoiset alukset. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöistä noin 52 % aiheutui Euroopan unionin sisäisistä tavarakuljetuksista sekä noin 48 % Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisistä tavarakuljetuksista. (Taulukko 11)

Taulukko 11. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019.

Euroopan unioni (EU)				
Hiilidioksidipäästöt (CO2) (tonnia/vuosi)		Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	3 083 174	525 145	3 608 320
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	125 044	0	125 044
	Kotimaan laivaliikenne, rannikko	43 887	18 081	61 967
	Kotimaan laivaliikenne, sisävedet (ml. Saimaan kanava)	1 370	2 539	3 910
	Yhteensä	**3 253 476**	**545 765**	**3 799 241**
	Merellä ja vesiväylällä	3 203 222	480 196	3 683 418
	Satamassa	50 254	65 569	115 823
	Yhteensä	**3 253 476**	**545 765**	**3 799 241**
	Ulkomaan tuonti	1 321 587	220 123	1 541 710
	Ulkomaan vienti	1 886 632	305 022	2 191 654
	Kotimaan kuljetukset	45 257	20 620	65 877
* Britannia ei mukana	**Yhteensä**	**3 253 476**	**545 765**	**3 799 241**
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	1 490 683	658 624	2 149 307
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	1 339 185	0	1 339 185
	Yhteensä	**2 829 869**	**658 624**	**3 488 492**
	Merellä ja vesiväylällä	2 798 743	645 207	3 443 950
	Satamassa	31 126	13 416	44 542
	Yhteensä	**2 829 869**	**658 624**	**3 488 492**
	Ulkomaan tuonti	648 678	157 136	805 814
	Ulkomaan vienti	2 181 191	501 487	2 682 678
	Yhteensä	**2 829 869**	**658 624**	**3 488 492**

Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivakuljetuksissa on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 12).

Taulukko 12. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019.

Euroopan unioni (EU)

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)			Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	22,163	5,787	27,950
		Ulkomaan vienti	33,475	6,193	39,669
		Yhteensä	**55,638**	**11,980**	**67,618**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne **	Ulkomaan tuonti	1,203	0,000	1,203
		Ulkomaan vienti	1,669	0,000	1,669
		Yhteensä	**2,872**	**0,000**	**2,872**
	** Epäsuorien kuljetusten määrät sisältyvät suoran ulkomaan laivaliikenteen kuljetusten määriin				
	Kotimaan laivaliikenne	Rannikko	6,899	2,685	9,584
		Sisävedet (ml. Saimaan kanava)	0,198	0,366	0,564
* Britannia ei mukana		**Yhteensä**	**7,096**	**3,052**	**10,148**
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	17,617	2,416	20,033
		Ulkomaan vienti	10,241	3,383	13,624
		Yhteensä	**27,859**	**5,799**	**33,658**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne **	Ulkomaan tuonti	1,829	0,000	1,829
		Ulkomaan vienti	7,777	0,000	7,777
		Yhteensä	**9,607**	**0,000**	**9,607**
	** Epäsuorien kuljetusten määrät sisältyvät suoran ulkomaan laivaliikenteen kuljetusten määriin				

Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)			Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	27 554	8 431	35 984
		Ulkomaan vienti	52 269	11 998	64 267
		Yhteensä	**79 822**	**20 429**	**100 251**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	2 966	0	2 966
		Ulkomaan vienti	4 539	0	4 539
		Yhteensä	**7 506**	**0**	**7 506**
	Kotimaan laivaliikenne	Rannikko	2 347	756	3 103
		Sisävedet (ml. Saimaan kanava)	47	87	134
* Britannia ei mukana		**Yhteensä**	**2 394**	**843**	**3 237**
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	33 595	8 699	42 295
		Ulkomaan vienti	83 434	28 426	111 860
		Yhteensä	**117 029**	**37 125**	**154 154**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	23 596	0	23 596
		Ulkomaan vienti	115 447	0	115 447
		Yhteensä	**139 043**	**0**	**139 043**

Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)			Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,402	0,070	0,472
		Ulkomaan vienti	0,572	0,096	0,669
		Yhteensä	**0,974**	**0,166**	**1,140**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,01558	0,00000	0,01558
		Ulkomaan vienti	0,02375	0,00000	0,02375
		Yhteensä	**0,03934**	**0,00000**	**0,03934**
	Kotimaan laivaliikenne	Rannikko	0,0139	0,0057	0,0196
		Sisävedet (ml. Saimaan kanava)	0,0004	0,0008	0,0012
* Britannia ei mukana		**Yhteensä**	**0,0143**	**0,0065**	**0,0208**
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,132	0,050	0,181
		Ulkomaan vienti	0,338	0,158	0,496
		Yhteensä	**0,469**	**0,207**	**0,677**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,07248	0,00000	0,07248
		Ulkomaan vienti	0,34824	0,00000	0,34824
		Yhteensä	**0,42072**	**0,00000**	**0,42072**

Hiilidioksidipäästöt Euroopan talousalueen sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksissa

Suomen Euroopan talousalueen sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt olivat noin 2,6 % suuremmat kuin Euroopan unionin alueen sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt. Ero johtuu pääasiassa Suomen ja Norjan välisen laivaliikenteen tavarakuljetuksista. (Taulukko 11 ja Taulukko 13)

Taulukko 13. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivakuljetuksissa vuonna 2019.

Euroopan talousalue (ETA)				
Hiilidioksidipäästöt (CO2) (tonnia/vuosi)		Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	3 147 236	558 299	3 705 535
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	126 019	0	126 019
	Kotimaan laivaliikenne, rannikko	43 887	18 081	61 967
	Kotimaan laivaliikenne, sisävedet (ml. Saimaan kanava)	1 370	2 539	3 910
	Yhteensä	**3 318 512**	**578 919**	**3 897 431**
	Merellä ja vesiväylällä	3 266 753	512 209	3 778 962
	Satamassa	51 759	66 710	118 469
	Yhteensä	**3 318 512**	**578 919**	**3 897 431**
	Ulkomaan tuonti	1 370 560	238 621	1 609 181
	Ulkomaan vienti	1 902 695	319 677	2 222 373
	Kotimaan kuljetukset	45 257	20 620	65 877
* Britannia ei mukana	**Yhteensä**	**3 318 512**	**578 919**	**3 897 431**
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	1 426 622	625 470	2 052 092
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	1 338 211	0	1 338 211
	Yhteensä	**2 764 833**	**625 470**	**3 390 303**
	Merellä ja vesiväylällä	2 735 212	613 195	3 348 407
	Satamassa	29 621	12 275	41 896
	Yhteensä	**2 764 833**	**625 470**	**3 390 303**
	Ulkomaan tuonti	599 706	138 638	738 343
	Ulkomaan vienti	2 165 127	486 832	2 651 959
	Yhteensä	**2 764 833**	**625 470**	**3 390 303**

Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivakuljetuksissa vuonna 2019 on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 14).

Taulukko 14. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivakuljetuksissa vuonna 2019.

Euroopan talousalue (ETA)

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)			Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	23,919	6,138	30,056
		Ulkomaan vienti	33,864	6,463	40,327
		Yhteensä	**57,783**	**12,601**	**70,384**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne **	Ulkomaan tuonti	1,205	0,000	1,205
		Ulkomaan vienti	1,694	0,000	1,694
		Yhteensä	**2,899**	**0,000**	**2,899**
	** Epäsuorien kuljetusten määrät sisältyvät suoran ulkomaan laivaliikenteen kuljetusten määriin				
	Kotimaan laivaliikenne	Rannikko	6,899	2,685	9,584
		Sisävedet (ml. Saimaan kanava)	0,198	0,366	0,564
* Britannia ei mukana		**Yhteensä**	**7,096**	**3,052**	**10,148**
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	15,861	2,066	17,927
		Ulkomaan vienti	9,852	3,113	12,966
		Yhteensä	**25,714**	**5,179**	**30,893**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne **	Ulkomaan tuonti	1,828	0,000	1,828
		Ulkomaan vienti	7,752	0,000	7,752
		Yhteensä	**9,580**	**0,000**	**9,580**
	** Epäsuorien kuljetusten määrät sisältyvät suoran ulkomaan laivaliikenteen kuljetusten määriin				

Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)			Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	31 686	9 282	40 968
		Ulkomaan vienti	53 039	12 599	65 637
		Yhteensä	**84 725**	**21 881**	**106 606**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	2 970	0	2 970
		Ulkomaan vienti	4 594	0	4 594
		Yhteensä	**7 564**	**0**	**7 564**
	Kotimaan laivaliikenne	Rannikko	2 347	756	3 103
		Sisävedet (ml. Saimaan kanava)	47	87	134
* Britannia ei mukana		**Yhteensä**	**2 394**	**843**	**3 237**
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	29 462	7 848	37 311
		Ulkomaan vienti	82 664	27 825	110 489
		Yhteensä	**112 126**	**35 673**	**147 800**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	23 593	0	23 593
		Ulkomaan vienti	115 392	0	115 392
		Yhteensä	**138 985**	**0**	**138 985**

Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)			Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,417	0,075	0,493
		Ulkomaan vienti	0,577	0,101	0,678
		Yhteensä	**0,995**	**0,176**	**1,171**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,01560	0,00000	0,01560
		Ulkomaan vienti	0,02404	0,00000	0,02404
		Yhteensä	**0,03964**	**0,00000**	**0,03964**
	Kotimaan laivaliikenne	Rannikko	0,0139	0,0057	0,0196
		Sisävedet (ml. Saimaan kanava)	0,0004	0,0008	0,0012
* Britannia ei mukana		**Yhteensä**	**0,0143**	**0,0065**	**0,0208**
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Suora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,116	0,044	0,160
		Ulkomaan vienti	0,333	0,153	0,486
		Yhteensä	**0,449**	**0,197**	**0,646**
	Epäsuora ulkomaan laivaliikenne	Ulkomaan tuonti	0,07246	0,00000	0,07246
		Ulkomaan vienti	0,34796	0,00000	0,34796
		Yhteensä	**0,42042**	**0,00000**	**0,42042**

Hiilidioksidipäästöt Euroopan unionin sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksissa alustyypeittäin

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 15) on esitetty Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa ulkomaan tuonnissa, ulkomaan viennissä ja kotimaan kuljetuksissa yhteensä.

Liitteenä olevissa taulukoissa on esitetty ulkomaan tuonnin (Liitetaulukko 10 ja Liitetaulukko 13), ulkomaan viennin (Liitetaulukko 11 ja Liitetaulukko 14) ja kotimaan kuljetusten (Liitetaulukko 12 ja Liitetaulukko 15) hiilidioksidipäästöt, kuljetetut lastit, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutukset. Lisäksi liitteenä olevissa taulukoissa on esitetty aluskokoluokkien yli 5 000 GT (Liitetaulukko 20) ja 400–5 000 GT (Liitetaulukko 21) kaikki päästöt komponenteittain.

Suomen Euroopan unionin sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksissa selvästi suurimman osan (noin 46 %) hiilidioksidipäästöistä aiheuttivat roro-alukset. Hiilidioksidipäästöt sisältävät suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetusten sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt. (Taulukko 15)

Alustyyppien ominaisuuksia on esitetty luvussa 2.2.

Taulukko 15. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivakuljetuksissa vuonna 2019. Hiilidioksidipäästöt sisältävät suoran ja epäsuoran laivaliikenteen sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt.

Hiilidioksidipäästöt (CO_2) (tonnia/vuosi)
Ulkomaan tuonti, ulkomaan vienti ja kotimaan kuljetukset yhteensä

Euroopan unioni (EU)

EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	319 116	42 461	361 576
Bulkkialus	70 661	8 099	78 759
Konttialus	830 078	22 557	852 635
Kuivalastialus	288 479	445 861	734 340
Roro-alus	1 733 264	23 026	1 756 290
Muu alus	11 878	3 762	15 641
Yhteensä	**3 253 476**	**545 765**	**3 799 241**

* Britannia ei mukana

EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	313 226	35 802	349 029
Bulkkialus	383 549	38 994	422 543
Konttialus	1 440 669	1 493	1 442 162
Kuivalastialus	367 873	558 699	926 572
Roro-alus	189 905	935	190 840
Muu alus	134 646	22 702	157 347
Yhteensä	**2 829 869**	**658 624**	**3 488 492**

Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019 on esitetty seuraavassa taulukossa. Taulukossa esitettyihin lukuihin sisältyvät ulkomaan laivaliikenteen suorat ja epäsuorat tavarakuljetukset sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset. (Taulukko 16).

Taulukko 16. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Lukuihin sisältyvät ulkomaan laivaliikenteen suorat ja epäsuorat tavarakuljetukset sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset.

EU:n sisäiset tavarakuljetukset *

Ulkomaan tuonti, ulkomaan vienti ja kotimaan kuljetukset yhteensä

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	16,1	1,7	17,9
Bulkkialus	2,9	0,3	3,2
Konttialus	10,6	0,1	10,7
Kuivalastialus	7,6	11,8	19,4
Roro-alus	21,4	0,0	21,4
Muu alus	4,1	1,1	5,3
Yhteensä	**62,7**	**15,0**	**77,8**

Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	22 457	2 546	25 003
Bulkkialus	6 447	632	7 080
Konttialus	29 152	134	29 286
Kuivalastialus	11 707	17 781	29 488
Roro-alus	19 228	5	19 233
Muu alus	731	174	904
Yhteensä	**89 722**	**21 272**	**110 993**

Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,101	0,013	0,114
Bulkkialus	0,022	0,003	0,025
Konttialus	0,262	0,007	0,269
Kuivalastialus	0,091	0,141	0,232
Roro-alus	0,548	0,007	0,555
Muu alus	0,004	0,001	0,005
Yhteensä	**1,028**	**0,172**	**1,200**

* Britannia ei mukana

EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset

Ulkomaan tuonti ja ulkomaan vienti yhteensä

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	16,7	0,6	17,3
Bulkkialus	5,2	0,5	5,7
Konttialus	0,5	0,0	0,5
Kuivalastialus	2,9	4,4	7,4
Roro-alus	1,2	0,0	1,2
Muu alus	1,3	0,2	1,6
Yhteensä	**27,9**	**5,8**	**33,7**

Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	30 086	2 655	32 741
Bulkkialus	50 805	4 892	55 696
Konttialus	142 046	19	142 065
Kuivalastialus	18 276	27 595	45 871
Roro-alus	2 888	1	2 889
Muu alus	11 971	1 965	13 936
Yhteensä	**256 072**	**37 125**	**293 197**

Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,099	0,011	0,110
Bulkkialus	0,121	0,012	0,133
Konttialus	0,453	0,000	0,453
Kuivalastialus	0,116	0,176	0,292
Roro-alus	0,060	0,000	0,060
Muu alus	0,042	0,007	0,049
Yhteensä	**0,890**	**0,207**	**1,098**

Hiilidioksidipäästöt Euroopan talousalueen sisäisen laivaliikenteen tavarakuljetuksissa alustyypeittäin

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 17) on esitetty Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa ulkomaan tuonnissa, ulkomaan viennissä ja kotimaan kuljetuksissa yhteensä. Hiilidioksidipäästöt sisältävät ulkomaan suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetusten sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt.

Liitteenä olevissa taulukoissa on esitetty ulkomaan tuonnin (Liitetaulukko 16 ja Liitetaulukko 18), ulkomaan viennin (Liitetaulukko 17 ja Liitetaulukko 19) ja kotimaan kuljetusten (Liitetaulukko 12 ja Liitetaulukko 15) hiilidioksidipäästöt, kuljetetut lastit, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutukset. Lisäksi liitteenä olevissa taulukoissa on esitetty aluskokoluokkien yli 5 000 GT (Liitetaulukko 20) ja 400–5 000 GT (Liitetaulukko 21) kaikki päästöt komponenteittain.

Taulukko 17. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Hiilidioksidipäästöt sisältävät ulkomaan laivaliikenteen suorien ja epäsuorien tavarakuljetusten sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt.

Hiilidioksidipäästöt (CO_2)
(tonnia/vuosi)
Ulkomaan tuonti, ulkomaan vienti ja kotimaan kuljetukset yhteensä

Euroopan talousalue (ETA)

ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	361 171	48 653	409 824
Bulkkialus	74 555	8 522	83 077
Konttialus	831 532	22 574	854 106
Kuivalastialus	305 821	472 373	778 194
Roro-alus	1 733 517	23 027	1 756 544
Muu alus	11 916	3 770	15 686
Yhteensä	**3 318 512**	**578 919**	**3 897 431**

* Britannia ei mukana

ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	271 171	29 610	300 781
Bulkkialus	379 655	38 570	418 225
Konttialus	1 439 215	1 476	1 440 691
Kuivalastialus	350 531	532 186	882 717
Roro-alus	189 653	933	190 586
Muu alus	134 608	22 694	157 302
Yhteensä	**2 764 833**	**625 470**	**3 390 303**

Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019 on esitetty seuraavassa taulukossa. Taulukossa esitettyihin lukuihin sisältyvät suora ja epäsuora laivaliikenne sekä kotimaan laivaliikenne. (Taulukko 18)

Taulukko 18. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lasti, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Lukuihin sisältyvät ulkomaan laivaliikenteen suorat ja epäsuorat tavarakuljetukset sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset.

ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *

Ulkomaan tuonti, ulkomaan vienti ja kotimaan kuljetukset yhteensä

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	17,9	1,9	19,7
Bulkkialus	3,0	0,3	3,3
Konttialus	10,6	0,1	10,7
Kuivalastialus	7,9	12,2	20,1
Roro-alus	21,4	0,0	21,4
Muu alus	4,1	1,1	5,3
Yhteensä	**64,9**	**15,7**	**80,5**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	26 297	2 906	29 204
Bulkkialus	6 789	665	7 455
Konttialus	29 224	134	29 358
Kuivalastialus	12 407	18 839	31 247
Roro-alus	19 230	5	19 235
Muu alus	734	174	908
Yhteensä	**94 683**	**22 723**	**117 406**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,114	0,015	0,130
Bulkkialus	0,024	0,003	0,026
Konttialus	0,263	0,007	0,270
Kuivalastialus	0,097	0,149	0,246
Roro-alus	0,548	0,007	0,555
Muu alus	0,004	0,001	0,005
Yhteensä	**1,049**	**0,183**	**1,231**

* Britannia ei mukana

ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset

Ulkomaan tuonti ja ulkomaan vienti yhteensä

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	14,9	0,5	15,4
Bulkkialus	5,1	0,5	5,5
Konttialus	0,5	0,0	0,5
Kuivalastialus	2,6	4,0	6,6
Roro-alus	1,2	0,0	1,2
Muu alus	1,3	0,2	1,6
Yhteensä	**25,7**	**5,2**	**30,9**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	26 246	2 294	28 540
Bulkkialus	50 462	4 859	55 321
Konttialus	141 974	18	141 993
Kuivalastialus	17 576	26 537	44 112
Roro-alus	2 886	1	2 887
Muu alus	11 967	1 964	13 932
Yhteensä	**251 111**	**35 673**	**286 785**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,09	0,009	0,095
Bulkkialus	0,12	0,012	0,132
Konttialus	0,45	0,000	0,453
Kuivalastialus	0,11	0,168	0,278
Roro-alus	0,06	0,000	0,060
Muu alus	0,04	0,007	0,049
Yhteensä	**0,87**	**0,197**	**1,067**

3.2.5 Laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt yhteensä

Seuraavissa taulukoissa on esitetty MERIMA-kokonaispäästömallin laskemat Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt sekä kuljetetut lastit, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutus vuodelta 2019 yhteensä. (Taulukko 19 ja Taulukko 20)

Selvästi suurin osa Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöistä syntyi vuonna 2019 ulkomaan laivaliikenteen suorista tavarakuljetuksista. Hiukkaspäästöistä noin 65 %, rikkidioksidipäästöistä 54 % ja muista päästökomponenteista noin 78–79 % syntyi suoran ulkomaan laivaliikenteen tavarakuljetuksista. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten osuus päästöistä oli alle prosentti.

Taulukko 19. Laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt vuonna 2019 yhteensä.

Päästöt meri- ja vesiväylällä sekä satamassa (tonnia/vuosi)		Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Kaikki laivakuljetukset yhteensä	Merellä ja vesiväylällä	16 324	5 547	139 242	7 342	653	174	34 281	7 127 369	7 195 581
	Satamassa	367	125	3 125	84	15	4	101	160 365	161 901
	Yhteensä	**16 691**	**5 672**	**142 367**	**7 426**	**668**	**178**	**34 382**	**7 287 734**	**7 357 481**
Kotimaan laivakuljetukset	Vesiväylällä	126	42	1 052	29	5	1	35	55 051	55 577
	Satamassa	25	8	213	6	1	0	7	10 826	10 930
	Yhteensä	**151**	**51**	**1 265**	**34**	**6**	**2**	**42**	**65 877**	**66 506**
Suorat ulkomaan laivakuljetukset	Merellä	12 866	4 358	108 539	4 738	515	137	18 373	5 625 170	5 678 930
	Satamassa	303	103	2 561	69	12	3	84	132 457	133 723
	Yhteensä	**13 169**	**4 461**	**111 100**	**4 807**	**527**	**140**	**18 457**	**5 757 626**	**5 812 654**
Epäsuorat ulkomaan laivakuljetukset (karkea arvio)	Merellä	3 333	1 147	29 650	2 575	133	36	15 873	1 447 148	1 461 074
	Satamassa	40	14	352	9	2	0	11	17 082	17 248
	Yhteensä	**3 372**	**1 161**	**30 002**	**2 584**	**135**	**36**	**15 884**	**1 464 230**	**1 478 321**

Päästöt tuonnissa ja viennissä (tonnia/vuosi)		Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Kaikki laivakuljetukset yhteensä	Ulkomaan tuonti	5 349	1 801	44 713	1 994	214	57	7 809	2 347 524	2 369 878
	Ulkomaan vienti	11 191	3 821	96 389	5 397	448	119	26 532	4 874 332	4 921 097
	Kotimaan kuljetukset	151	51	1 265	34	6	2	42	65 877	66 506
	Yhteensä	**16 691**	**5 672**	**142 367**	**7 426**	**668**	**178**	**34 382**	**7 287 734**	**7 357 481**
Kotimaan laivakuljetukset	**Yhteensä**	**151**	**51**	**1 265**	**34**	**6**	**2**	**42**	**65 877**	**66 506**
Suorat ulkomaan laivakuljetukset	Tuonti	4 704	1 578	38 970	1 511	188	50	4 860	2 067 303	2 086 959
	Vienti	8 465	2 883	72 130	3 296	339	90	13 597	3 690 324	3 725 695
	Yhteensä	**13 169**	**4 461**	**111 100**	**4 807**	**527**	**140**	**18 457**	**5 757 626**	**5 812 654**
Epäsuorat ulkomaan laivakuljetukset (karkea arvio)	Tuonti	645	222	5 743	483	26	7	2 949	280 222	282 919
	Vienti	2 727	938	24 260	2 101	109	29	12 935	1 184 008	1 195 402
	Yhteensä	**3 372**	**1 161**	**30 002**	**2 584**	**135**	**36**	**15 884**	**1 464 230**	**1 478 321**

Taulukko 20. Laivaliikenteen tavarakuljetusten lastit, kuljetussuoritteet ja polttoaineen kulutukset vuonna 2019 yhteensä.

		Kuljetettu lasti* (milj. tonnia/vuosi)	**Kuljetussuorite** (milj. tonnikm/vuosi)	**Polttoaineen kulutus** (milj. tonnia/vuosi)
Kaikki laivakuljetukset yhteensä	Ulkomaan tuonti	48,0	104 842	0,74
	Ulkomaan vienti	53,3	296 112	1,54
	Kotimaan kuljetukset	10,1	3 237	0,02
	Yhteensä	**111,4**	**404 191**	**2,30**
Kotimaan laivakuljetukset	**Yhteensä**	**10,1**	**3 237**	**0,02**
Suorat ulkomaan laivakuljetukset	Tuonti	48,0	78 279	0,65
	Vienti	53,3	176 126	1,16
	Yhteensä	**101,3**	**254 405**	**1,82**
Epäsuorat ulkomaan laivakuljetukset (karkea arvio)	Tuonti	3,0	26 563	0,09
	Vienti	9,4	119 986	0,37
	Yhteensä	**12,5**	**146 549**	**0,46**

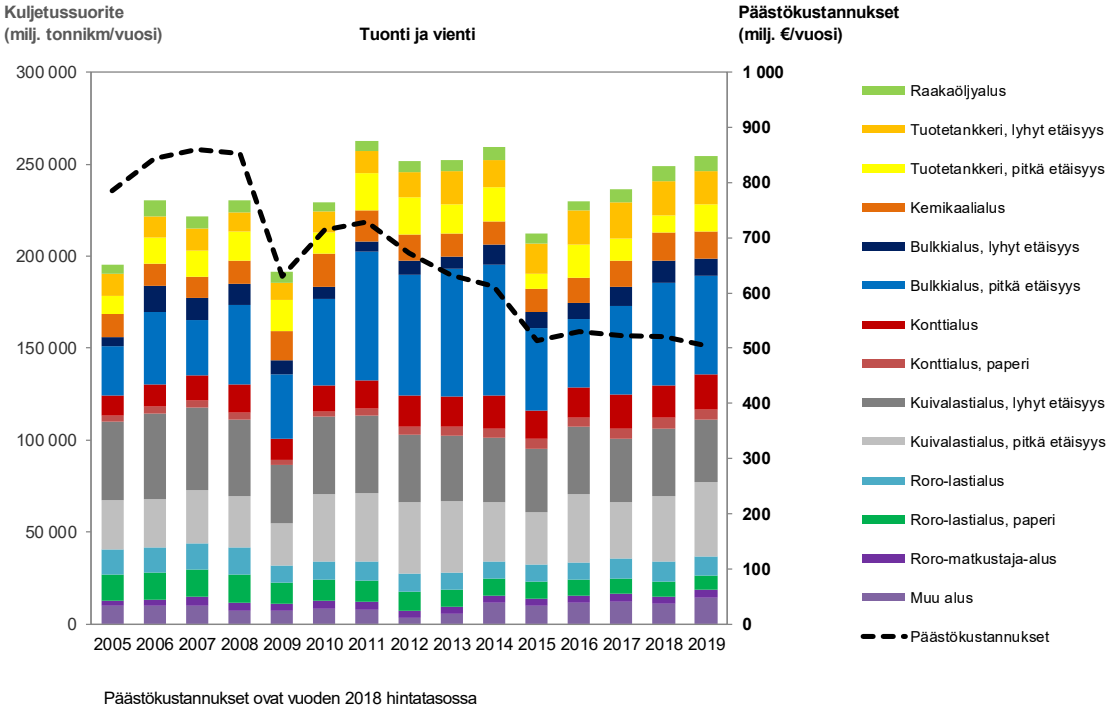
* Epäsuorien kuljetusten määrät sisältyvät suoran ulkomaan laivaliikenteen kuljetusten määriin

3.3 Päästökustannukset

Kokonaispäästömallilla lasketut päästökustannukset on laskettu Väyläviraston Vesiväylähankkeiden arviointiohje 38/2020 -julkaisussa esitettyjen päästökomponenttikohtaisten yksikkökustannusten perusteella. Julkaisussa esitettyjä yksikkökustannuksia on käytetty myös Suomen aluevesirajojen ulkopuolella. Julkaisussa yksikkökustannukset on määritetty hiilivety-, typen oksidi-, hiukkas-, metaani-, typen oksidi-, rikkidioksidi ja hiilidioksidipäästöille. Sekä yksikkökustannukset että mallin laskemat päästökustannukset ovat vuoden 2018 hintatasossa. Päästökustannuksiin tulee suhtautua suuntaa antavana tietona yhtäältä siksi, että hiilidioksidin arvottamiseen vaikuttaa ilmastopolitiikka ja toisaalta siksi, että muiden yhdisteiden aiheuttamien haittojen arvottaminen on tehty jo varsin kauan sitten.

3.3.1 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästökustannukset

Ulkomaan laivaliikenteen suorista tavarakuljetuksista aiheutuvat päästökustannukset vaihtelivat vuosina 2005–2019 noin 504 miljoonasta eurosta noin 860 miljoonaan euroon (vuoden 2018 hintataso). Päästökustannuksista selvästi suurin osa, noin 88 %, johtui hiilidioksidipäästöistä, koska hiilidioksidipäästöjen määrä on selvästi suurin kaikista päästökomponenteista. Päästökustannusten kehitys noudatteleekin hiilidioksidipäästöjen kehitystä. (Kuva 18, Taulukko 5, Liitetaulukko 1, Liitetaulukko 2 ja Liitetaulukko 3)



Kuva 18. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästökustannukset vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty alustyypeittäin.

Vuodesta 2018 vuoteen 2019 ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästökustannukset vähenivät noin 3,2 %. Vuonna 2018 päästökustannukset olivat yhteensä noin 521 miljoonaa euroa ja vuonna 2019 noin 504 miljoonaa euroa. Päästökustannukset ovat vuoden 2018 hintatasossa. (Taulukko 21)

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästökustannusten osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannuksista oli vuonna 2019 noin 78 %.

Taulukko 21. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästökustannukset komponenteittain vuosina 2018 ja 2019. Päästökustannukset ovat vuoden 2018 hintatasossa.

Päästökustannukset (milj. €/vuosi)	Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NO_x)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH_4)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Merellä	0,147	0,144	-2,0 %	35,12	33,97	-3,3 %	15,44	15,90	+3,0 %	0,453	0,445	-1,9 %
Satamassa	0,003	0,003	-2,2 %	0,83	0,80	-3,7 %	0,50	0,49	-2,1 %	0,011	0,010	-2,2 %
Yhteensä	**0,150**	**0,147**	**-2,0 %**	**35,95**	**34,77**	**-3,3 %**	**15,93**	**16,38**	**+2,8 %**	**0,464**	**0,455**	**-1,9 %**
Tuonti	0,058	0,052	-9,7 %	13,71	12,20	-11,0 %	5,82	5,15	-11,5 %	0,180	0,163	-9,6 %
Vienti	0,092	0,095	+2,8 %	22,24	22,58	+1,5 %	10,12	11,23	+11,0 %	0,284	0,293	+3,0 %
Yhteensä	**0,150**	**0,147**	**-2,0 %**	**35,95**	**34,77**	**-3,3 %**	**15,93**	**16,38**	**+2,8 %**	**0,464**	**0,455**	**-1,9 %**

Päästökustannukset merialueittain (milj. €/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NOx)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH4)		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Itämeri (Euroopan SECA)	0,087	0,082	-5,6 %	20,46	19,04	-7,0 %	6,21	5,87	-5,4 %	0,270	0,255	-5,6 %
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	0,031	0,029	-5,2 %	7,34	6,86	-6,6 %	2,13	2,02	-5,1 %	0,094	0,090	-5,1 %
Muut merialueet	0,032	0,035	11,0 %	7,87	8,59	9,2 %	7,51	8,40	11,9 %	0,096	0,107	11,6 %
Pohjois-Amerikan SECA	0,001	0,001	1,0 %	0,29	0,29	0,2 %	0,08	0,08	1,0 %	0,004	0,004	0,6 %
Yhteensä	**0,150**	**0,147**	**-2,0 %**	**35,95**	**34,77**	**-3,3 %**	**15,93**	**16,38**	**2,8 %**	**0,464**	**0,455**	**-1,9 %**

Päästökustannukset (milj. €/vuosi)	Typpioksiduuli (N_2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Kaikki päästökomponentit yhteensä		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Merellä	1,78	1,75	-1,9 %	6,64	7,06	+6,3 %	449,22	433,14	-3,6 %	508,80	492,40	-3,2 %
Satamassa	0,04	0,04	-2,2 %	0,03	0,03	-3,8 %	10,60	10,20	-3,8 %	12,02	11,57	-3,7 %
Yhteensä	**1,83**	**1,79**	**-1,9 %**	**6,67**	**7,09**	**+6,3 %**	**459,82**	**443,34**	**-3,6 %**	**520,82**	**503,97**	**-3,2 %**
Tuonti	0,71	0,64	-9,6 %	2,23	1,87	-16,3 %	178,97	159,18	-11,1 %	202,71	180,95	-10,7 %
Vienti	1,12	1,15	+3,0 %	4,44	5,22	+17,6 %	280,85	284,15	+1,2 %	318,11	323,03	+1,5 %
Yhteensä	**1,83**	**1,79**	**-1,9 %**	**6,67**	**7,09**	**+6,3 %**	**459,82**	**443,34**	**-3,6 %**	**520,82**	**503,97**	**-3,2 %**

Päästökustannukset merialueittain (milj. €/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Typpioksiduuli (N2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Kaikki päästökomponentit yhteensä		
	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos	2018	2019	Muutos
Itämeri (Euroopan SECA)	1,06	1,00	-5,6 %	0,85	0,79	-7,2 %	269,20	249,85	-7,2 %	298,13	276,88	-7,1 %
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	0,37	0,35	-5,1 %	0,29	0,27	-6,8 %	93,41	87,08	-6,8 %	103,67	96,70	-6,7 %
Muut merialueet	0,38	0,42	+11,6 %	5,51	6,01	+9,1 %	93,67	102,91	+9,9 %	115,07	126,48	+9,9 %
Pohjois-Amerikan SECA	0,01	0,01	+0,6 %	0,01	0,01	-1,3 %	3,55	3,50	-1,3 %	3,95	3,90	-1,2 %
Yhteensä	**1,83**	**1,79**	**-1,9 %**	**6,67**	**7,09**	**+6,3 %**	**459,82**	**443,34**	**-3,6 %**	**520,82**	**503,97**	**-3,2 %**

3.3.2 Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästökustannukset

Tässä luvussa on esitetty karkea arvio ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästökustannuksista. Epäsuoran ulkomaan laivaliikenteen määritelmä on esitetty luvussa 2.1. Päästökustannukset on arvotettu suomalaisilla yksikköarvoilla ottamatta huomioon sitä, että hiilidioksidipäästöjä saatetaan arvottaa muualla toisin ja muiden yhdisteiden haitat aiheutuvat alusten kulkemien reittien mukaisesti elintasoltaan ja kustannuksiltaan Suomesta poikkeavissa maissa ja maanosissa.

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästökustannukset komponenteittain vuodelta 2019 on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 22).

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästökustannusten osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannuksista oli vuonna 2019 noin 21 %.

Taulukko 22. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten päästökustannukset komponenteittain vuonna 2019 (karkea arvio).

Päästökustannukset (milj. €/vuosi)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Kaikki päästökomponentit yhteensä
Merellä	0,038	9,28	8,64	0,115	0,45	6,10	111,43	136,05
Satamassa	0,000	0,11	0,06	0,001	0,01	0,00	1,32	1,50
Yhteensä	**0,038**	**9,39**	**8,70**	**0,117**	**0,46**	**6,10**	**112,75**	**137,55**
Tuonti	0,007	1,80	1,63	0,022	0,09	1,13	21,58	26,25
Vienti	0,031	7,59	7,07	0,094	0,37	4,97	91,17	111,30
Yhteensä	**0,038**	**9,39**	**8,70**	**0,117**	**0,46**	**6,10**	**112,75**	**137,55**
Päästökustannukset merialueittain (milj. €/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Kaikki päästökomponentit yhteensä
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	0,0029	0,71	0,21	0,0088	0,035	0,027	8,43	9,42
Muut merialueet	0,0353	8,65	8,48	0,1074	0,423	6,072	103,91	127,68
Pohjois-Amerikan SECA	0,0001	0,03	0,01	0,0004	0,002	0,001	0,40	0,45
Yhteensä	**0,0383**	**9,39**	**8,70**	**0,1165**	**0,459**	**6,099**	**112,75**	**137,55**
Päästökustannukset alustyypeittäin (milj. €/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Kaikki päästökomponentit yhteensä
Konttialus, lyhyt etäisyys	0,010	2,54	2,23	0,03	0,12	1,52	30,46	36,91
Konttialus, pitkä etäisyys	0,028	6,85	6,48	0,09	0,33	4,58	82,29	100,64
Yhteensä	**0,038**	**9,39**	**8,70**	**0,12**	**0,46**	**6,10**	**112,75**	**137,55**

3.3.3 Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset

Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset komponenteittain vuodelta 2019 on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 23). Kotimaan laivaliikenteen määritelmä on esitetty luvussa 2.1 ja vesialueet on esitetty kartalla luvussa 2.2 olevassa kuvassa (Kuva 3).

Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannusten osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannuksista oli vuonna 2019 alle 1 %.

Taulukko 23. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset vuonna 2019.

Päästökustannukset (milj. €/vuosi)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Kaikki päästökomponentit yhteensä
Vesiväylällä	0,001	0,329	0,096	0,004	0,017	0,013	4,239	4,701
Satamassa	0,000	0,067	0,040	0,001	0,003	0,003	0,834	0,947
Yhteensä	**0,002**	**0,396**	**0,136**	**0,005**	**0,020**	**0,016**	**5,073**	**5,648**
Sisävesillä (ml. Saimaan kanava)	0,000	0,024	0,008	0,000	0,001	0,001	0,301	0,335
Rannikolla	0,002	0,372	0,128	0,005	0,019	0,015	4,771	5,312
Yhteensä	**0,002**	**0,396**	**0,136**	**0,005**	**0,020**	**0,016**	**5,073**	**5,648**
Päästökustannukset alustyypeittäin (milj. €/vuosi) **Vesiväylällä ja satamassa yhteensä**	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Kaikki päästökomponentit yhteensä
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	0,001	0,165	0,056	0,002	0,009	0,007	2,168	2,407
Kemikaalialus	0,000	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,048	0,053
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	0,000	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,045	0,051
Konttialus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	0,001	0,149	0,049	0,002	0,008	0,006	1,890	2,105
Roro-lastialus	0,000	0,018	0,006	0,000	0,001	0,001	0,248	0,274
Roro-lastialus, paperi	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,016
Roro-matkustaja-alus	0,000	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,052	0,057
Muu alus	0,000	0,051	0,021	0,001	0,002	0,002	0,607	0,684
Yhteensä	**0,002**	**0,396**	**0,136**	**0,005**	**0,020**	**0,016**	**5,073**	**5,648**

3.3.4 Laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset yhteensä

Seuraavassa taulukossa on esitetty MERIMA-kokonaispäästömallin laskemat Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset vuodelta 2019 yhteensä. (Taulukko 24)

Päästökustannuksista selvästi suurin osa, lähes 90 %, johtuu hiilidioksidipäästöistä.

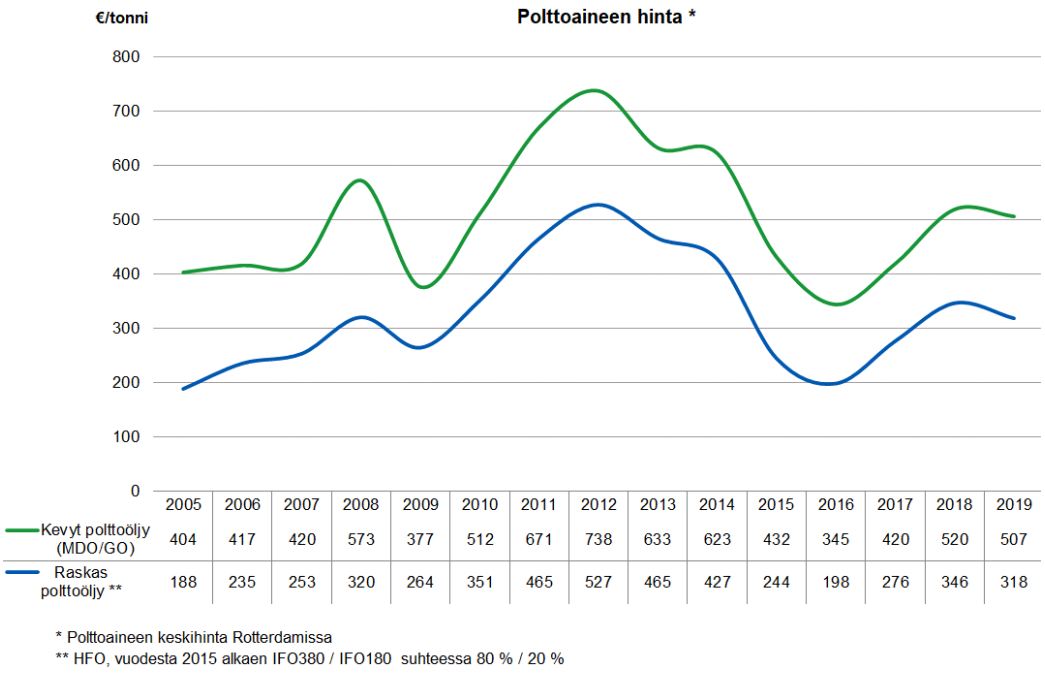
Taulukko 24. Laivaliikenteen tavarakuljetusten päästökustannukset vuonna 2019 yhteensä.

Päästökustannukset meri- ja vesiväylällä sekä satamassa (milj. €/vuosi)		Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Kaikki päästökomponentit yhteensä
Kaikki laivakuljetukset yhteensä	Merellä ja vesiväylällä	0,183	43,58	24,63	0,56	2,22	13,16	548,81	633,16
	Satamassa	0,004	0,98	0,59	0,01	0,05	0,04	12,35	14,02
	Yhteensä	**0,187**	**44,56**	**25,22**	**0,58**	**2,27**	**13,20**	**561,16**	**647,17**
Kotimaan laivakuljetukset	Vesiväylällä	0,001	0,33	0,10	0,004	0,017	0,013	4,24	4,70
	Satamassa	0,000	0,07	0,04	0,001	0,003	0,003	0,83	0,95
	Yhteensä	**0,002**	**0,40**	**0,14**	**0,005**	**0,020**	**0,016**	**5,07**	**5,65**
Suorat ulkomaan laivakuljetukset	Merellä	0,144	33,97	15,90	0,445	1,751	7,06	433,14	492,40
	Satamassa	0,003	0,80	0,49	0,010	0,041	0,03	10,20	11,57
	Yhteensä	**0,147**	**34,77**	**16,38**	**0,455**	**1,792**	**7,09**	**443,34**	**503,97**
Epäsuorat ulkomaan laivakuljetukset (karkea arvio)	Merellä	0,038	9,28	8,64	0,115	0,454	6,10	111,43	136,05
	Satamassa	0,000	0,11	0,06	0,001	0,005	0,00	1,32	1,50
	Yhteensä	**0,038**	**9,39**	**8,70**	**0,117**	**0,459**	**6,10**	**112,75**	**137,55**

Päästökustannukset tuonnissa ja viennissä (milj. €/vuosi)		Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Kaikki päästökomponentit yhteensä
Kaikki laivakuljetukset yhteensä	Ulkomaan tuonti	0,059	14,00	6,78	0,18	0,73	3,00	180,76	205,50
	Ulkomaan vienti	0,126	30,17	18,30	0,39	1,52	10,19	375,32	436,02
	Kotimaan kuljetukset	0,002	0,40	0,14	0,01	0,02	0,02	5,07	5,65
	Yhteensä	**0,187**	**44,56**	**25,22**	**0,58**	**2,27**	**13,20**	**561,16**	**647,17**
Kotimaan laivakuljetukset	**Yhteensä**	**0,002**	**0,40**	**0,14**	**0,0052**	**0,020**	**0,016**	**5,07**	**5,65**
Suorat ulkomaan laivakuljetukset	Tuonti	0,052	12,20	5,15	0,16	0,64	1,87	159,18	180,95
	Vienti	0,095	22,58	11,23	0,29	1,15	5,22	284,15	323,03
	Yhteensä	**0,147**	**34,77**	**16,38**	**0,46**	**1,79**	**7,09**	**443,34**	**503,97**
Epäsuorat ulkomaan laivakuljetukset (karkea arvio)	Tuonti	0,007	1,80	1,63	0,022	0,088	1,13	21,58	26,25
	Vienti	0,031	7,59	7,07	0,094	0,371	4,97	91,17	111,30
	Yhteensä	**0,038**	**9,39**	**8,70**	**0,117**	**0,459**	**6,10**	**112,75**	**137,55**

3.4 Polttoainekustannukset

Kuljetetun lastin määrän, kuljetussuoritteen ja alustyypin lisäksi polttoainekustannuksiin[2] vaikuttavat polttoaineiden hintojen vaihtelut. Vuodesta 2013 alkanut polttoaineiden hinnan lasku päättyi vuonna 2017, kun hinnat lähtivät nousuun. Hinnat kuitenkin laskivat jälleen vuonna 2019. Polttoaineiden hintoina malleissa on käytetty kunkin vuoden keskihintoja Rotterdamin satamassa (Bunker Index, Oilmonster, Ship&Bunker ja Ulstein Group). (Kuva 19)

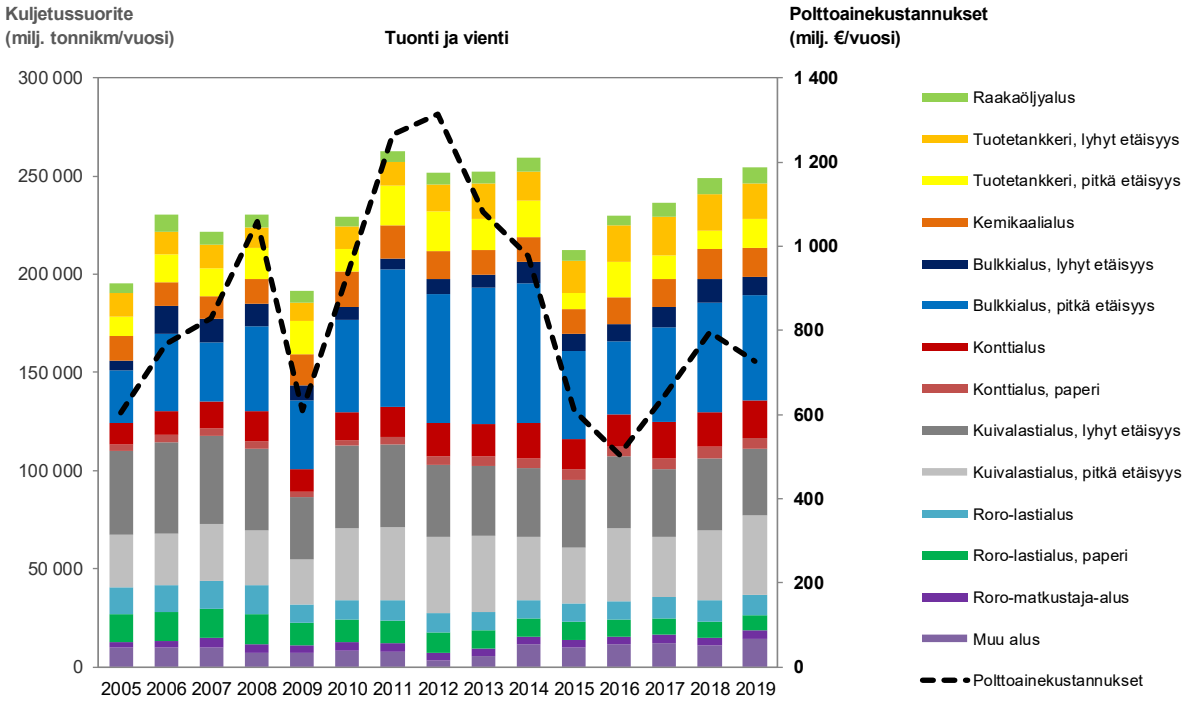


Kuva 19. Polttoaineiden keskihinnat Rotterdamin satamassa vuosina 2005–2019.

[2] Pakokaasupesuria käyttävissä laivoissa polttoainekustannuksissa ei ole otettu huomioon pesurin investointi- ja käyttökustannuksia.

3.4.1 *Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset*

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset vaihtelivat vuosina 2005–2019 noin 503 miljoonasta eurosta noin 1 314 miljoonaan euroon. (Kuva 20)



Kuva 20. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset vuosina 2005–2019. Kuljetussuoritteen jakauma on esitetty alustyypeittäin.

Vuonna 2019 ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset olivat yhteensä noin 726 miljoonaa euroa, josta raskaan polttoöljyn osuus oli noin 329 miljoona euroa ja kevyen polttoöljyn osuus noin 397 miljoonaa euroa (Taulukko 25). MERIMA-malleissa käytettävä kuljetussuorite- ja tyyppialusperusteinen laskenta ottaa huomioon ainoastaan Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten osuuden laivojen polttoaineen kulutuksessa.

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannusten osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannuksista oli vuonna 2019 noin 81 %.

Taulukko 25. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset polttoaineittain vuonna 2019.

	Polttoainekustannukset miljoonaa €/vuosi		
	Raskas polttoöljy (HFO)	Kevyt polttoöljy (MDO/GO)	Yhteensä
Tuonti	112,0	152,4	264,4
Vienti	216,7	244,8	461,5
Yhteensä	328,7	397,2	725,9

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 26) on esitetty ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset polttoaineittain ja merialueittain sekä polttoaineiden rikkipitoisuudet vuonna 2019. Selvästi suurin osa polttoainekustannuksista kohdistui Itämerelle.

Laskelmissa raskaan polttoöljyn hintana on käytetty 318 euroa/polttoainetonni ja kevyen polttoöljyn hintana 507 euroa/polttoainetonni.

Taulukko 26. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset polttoaineittain ja merialueittain sekä polttoaineiden rikkipitoisuudet vuonna 2019.

	Raskas polttoöljy (HFO)		**Kevyt polttoöljy (MDO/GO)**		**Molemmat polttoaineet yhteensä**
	Kustannukset milj. €/vuosi	Rikki-pitoisuus	Kustannukset milj. €/vuosi	Rikki-pitoisuus	Kustannukset milj. €/vuosi
Itämeri (Euroopan SECA)	158,0	*	268,0	0,1 %	426,0
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	55,6	*	92,5	0,1 %	148,1
Muut merialueet	112,9	2,1 %	32,9	0,6 %	145,8
Pohjois-American SECA	2,2	*	3,8	0,1 %	6,0
Yhteensä	328,7		397,2		725,9

* Käytetään pakokaasupesurin kanssa.

3.4.2 Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten polttoaine-kustannukset

Vuonna 2019 ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten polttoaine-kustannukset olivat yhteensä noin 162 miljoonaa euroa, josta raskaan polttoöljyn osuus oli noin 119 miljoona euroa ja kevyen polttoöljyn osuus noin 43 miljoonaa euroa. (Taulukko 25)

Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten polttoainekustannusten osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannuksista oli vuonna 2019 noin 18 %.

Taulukko 27. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten polttoainekustan-nukset polttoaineittain vuonna 2019.

	Polttoainekustannukset miljoonaa €/vuosi		
	Raskas polttoöljy (HFO)	Kevyt polttoöljy (MDO/GO)	Yhteensä
Tuonti	22,5	8,8	31,3
Vienti	96,7	34,4	131,1
Yhteensä	119,2	43,2	162,4

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 26) on esitetty ulkomaan laivaliikenteen epä-suorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset polttoaineittain ja merialueittain sekä polttoaineiden rikkipitoisuudet vuonna 2019.

Laskelmissa raskaan polttoöljyn hintana on käytetty 318 euroa/polttoainetonni ja kevyen polttoöljyn hintana 507 euroa/polttoainetonni.

Taulukko 28. Ulkomaan laivaliikenteen epäsuorien tavarakuljetusten polttoainekustannukset polttoaineittain ja merialueittain sekä polttoaineiden rikkipitoisuudet vuonna 2019.

	Raskas polttoöljy (HFO)		Kevyt polttoöljy (MDO/GO)		Molemmat polttoaineet yhteensä
	Kustannukset milj. €/vuosi	Rikki-pitoisuus	Kustannukset milj. €/vuosi	Rikki-pitoisuus	Kustannukset milj. €/vuosi
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	5,0	*	9,5	0,1 %	14,5
Muut merialueet	114,0	2,1 %	33,2	0,6 %	147,2
Pohjois-American SECA	0,2	*	0,5	0,1 %	0,7
Yhteensä	119,2		43,2		162,4

* Käytetään pakokaasupesurin kanssa.

3.4.3 Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannukset

Seuraavassa taulukossa on esitetty kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannukset polttoaineittain ja vesialueittain sekä polttoaineiden rikkipitoisuudet vuonna 2019. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannukset olivat yhteensä noin 8,9 miljoonaa euroa, josta raskaan polttoöljyn osuus oli noin 2,8 miljoona euroa ja kevyen polttoöljyn osuus noin 6,1 miljoonaa euroa. (Taulukko 27)

Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannusten osuus koko Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannuksista oli vuonna 2019 noin 1 %.

Laskelmissa raskaan polttoöljyn hintana on käytetty 318 euroa/polttoainetonni ja kevyen polttoöljyn hintana 507 euroa/polttoainetonni.

Taulukko 29. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten polttoainekustannukset polttoaineittain ja vesialueittain sekä polttoaineiden rikkipitoisuudet vuonna 2019.

	Raskas polttoöljy (HFO)		Kevyt polttoöljy (MDO/GO)		Molemmat polttoaineet yhteensä
	Kustannukset milj. €/vuosi	Rikki-pitoisuus	Kustannukset milj. €/vuosi	Rikki-pitoisuus	Kustannukset milj. €/vuosi
Sisävedet	0,17	*	0,36	0,1 %	0,53
Rannikko	2,60	*	5,78	0,1 %	8,38
Yhteensä	2,77		6,14		8,91

* Käytetään pakokaasupesurin kanssa.

3.5 Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten keskeiset muutokset vuodesta 2018 vuoteen 2019

Päästömäärien muutokset vuodesta 2018 vuoteen 2019 noudattelevat liikennemäärien ja liikenteen rakenteen muutoksia. Rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjen määrät kasvoivat suhteessa enemmän kuin liikenteen määrä, koska kuljetussuorite kasvoi muilla kuin SECA-alueilla selvästi.

Kuljetetun lastin määrä Suomen satamien ja ulkomaan satamien välillä väheni noin 2,5 miljoonaa tonnia (-2,4 %) vuodesta 2018 vuoteen 2019. Vuonna 2019 tavaraa vietiin Suomesta ulkomaille noin 0,4 miljoonaa tonnia (+0,7 %) enemmän ja tuotiin ulkomailta Suomeen noin 2,9 miljoonaa tonnia (-5,7 %) vähemmän kuin vuonna 2018.

Kuljetussuorite kasvoi vuodesta 2018 vuoteen 2019 noin 5,1 miljardia tonnikilometriä (+2,1 %). Vientikuljetusten osuus kuljetussuoritteesta kasvoi noin 66 %:sta noin 69 %:iin vuodesta 2018 vuoteen 2019.

Alustyypeistä erityisesti pitkän etäisyyden tuotetankkereiden ja pitkän etäisyyden kuivalastialusten kuljettama lasti ja kuljetussuorite kasvoivat vuodesta 2018 vuoteen 2019.

Tavaralajeista lähes kaikkien tavaralajien tuonti väheni vuodesta 2018 vuoteen 2019. Viedyistä tavaralajeista ainoastaan tavaralajiryhmiin öljytuotteet ja kemikaalit, kivihiili ja koksi, sahatavara ja puulevyt sekä lannoitteet ja vilja kuuluvien tavaroiden vienti kasvoi hieman.

Kokonaispäästömallin tuottamat tulokset osoittavat, että tavaroita vietiin vuonna 2019 kauemmaksi Suomesta kuin vuonna 2018.

4 MERIMA-malleilla tehdyt skenaariot

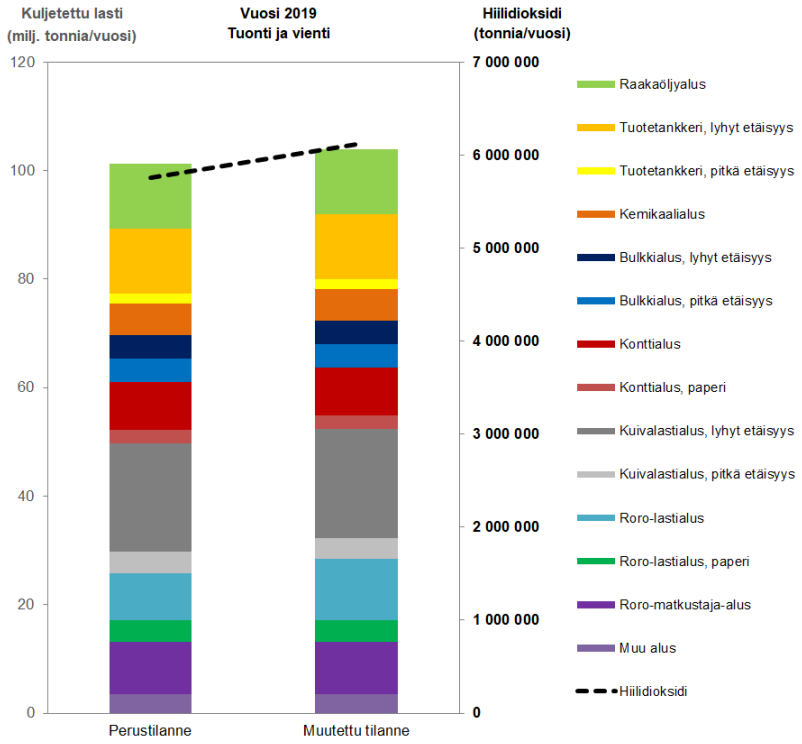
4.1 Kokonaispäästömallilla tehdyt skenaariot

Kokonaispäästömallilla voidaan tehdä vuoden 2019 ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten lastiin perustuen skenaarioita muuttamalla kuljetetun lastin määrää alustyypeittäin, tavaralajeittain ja liikennealueittain. Myös alusten kokoa ja nopeutta sekä polttoaineiden rikkipitoisuutta voi muuttaa muilla merialueilla kuin SECA-alueilla.

Seuraavana on esitetty muutamia kokonaispäästömallilla tehtyjä esimerkkiskenaarioita.

Skenaarioesimerkki: roro-lastialuksilla kuljetetun lastin määrän lisääntymisen vaikutus hiilidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkissä roro-lastialusten vuonna 2019 kuljettaman lastin määrää on lisätty 30 % eli noin 2,6 miljoonaa tonnia. Skenaariotilanteessa roro-lastialusten noin 2,6 miljoonan tonnin lastin määrän lisääntyminen kasvattaisi vuonna 2019 kuljetetun lastin kokonaismäärää noin 2,6 %, mutta vuotuiset kokonaishiilidioksidipäästöt kasvaisivat noin 6,3 %. Tämä johtuu roro-lastialusten suuremmasta polttoaineen kulutuksesta verrattuna muihin alustyyppeihin. Se taas johtuu siitä, että roro-alukset ajavat suuremmalla keskinopeudella. (Kuva 21)



	Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)		
	Perus-tilanne	Muutettu tilanne Muuta määrää	
Raakaöljyalus	11,94	0 %	11,94
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	12,05	0 %	12,05
Tuotetankkeri, pitkä etäisyys	1,70	0 %	1,70
Kemikaalialus	5,88	0 %	5,88
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	4,35	0 %	4,35
Bulkkialus, pitkä etäisyys	4,37	0 %	4,37
Konttialus	8,69	0 %	8,69
Konttialus, paperi	2,51	0 %	2,51
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	20,10	0 %	20,10
Kuivalastialus, pitkä etäisyys	3,84	0 %	3,84
Roro-lastialus	8,78	+30 %	11,41
Roro-lastialus, paperi	3,85	0 %	3,85
Roro-matkustaja-alus	9,78	0 %	9,78
Muu alus	3,44	0 %	3,44
Kuljetettu lasti yhteensä	101,28	+2,6 %	103,91

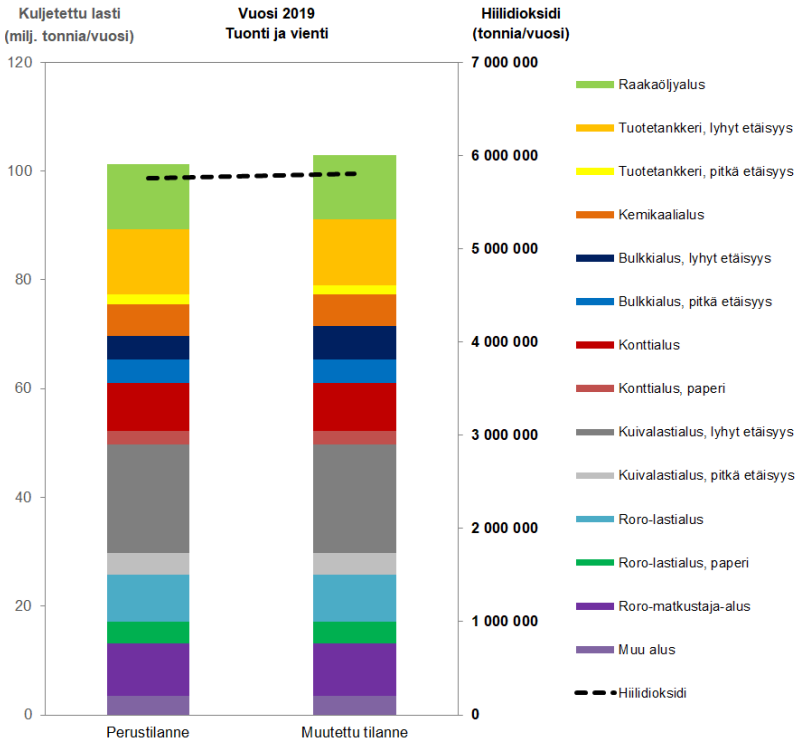
	Päästöt (tonnia/vuosi)		
	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos
Hiilidioksidi	5 757 626	6 118 719	+6,3 %

Kuva 21. Skenaarioesimerkki: roro-lastialuksilla kuljetetun lastin määrän lisääntymisen vaikutus hiilidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Skenaarioesimerkki: lyhyen etäisyyden bulkkialuksilla kuljetetun lastin määrän lisääntymisen vaikutus hiilidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkissä lyhyen etäisyyden bulkkialusten vuonna 2019 kuljettaman lastin määrää on lisätty 40 % eli noin 1,7 miljoonaa tonnia. Skenaariotilanteessa lyhyen etäisyyden bulkkialusten noin 1,7 miljoonan tonnin lastin määrän lisääntyminen kasvattaisi vuonna 2019 kuljetetun lastin kokonaismäärää noin 1,7 %, mutta vuotuiset kokonaishiilidioksidipäästöt kasvaisivat vain noin 0,8 %. (Kuva 22)

Pieni kokonaishiilidioksidipäästöjen lisääntyminen johtuu lyhyen etäisyyden bulkkialusten pienestä polttoaineen kulutuksesta verrattuna muihin alustyyppeihin. Pieni alustyypin polttoaineen kulutus johtuu pääosin bulkkialuksille tyypillisestä alhaisesta nopeudesta. (Kuva 22)



	Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)		
	Perus-tilanne	Muutettu tilanne Muuta määrää	
Raakaöljyalus	11,94	0 %	11,94
Tuotetankkeri, lyhyt etäisyys	12,05	0 %	12,05
Tuotetankkeri, pitkä etäisyys	1,70	0 %	1,70
Kemikaalialus	5,88	0 %	5,88
Bulkkialus, lyhyt etäisyys	4,35	+40 %	6,09
Bulkkialus, pitkä etäisyys	4,37	0 %	4,37
Konttialus	8,69	0 %	8,69
Konttialus, paperi	2,51	0 %	2,51
Kuivalastialus, lyhyt etäisyys	20,10	0 %	20,10
Kuivalastialus, pitkä etäisyys	3,84	0 %	3,84
Roro-lastialus	8,78	0 %	8,78
Roro-lastialus, paperi	3,85	0 %	3,85
Roro-matkustaja-alus	9,78	0 %	9,78
Muu alus	3,44	0 %	3,44
Kuljetettu lasti yhteensä	101,28	+1,7 %	103,02

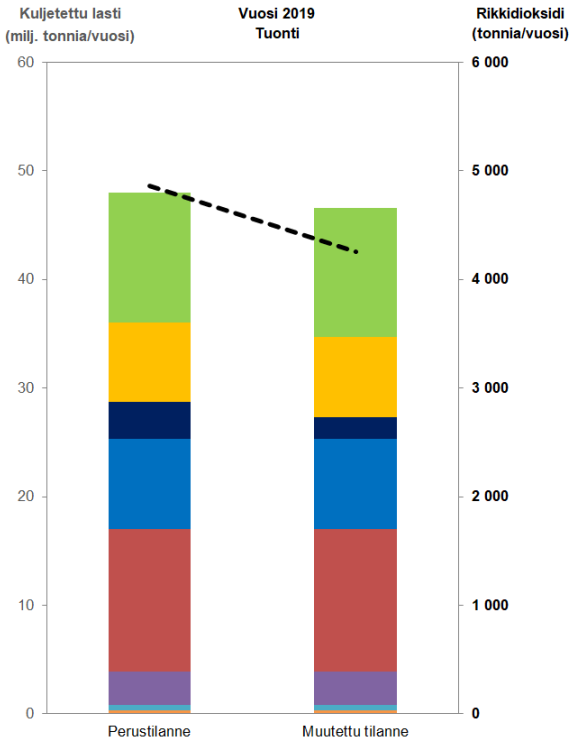
	Päästöt (tonnia/vuosi)		
	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos
Hiilidioksidi	5 757 626	5 800 995	+0,8 %

Kuva 22. Skenaarioesimerkki: lyhyen etäisyyden bulkkialuksilla kuljetetun lastin määrän lisääntymisen vaikutus hiilidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Skenaarioesimerkki: kivihiilen ja koksin tuonnin vähenemisen vaikutus rikkidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkissä kivihiilen ja koksin tuontia on vuonna 2019 vähennetty 40 % eli noin 1,4 miljoonaa tonnia. Skenaariotilanteessa noin 1,4 miljoonan tonnin kivihiilen ja koksin kuljetusmäärän väheneminen pienentäisi vuonna 2019 tuodun lastin kokonaismäärää noin 2,8 %, mutta vuotuiset tuonnista johtuvat rikkidioksidipäästöt vähenisivät noin 12,4 %. (Kuva 23)

Kivihiilestä ja koksista suurin osa, noin 62 %, tuodaan Suomeen Euroopan SECA-alueen satamista ja noin 29 % Pohjois-Amerikan SECA-alueen satamista. Kivihiiltä ja koksia kuljettavien alusten kuljetussuoritteesta selvästi suurin osa kertyy muilta merialueilta, joilla voi käyttää rikkipitoisuudeltaan korkeampaa polttoainetta. Kuljetetun lastin vähentyessä kokonaiskuljetussuorite vähenee muilla merialueilla noin 18 %, mikä selittää suhteellisen suurta rikkidioksidipäästöjen vähenemää.



Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Perus-tilanne	Muutettu tilanne: Muuta määrää		Muutettu tilanne
Raakaöljy	11,94		0 %	11,94
Öljytuotteet ja kemikaalit	7,33		0 %	7,33
Kivihiili ja koksi	3,41		-40 %	2,04
Malmit ja raakamineraalit	8,30		0 %	8,30
Kappaletavara ja metallit	13,07		0 %	13,07
Sahatavara ja puulevyt	0,07		0 %	0,07
Raakapuu ja hake	3,02		0 %	3,02
Muut metsäteollisuuden tuotteet	0,52		0 %	0,52
Lannoitteet ja vilja	0,32		0 %	0,32
Kuljetettu lasti yhteensä	47,98		-2,8 %	46,62

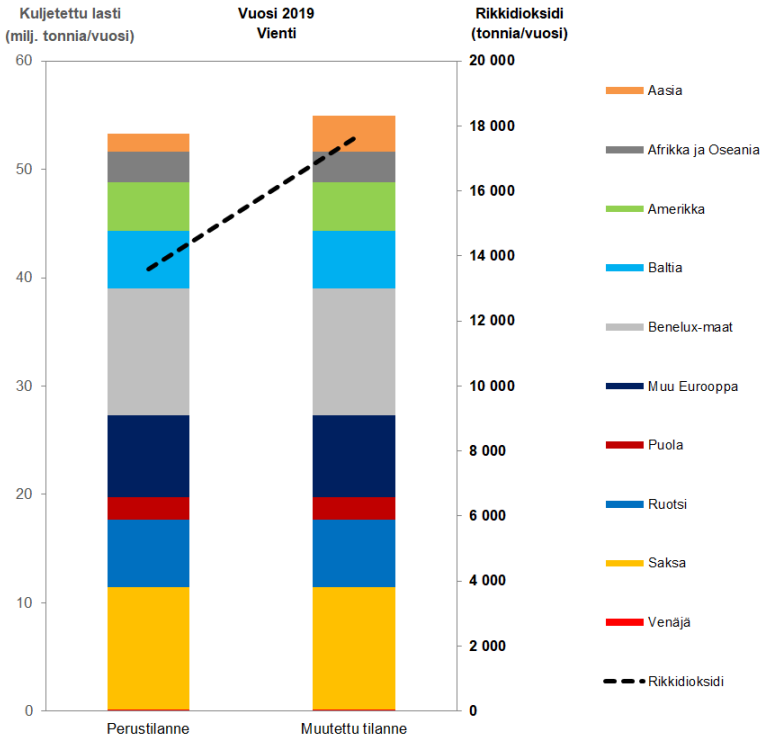
Päästöt (tonnia/vuosi)	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos
Rikkidioksidi	4 860	4 257	-12,4 %

Kuva 23. Skenaarioesimerkki: kivihiilen ja koksin tuonnin vähenemisen vaikutus rikkidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Skenaarioesimerkki: Aasian viennin kuljetusmäärän lisääntymisen vaikutus rikkidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkissä Suomesta Aasiaan vuonna 2019 viedyn lastin määrä on kaksinkertaistettu eli määrää on lisätty noin 1,7 miljoonaa tonnia. Skenaariotilanteessa noin 1,7 miljoonan tonnin Aasian viennin lisääntyminen kasvattaisi vuonna 2019 kuljetetun lastin kokonaismäärää noin 3,1 %, mutta vuotuiset kokonaisrikkidioksidipäästöt kasvaisivat noin 30 %. (Kuva 24)

Suuri kokonaisrikkidioksidipäästöjen lisääntyminen johtuu alusten liikennöinnistä merialueilla, joilla ne voivat käyttää rikkipitoisuudeltaan korkeampaa polttoainetta. Suomen ja Aasian välisen pitkän etäisyyden takia kuljetussuorite kasvaa huomattavasti (erityisesti SECA-alueiden ulkopuolella), mikä lisää rikkidioksidipäästöjä suhteellisesti paljon.



Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Perus-tilanne	Muutettu tilanne: Muuta määrää	Muutettu tilanne
Aasia	1,66	+100 %	3,32
Afrikka ja Oseania	2,80	0 %	2,80
Amerikka	4,53	0 %	4,53
Baltia	5,32	0 %	5,32
Benelux-maat	11,65	0 %	11,65
Muu Eurooppa	7,58	0 %	7,58
Puola	2,13	0 %	2,13
Ruotsi	6,20	0 %	6,20
Saksa	11,25	0 %	11,25
Venäjä	0,18	0 %	0,18
Kuljetettu lasti yhteensä	53,29	+3,1 %	54,95

Päästöt (tonnia/vuosi)	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos
Rikkidioksidi	13 597	17 602	+29,5 %

Kuva 24. Skenaarioesimerkki: Aasian viennin kuljetusmäärän lisääntymisen vaikutus rikkidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Skenaarioesimerkki: alusten nopeuden pienentämisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkissä on vuonna 2019 kaikkien alustyyppien nopeuksia pienennetty 10 %, jolloin vuotuiset kokonaispäästöt vähenisivät noin 18–19 %. (Taulukko 30)

Taulukko 30. Skenaarioesimerkki: alusten nopeuden pienentämisen 10 %:lla vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Päästöt (tonnia/vuosi)	Hiilimonoksidi (CO)			Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NO_x)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH_4)		
	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos
Merellä	12 866	10 421	-19,0 %	4 358	3 530	-19,0 %	108 539	87 917	-19,0 %	4 738	3 838	-19,0 %	515	417	-19,0 %
Satamassa	303	303	0,0 %	103	103	0,0 %	2 561	2 561	0,0 %	69	69	0,0 %	12	12	0,0 %
Yhteensä	**13 169**	**10 724**	**-18,6 %**	**4 461**	**3 633**	**-18,6 %**	**111 100**	**90 477**	**-18,6 %**	**4 807**	**3 907**	**-18,7 %**	**527**	**429**	**-18,6 %**
Tuonti	4 704	3 835	-18,5 %	1 578	1 287	-18,5 %	38 970	31 776	-18,5 %	1 511	1 230	-18,6 %	188	153	-18,5 %
Vienti	8 465	6 889	-18,6 %	2 883	2 346	-18,6 %	72 130	58 701	-18,6 %	3 296	2 677	-18,8 %	339	276	-18,6 %
Yhteensä	**13 169**	**10 724**	**-18,6 %**	**4 461**	**3 633**	**-18,6 %**	**111 100**	**90 477**	**-18,6 %**	**4 807**	**3 907**	**-18,7 %**	**527**	**429**	**-18,6 %**

Päästöt (tonnia/vuosi)	Typpioksiduuli (N_2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)		
	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos
Merellä	137	111	-19,0 %	18 373	14 882	-19,0 %	5 625 170	4 556 387	-19,0 %	5 678 930	4 599 934	-19,0 %
Satamassa	3	3	0,0 %	84	84	0,0 %	132 457	132 457	0,0 %	133 723	133 723	0,0 %
Yhteensä	**140**	**114**	**-18,6 %**	**18 457**	**14 966**	**-18,9 %**	**5 757 626**	**4 688 844**	**-18,6 %**	**5 812 654**	**4 733 657**	**-18,6 %**
Tuonti	50	41	-18,5 %	4 860	3 944	-18,9 %	2 067 303	1 685 573	-18,5 %	2 086 959	1 701 600	-18,5 %
Vienti	90	73	-18,6 %	13 597	11 022	-18,9 %	3 690 324	3 003 271	-18,6 %	3 725 695	3 032 057	-18,6 %
Yhteensä	**140**	**114**	**-18,6 %**	**18 457**	**14 966**	**-18,9 %**	**5 757 626**	**4 688 844**	**-18,6 %**	**5 812 654**	**4 733 657**	**-18,6 %**

Skenaarioesimerkki: alusten koon suurentamisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkissä on vuonna 2019 kaikkien alustyyppien keskikokoja suurennettu 10 %, jolloin vuotuiset kokonaispäästöt vähenisivät noin 5–7 %. (Taulukko 31)

Taulukko 31. Skenaarioesimerkki: alusten koon suurentamisen 10 %:lla vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Päästöt (tonnia/vuosi)	Hiilimonoksidi (CO)			Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NO_x)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH_4)		
	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos
Merellä	12 866	12 020	-6,6 %	4 358	4 073	-6,5 %	108 539	101 616	-6,4 %	4 738	4 460	-5,9 %	515	481	-6,6 %
Satamassa	303	303	0,0 %	103	103	0,0 %	2 561	2 561	0,0 %	69	69	0,0 %	12	12	0,0 %
Yhteensä	**13 169**	**12 323**	**-6,4 %**	**4 461**	**4 176**	**-6,4 %**	**111 100**	**104 177**	**-6,2 %**	**4 807**	**4 529**	**-5,8 %**	**527**	**493**	**-6,4 %**
Tuonti	4 704	4 448	-5,4 %	1 578	1 493	-5,4 %	38 970	36 905	-5,3 %	1 511	1 437	-4,9 %	188	178	-5,4 %
Vienti	8 465	7 875	-7,0 %	2 883	2 683	-6,9 %	72 130	67 271	-6,7 %	3 296	3 092	-6,2 %	339	315	-7,0 %
Yhteensä	**13 169**	**12 323**	**-6,4 %**	**4 461**	**4 176**	**-6,4 %**	**111 100**	**104 177**	**-6,2 %**	**4 807**	**4 529**	**-5,8 %**	**527**	**493**	**-6,4 %**

Päästöt (tonnia/vuosi)	Typpioksiduuli (N_2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)		
	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos	2019	2019	Muutos
Merellä	137	128	-6,6 %	18 373	17 453	-5,0 %	5 625 170	5 252 244	-6,6 %	5 678 930	5 302 472	-6,6 %
Satamassa	3	3	0,0 %	84	84	0,0 %	132 457	132 457	0,0 %	133 723	133 723	0,0 %
Yhteensä	**140**	**131**	**-6,4 %**	**18 457**	**17 536**	**-5,0 %**	**5 757 626**	**5 384 701**	**-6,5 %**	**5 812 654**	**5 436 196**	**-6,5 %**
Tuonti	50	47	-5,4 %	4 860	4 671	-3,9 %	2 067 303	1 953 955	-5,5 %	2 086 959	1 972 542	-5,5 %
Vienti	90	84	-7,0 %	13 597	12 866	-5,4 %	3 690 324	3 430 746	-7,0 %	3 725 695	3 463 654	-7,0 %
Yhteensä	**140**	**131**	**-6,4 %**	**18 457**	**17 536**	**-5,0 %**	**5 757 626**	**5 384 701**	**-6,5 %**	**5 812 654**	**5 436 196**	**-6,5 %**

Skenaarioesimerkki: polttoaineen rikkipitoisuuden pienentäminen muilla merialueilla ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkissä alusten muilla merialueilla kuin SECA-alueilla käyttämien polttoaineiden rikkipitoisuuksia (raskas polttoöljy 2,1 % ja kevyt polttoöljy 0,6 %) on pienennetty 0,5 %:iin vuoden 2019 liikenteessä, jolloin vuotuiset rikkidioksidipäästöt vähenisivät kokonaisuutena noin 62 % ja muilla merialueilla noin 73 %. (Taulukko 32)

Taulukko 32. Skenaarioesimerkki: alusten muilla merialueilla kuin SECA-alueilla käyttämien polttoaineiden rikkipitoisuuden (raskas polttoöljy 2,1 % ja kevyt polttoöljy 0,6 %) pienentämisen 0,5 %:iin vaikutus rikkidioksidipäästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Päästöt merialueittain

(tonnia/vuosi) **Merellä ja satamassa yhteensä**	Rikkidioksidi (SO_2)		
	2019	2019	Muutos
Itämeri (Euroopan SECA)	2 051	2 051	0,0 %
Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)	715	715	0,0 %
Muut merialueet	15 662	4 180	-73,3 %
Pohjois-Amerikan SECA	29	29	0,0 %
Yhteensä	**18 457**	**6 974**	**-62,2 %**

Esimerkissä rikkidioksidipäästöjen vuotuiset päästökustannukset vähenisivät kokonaisuutena noin 4,41 miljoonaa euroa (noin 62 %) noin 2,68 miljoonaan euroon. Vuotuiset kokonaispäästökustannukset (ml. kaikki päästökomponentit) vähenisivät tällöin noin 0,9 %.

Tässä ei ole varsinaisesti tarkasteltu ns. rikkidirektiivin laajempia vaikutuksia. Tällöin olisi huomioitava vaikutukset investointeihin eri liikenne- ja alustyyppeihin, kuljetusmuotoihin ja -reitteihin sekä ennakoitava kevyen polttoöljyn hintakehitystä tulevaisuudessa.

Skenaarioesimerkki: alusten polttoaineen muuttaminen nesteytetyksi maakaasuksi ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa

Esimerkin muutetussa tilanteessa 10 % roro-matkustaja-alusten vuoden 2019 suoritteesta on ajettu nesteytettyä maakaasua (LNG) polttoaineena käyttävillä aluksilla muiden alusten käyttäessä polttoaineena raskasta (ml. pakokaasupesuri) ja kevyttä polttoöljyä. Esimerkin perustilanteessa kaikki alukset ovat käyttäneet polttoaineena raskasta (ml. pakokaasupesuri) ja kevyttä polttoöljyä. Esimerkissä koko suorite on kertynyt Itämereltä. (Taulukko 33)

Nesteytetyn maakaasun käytöllä alusten polttoaineena ei olisi vaikutusta kokonaishiilimonoksidipäästöihin. Kokonaisuutena hiilivety- ja metaanipäästöt kasvaisivat kumpikin noin 1,2 %. Typen oksidipäästöt ja typpioksiduulipäästöt vähenisivät kokonaisuutena kumpikin noin 0,7 %, hiukkaspäästöt vähenisivät kokonaisuutena noin 0,5 % ja rikkidioksidipäästöt vähenisivät kokonaisuutena noin 0,2 %. Hiilidioksidi- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöt vähenisivät kokonaisuutena kumpikin noin 0,7 %. Vaikka LNG-polttoaineeseen siirtyminen alentaa esimerkiksi NO_x päästöjä 90 %, ei pelkästään roro-matkustaja-alusten 10 %:n osuus riitä alentamaan kokonaispäästöjä paljoa. (Taulukko 33)

Taulukko 33. Skenaarioesimerkki: alusten polttoaineen muuttaminen nesteytetyksi maakaasuksi vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa. Roro-matkustaja-alusten vuoden 2019 suoritteesta on muutetussa tilanteessa ajettu 10 % nesteytettyä maakaasua polttoaineena käyttävillä aluksilla.

Päästöt (tonnia/vuosi)	Hiilimonoksidi (CO)			Hiilivedyt (HC)			Typen oksidit (NO_x)			Hiukkaset (PM)			Metaani (CH_4)		
	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos
Merellä	12 866	12 866	0 %	4 358	4 408	+1,1 %	108 539	107 837	-0,6 %	4 738	4 717	-0,4 %	514,6	520,6	+1,2 %
Satamassa	303	303	0 %	103	105	+2,0 %	2 561	2 531	-1,1 %	69	68	-1,3 %	12,1	12,4	+2,1 %
Yhteensä	**13 169**	**13 169**	**0 %**	**4 461**	**4 513**	**+1,2 %**	**111 100**	**110 368**	**-0,7 %**	**4 807**	**4 785**	**-0,5 %**	**526,7**	**533**	**+1,2 %**
Tuonti	4 704	4 704	0 %	1 578	1 605	+1,7 %	38 970	38 599	-1,0 %	1 511	1 500	-0,7 %	188,2	191,3	+1,7 %
Vienti	8 465	8 465	0 %	2 883	2 908	+0,9 %	72 130	71 770	-0,5 %	3 296	3 285	-0,3 %	338,6	341,7	+0,9 %
Yhteensä	**13 169**	**13 169**	**0 %**	**4 461**	**4 513**	**+1,2 %**	**111 100**	**110 368**	**-0,7 %**	**4 807**	**4 785**	**-0,5 %**	**526,7**	**533,0**	**+1,2 %**

Päästöt (tonnia/vuosi)	Typpioksiduuli (N_2O)			Rikkidioksidi (SO_2)			Hiilidioksidi (CO_2)			Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)		
	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos	Perus-tilanne	Muutettu tilanne	Muutos
Merellä	137,2	136,3	-0,7 %	18 373	18 345	-0,2 %	5 625 170	5 584 358	-0,7 %	5 678 930	5 637 999	-0,7 %
Satamassa	3,2	3,2	-1,2 %	84	83	-1,4 %	132 457	130 748	-1,3 %	133 723	132 009	-1,3 %
Yhteensä	**140,5**	**140**	**-0,7 %**	**18 457**	**18 428**	**-0,2 %**	**5 757 626**	**5 715 106**	**-0,7 %**	**5 812 654**	**5 770 008**	**-0,7 %**
Tuonti	50,2	49,7	-1,0 %	4 860	4 845	-0,3 %	2 067 303	2 045 718	-1,0 %	2 086 959	2 065 310	-1,0 %
Vienti	90,3	89,8	-0,5 %	13 597	13 582	-0,1 %	3 690 324	3 669 388	-0,6 %	3 725 695	3 704 697	-0,6 %
Yhteensä	**140,5**	**139,5**	**-0,7 %**	**18 457**	**18 428**	**-0,2 %**	**5 757 626**	**5 715 106**	**-0,7 %**	**5 812 654**	**5 770 008**	**-0,7 %**

4.2 Päästövertailumallilla tehdyt skenaariot

Päästövertailumallin käyttöliittymissä voidaan tehdä vertailuja ja skenaarioita perustuen valitun satamaparin ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten kokonaisliikenteeseen eri alustyypeillä ja aluskäyntikohtaisesti valittujen satamaparien välillä.

Käyttöliittymästä riippuen päästövertailumallissa voidaan valita Suomen ja ulkomaan satamat, valita polttoaine, valita alustyyppi, muuttaa alustyypin kokoa ja lastin osuutta DWT:stä, syöttää oma lastimäärä ja muuttaa aluksen nopeutta.

Seuraavana on esitetty muutamia mallilla tehtyjä esimerkkejä vertailuista ja skenaarioista.

Skenaarioesimerkki: konttialusten koon suurentamisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa (Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu reiteittäin -käyttöliittymä)

Esimerkissä on tehty skenaario konttialusten koon suurentamisen vaikutuksesta päästöihin vuoden 2019 HaminaKotkan ja Alankomaiden Rotterdamin satamien välisessä liikenteessä. Kuljetus 2 -osassa alusten kokoa on suurennettu 20 %, jolloin konttialusten vuotuiset päästöt vähenisivät noin 7 %. (Kuva 25)

KULJETUS 1

1) Valitse reitti

Valitse Suomen satama: HaminaKotka (FIHMN)

Valitse ulkomaan satama: Rotterdam (NLRTM)

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: HFO, MDO/GO (valittu) / LNG

Valitulla reitillä vuonna 2019 kuljetettu lasti alustyypeittäin (tonnia)

Raakaöljyalus	0	Konttialus	854 528	Roro lastialus, paperi	0
Tuotetankkeri	25 796	Konttialus, paperi	222 417	Roro matkustaja-alus	0
Kemikaalialus	643 776	Kuivalastialus	13 440	Muu alus	0
Bulkalus	60	Roro lastialus	0		

3) Valitse aluksen tyyppi, koko täyttöaste ja lastin määrä	Muuta aluksen kokoa	Aluksen koko (DWT)	Muuta lastin osuutta DWT:stä	Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Syötä oma lastimäärä (tonnia/v.)
Valitse alustyyppi: Konttialus	Suurenna / Pienennä ±0 %	18 000	Lisää / Vähennä 32 %	854 528	

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus	Oletusnopeus	Muuta oletusnopeutta	Uusi nopeus
	15,0 solmua 27,8 km/h	Lisää / Vähennä 0 %	15,0 solmua 27,8 km/h

KULJETUS 2

1) Valitse reitti

Valitse Suomen satama: HaminaKotka (FIHMN)

Valitse ulkomaan satama: Rotterdam (NLRTM)

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: HFO, MDO/GO (valittu) / LNG

Valitulla reitillä vuonna 2019 kuljetettu lasti alustyypeittäin (tonnia)

Raakaöljyalus	0	Konttialus	854 528	Roro lastialus, paperi	0
Tuotetankkeri	25 796	Konttialus, paperi	222 417	Roro matkustaja-alus	0
Kemikaalialus	643 776	Kuivalastialus	13 440	Muu alus	0
Bulkalus	60	Roro lastialus	0		

3) Valitse aluksen tyyppi, koko täyttöaste ja lastin määrä	Muuta aluksen kokoa	Aluksen koko (DWT)	Muuta lastin osuutta DWT:stä	Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Syötä oma lastimäärä (tonnia/v.)
Valitse alustyyppi: Konttialus	Suurenna / Pienennä +20 %	21 600	Lisää / Vähennä 32 %	854 528	

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus	Oletusnopeus	Muuta oletusnopeutta	Uusi nopeus
	15,0 solmua 27,8 km/h	Lisää / Vähennä 0 %	15,0 solmua 27,8 km/h

* Alusten käyttämä polttoaine: HFO, MDO/GO = SECA-alueilla HFO pesurin kanssa (osuus 50 %) ja MDO/GO (osuus 50 %), muilla merialueilla HFO; LNG = nesteytetty maakaasu HFO = raskas polttoöljy (IFO380 / IFO180 suhteessa 80 % / 20 %), pesuri = pakokaasupesuri, MDO/GO = kevyt polttoöljy

ALUSTEN TIEDOT	Tyyppi	Koko (DWT)	Lastin osuus DWT:stä	Keskimääräinen matkanopeus (solmua)	Polttoaine
Kuljetus 1	Konttialus	18 000	32 %	15,0	HFO, MDO/GO
Kuljetus 2	Konttialus	21 600	32 %	15,0	HFO, MDO/GO

TULOKSET	Merialue	Reitti- ja lastitiedot: Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Pituus yhteen suuntaan (km)	Suorite (milj. tonnikm/v.)	Polttoainetiedot **: Kulutus (tonnia/v.)	Kustannus (milj. €/v.)	Päästöt (tonnia/vuosi): Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Kuljetus 1 HaminaKotka-Rotterdam	Itämeri (Euroopan SECA)		1 395	1 191,7	13 179,1	5,468	96,60	33,25	859,46	21,75	3,86	1,03	26,36	41 699	42 102
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)		845	721,7	8 112,4	3,378	59,46	20,46	529,04	13,39	2,38	0,63	16,22	25 668	25 916
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	854 528	2 239	1 913,3	21 291,5	8,846	156,07	53,71	1 388,51	35,14	6,24	1,66	42,58	67 366	68 019
Kuljetus 2 HaminaKotka-Rotterdam	Itämeri (Euroopan SECA)		1 395	1 191,7	12 304,0	5,107	90,19	31,04	802,39	20,31	3,61	0,96	24,61	38 930	39 307
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)		845	721,7	7 582,4	3,159	55,58	19,13	494,48	12,51	2,22	0,59	15,16	23 991	24 223
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	854 528	2 239	1 913,3	19 886,4	8,266	145,77	50,17	1 296,87	32,82	5,83	1,55	39,77	62 921	63 530
	Ero (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-1 405,1	-0,580	-10,30	-3,54	-91,63	-2,32	-0,41	-0,11	-2,81	-4 446	-4 489
	Ero % (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %

** Polttoaineen hintoina ovat keskihinnat Rotterdamin satamassa vuonna 2019: raskas polttoöljy 318 €/tonni ja kevyt polttoöljy 507 €/tonni

PÄÄSTÖKUSTANNUKSET ***

TULOKSET	Päästökustannukset (€): Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Yhteensä
Kuljetus 1	1 772,44	434 602	121 933	5 394	21 241	16 352	5 187 210	5 788 505
Kuljetus 2	1 655,47	405 921	114 152	5 038	19 840	15 273	4 844 885	5 406 764
Ero	-116,97	-28 681	-7 780	-356	-1 402	-1 079	-342 325	-381 740
Ero %	-7 %	-7 %	-6 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %	-7 %

	Mallin käyttämät yksikkökustannukset (€/päästötonni): Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)
Satama	33	313	7 024	864	12 760	384	77
Väylä	33	313	3 355	864	12 760	384	77

*** Vuoden 2018 hintataso

Kuva 25. Skenaarioesimerkki: konttialusten koon suurentamisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Skenaarioesimerkki: kemikaalialusten nopeuden pienentämisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa (Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu reiteittäin -käyttöliittymä)

Esimerkissä on tehty skenaario kemikaalialusten keskinopeuden vähentämisen vaikutuksesta päästöihin vuoden 2019 HaminaKotkan ja Alankomaiden Rotterdamin satamien välisessä liikenteessä. Kuljetus 2 -osassa aluksen nopeutta on pienennetty 10 %, jolloin kemikaalialusten vuotuiset päästöt vähenisivät noin 18 %. (Kuva 26)

KULJETUS 1

1) Valitse reitti

Valitse Suomen satama: HaminaKotka (FIHMN)

Valitse ulkomaan satama: Rotterdam (NLRTM)

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: HFO, MDO/GO (valittu) / LNG

Valitulla reitillä vuonna 2019 kuljetettu lasti alustyypeittäin (tonnia)

Raakaöljyalus	0	Konttialus	854 528	Roro lastialus, paperi	0
Tuotetankkeri	25 796	Konttialus, paperi	222 417	Roro matkustaja-alus	0
Kemikaalialus	643 776	Kuivalastialus	13 440	Muu alus	0
Bulkalus	60	Roro lastialus	0		

3) Valitse aluksen tyyppi, koko täyttöaste ja lastin määrä	Muuta aluksen kokoa	Aluksen koko (DWT)	Muuta lastin osuutta DWT:stä	Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Syötä oma lastimäärä (tonnia/v.)
Valitse alustyyppi: Kemikaalialus	Suurenna / Pienennä ±0 %	8 000	Lisää / Vähennä 50 %	643 776	

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus	Oletusnopeus	Muuta oletusnopeutta	Uusi nopeus
	11,0 solmua 20,4 km/h	Lisää / Vähennä 0 %	11,0 solmua 20,4 km/h

KULJETUS 2

1) Valitse reitti

Valitse Suomen satama: HaminaKotka (FIHMN)

Valitse ulkomaan satama: Rotterdam (NLRTM)

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: HFO, MDO/GO (valittu) / LNG

Valitulla reitillä vuonna 2019 kuljetettu lasti alustyypeittäin (tonnia)

Raakaöljyalus	0	Konttialus	854 528	Roro lastialus, paperi	0
Tuotetankkeri	25 796	Konttialus, paperi	222 417	Roro matkustaja-alus	0
Kemikaalialus	643 776	Kuivalastialus	13 440	Muu alus	0
Bulkalus	60	Roro lastialus	0		

3) Valitse aluksen tyyppi, koko täyttöaste ja lastin määrä	Muuta aluksen kokoa	Aluksen koko (DWT)	Muuta lastin osuutta DWT:stä	Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Syötä oma lastimäärä (tonnia/v.)
Valitse alustyyppi: Kemikaalialus	Suurenna / Pienennä ±0 %	8 000	Lisää / Vähennä 50 %	643 776	

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus	Oletusnopeus	Muuta oletusnopeutta	Uusi nopeus
	11,0 solmua 20,4 km/h	Lisää / Vähennä -10 %	9,9 solmua 18,3 km/h

* Alusten käyttämä polttoaine: HFO, MDO/GO = SECA-alueilla HFO pesurin kanssa (osuus 50 %) ja MDO/GO (osuus 50 %), muilla merialueilla HFO; LNG = nesteytetty maakaasu HFO = raskas polttoöljy (IFO380 / IFO180 suhteessa 80 % / 20 %), pesuri = pakokaasupesuri, MDO/GO = kevyt polttoöljy

ALUSTEN TIEDOT	Tyyppi	Koko (DWT)	Lastin osuus DWT:stä	Keskimääräinen matkanopeus (solmua)	Polttoaine		Tyyppi	Koko (DWT)	Lastin osuus DWT:stä	Keskimääräinen matkanopeus (solmua)	Polttoaine
Kuljetus 1	Kemikaalialus	8 000	50 %	11,0	HFO, MDO/GO	Kuljetus 2	Kemikaalialus	8 000	50 %	9,9	HFO, MDO/GO

TULOKSET	Merialue	Reitti- ja lastitiedot: Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Pituus yhteen suuntaan (km)	Suorite (milj. tonnikm/v.)	Polttoainetiedot **: Kulutus (tonnia/v.)	Kustannus (milj. €/v.)	Päästöt (tonnia/vuosi): Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Kuljetus 1 HaminaKotka-Rotterdam	Itämeri (Euroopan SECA)		1 395	897,8	4 667,2	1,935	33,43	11,36	276,92	7,70	1,34	0,36	9,33	14 767	14 907
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)		845	543,7	2 865,7	1,192	20,52	6,97	170,03	4,73	0,82	0,22	5,73	9 067	9 153
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	643 776	2 239	1 441,5	7 532,9	3,126	53,95	18,33	446,94	12,43	2,16	0,58	15,07	23 834	24 060
Kuljetus 2 HaminaKotka-Rotterdam	Itämeri (Euroopan SECA)		1 395	897,8	3 799,4	1,577	27,21	9,25	225,43	6,27	1,09	0,29	7,60	12 021	12 135
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)		845	543,7	2 340,2	0,975	16,76	5,69	138,85	3,86	0,67	0,18	4,68	7 404	7 474
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	643 776	2 239	1 441,5	6 139,6	2,551	43,97	14,94	364,27	10,13	1,76	0,47	12,28	19 426	19 609
	Ero (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-1 393,3	-0,575	-9,98	-3,39	-82,67	-2,30	-0,40	-0,11	-2,79	-4 409	-4 450
	Ero % (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %

** Polttoaineen hintoina ovat keskihinnat Rotterdamin satamassa vuonna 2019: raskas polttoöljy 318 €/tonni ja kevyt polttoöljy 507 €/tonni

PÄÄSTÖKUSTANNUKSET ***

TULOKSET	Päästökustannukset (€): Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Yhteensä
Kuljetus 1	604,88	139 894	42 920	1 865	7 343	5 785	1 835 234	2 033 646
Kuljetus 2	493,00	114 018	35 205	1 520	5 985	4 715	1 495 777	1 657 713
Ero	-111,88	-25 876	-7 715	-345	-1 358	-1 070	-339 456	-375 932
Ero %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %	-18 %

Mallin käyttämät yksikkökustannukset (€/päästötonni)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)
Satama	33	313	7 024	864	12 760	384	77
Väylä	33	313	3 355	864	12 760	384	77

*** Vuoden 2018 hintataso

Kuva 26. Skenaarioesimerkki: kemikaalialusten nopeuden pienentämisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Skenaarioesimerkki: roro-lastialuksen nopeuden vähentämisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa (Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu aluskäyntikohtaisesti -käyttöliittymä)

Esimerkissä on tehty skenaario roro-lastialuksen keskinopeuden vähentämisen vaikutuksesta päästöihin HaminaKotkan ja Saksan Lybeckin satamien välisessä liikenteessä. Kuljetus 2 -osassa aluksen nopeutta on pienennetty 20 %, jolloin roro-lastialuksen päästöt vähenisivät noin 36 %. (Kuva 27)

KULJETUS 1

1) Valitse reitti
Valitse Suomen satama: HaminaKotka (FIHMN)
Valitse ulkomaan satama: Lybeck (DELBC)
Satamien välinen etäisyys: 1 248 km

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: HFO, MDO/GO

3) Valitse aluksen tyyppi ja täyttöaste
Valitse alustyyppi: Roro lastialus
Aluksen koko (DWT): 10000
Valitse lastin osuus DWT:stä — Menomatka: Lisää/Vähennä 25 % — Paluumatka: Lisää/Vähennä 25 %
Keskimääräinen lastin osuus DWT:stä: 25 %

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus
Oletusnopeus: 16,0 solmua, 29,6 km/h
Muuta oletusnopeutta: Lisää/Vähennä 0 %
Uusi nopeus: 16,0 solmua, 29,6 km/h

KULJETUS 2

1) Valitse reitti
Valitse Suomen satama: HaminaKotka (FIHMN)
Valitse ulkomaan satama: Lybeck (DELBC)
Satamien välinen etäisyys: 1 248 km

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: HFO, MDO/GO

3) Valitse aluksen tyyppi ja täyttöaste
Valitse alustyyppi: Roro lastialus
Aluksen koko (DWT): 10000
Valitse lastin osuus DWT:stä — Menomatka: Lisää/Vähennä 25 % — Paluumatka: Lisää/Vähennä 25 %
Keskimääräinen lastin osuus DWT:stä: 25 %

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus
Oletusnopeus: 16,0 solmua, 29,6 km/h
Muuta oletusnopeutta: Lisää/Vähennä -20 %
Uusi nopeus: 12,8 solmua, 23,7 km/h

* Alusten käyttämä polttoaine: HFO, MDO/GO = SECA-alueilla HFO pesurin kanssa (osuus 50 %) ja MDO/GO (osuus 50 %), muilla merialueilla HFO; LNG = nesteytetty maakaasu HFO = raskas polttoöljy (IFO380 / IFO180 suhteessa 80 % / 20 %), pesuri = pakokaasupesuri, MDO/GO = kevyt polttoöljy

ALUSTEN TIEDOT	Tyyppi	Koko (DWT)	Lastin osuus DWT:stä	Keskimääräinen matka-nopeus (solmua)	Polttoaine		Tyyppi	Koko (DWT)	Lastin osuus DWT:stä	Keskimääräinen matka-nopeus (solmua)	Polttoaine
Kuljetus 1	Roro lastialus	10 000	25 %	16,0	HFO, MDO/GO	Kuljetus 2	Roro lastialus	10 000	25 %	12,8	HFO, MDO/GO

TULOKSET	Merialue	Reitti- ja lastitiedot: Kuljetettu lasti (tonnia)	Pituus yhteen suuntaan (km)	Suorite (milj. tonnikm)	Polttoainetiedot **: Kulutus (tonnia)	Kustannus (milj. €)	Päästöt (tonnia): Hiili-monoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpi-oksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Hiilidioksidi-ekvivalentti (CO2-ekv.)
Kuljetus 1 HaminaKotka-Lybeck	Itämeri (Euroopan SECA)		1 248	3,1	112,9	0,047	0,80	0,27	6,23	0,19	0,03	0,01	0,23	357	360
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)														
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	2 500	1 248	3,1	112,9	0,047	0,80	0,27	6,23	0,19	0,03	0,01	0,23	357	360
Kuljetus 2 HaminaKotka-Lybeck	Itämeri (Euroopan SECA)		1 248	3,1	72,8	0,030	0,52	0,17	4,02	0,12	0,02	0,01	0,15	230	232
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)														
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	2 500	1 248	3,1	72,8	0,030	0,52	0,17	4,02	0,12	0,02	0,01	0,15	230	232
	Ero (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-40,1	-0,017	-0,28	-0,09	-2,21	-0,07	-0,01	0,00	-0,08	-127	-128
	Ero % (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-36 %	-35 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %

** Polttoaineen hintoina ovat keskihinnat Rotterdamin satamassa vuonna 2019: raskas polttoöljy 318 €/tonni ja kevyt polttoöljy 507 €/tonni

PÄÄSTÖKUSTANNUKSET ***

TULOKSET	Päästökustannukset (€): Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpi-oksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Yhteensä
Kuljetus 1	8,77	1 950	634	28	109	87	27 494	30 311
Kuljetus 2	5,65	1 258	412	18	70	56	17 729	19 548
Ero	-3,11	-693	-222	-10	-39	-31	-9 765	-10 762
Ero %	-36 %	-36 %	-35 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %	-36 %

Mallin käyttämät yksikkökustannukset (€/päästötonni)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpi-oksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)
Satama	33	313	7 024	864	12 760	384	77
Väylä	33	313	3 355	864	12 760	384	77

*** Vuoden 2018 hintataso

Kuva 27. Skenaarioesimerkki: roro-lastialusten nopeuden pienentämisen vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa.

Skenaarioesimerkki: roro-matkustaja-alusten polttoaineen muuttamisen nesteytetyksi maakaasuksi vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa (Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöjen vertailu reiteittäin -käyttöliittymä)

Esimerkissä on tehty skenaario roro-matkustaja-alusten polttoaineen muuttamisesta raskaasta (ml. pakokaasupesuri) ja kevyestä polttoöljystä nesteytetyksi maakaasuksi Turun ja Ruotsin Tukholman satamien välisessä liikenteessä. Alusten polttoaine on muutettu maakaasuksi Kuljetus 2 -osassa ja Kuljetus 1 -osassa alusten polttoaineena on raskas ja kevyt polttoöljy. Roro-matkustaja-alusten vuotuiset hiilimonoksidipäästöt pysyisivät samana, hiilivety- ja metaanipäästöt kasvaisivat kumpikin noin 2,5-kertaisiksi, typen oksidi-, hiukkas- ja rikkidioksidipäästöt vähenisivät kumpikin noin 90 %, typpioksiduulipäästöt vähenisivät noin 85 % sekä hiilidioksidi- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöt vähenisivät kumpikin noin 13 %. (Kuva 28)

KULJETUS 1

1) Valitse reitti

Valitse Suomen satama: Turku (FITKU)

Valitse ulkomaan satama: Tukholma (SESTO)

Valitulla reitillä vuonna 2019 kuljetettu lasti alustyypeittäin (tonnia)

Raakaöljyalus	0	Konttialus	0	Roro lastialus, paperi	0
Tuotetankkeri	0	Konttialus, paperi	0	Roro matkustaja-alus	1 425 400
Kemikaalialus	0	Kuivalastialus	0	Muu alus	0
Bulkalus	0	Roro lastialus	0		

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: (●) HFO, MDO/GO ( ) LNG

3) Valitse aluksen tyyppi, koko täyttöaste ja lastin määrä	Muuta aluksen kokoa	Aluksen koko (DWT)	Muuta lastin osuutta DWT:stä	Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Syötä oma lastimäärä (tonnia/v.)
Valitse alustyyppi: Roro matkustaja-alus	Suurenna / Pienennä ±0 %	6 000	Lisää / Vähennä 25 %	1 425 400	

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus	Oletusnopeus	Muuta oletusnopeutta	Uusi nopeus
	16,0 solmua 29,6 km/h	Lisää / Vähennä 0 %	16,0 solmua 29,6 km/h

KULJETUS 2

1) Valitse reitti

Valitse Suomen satama: Turku (FITKU)

Valitse ulkomaan satama: Tukholma (SESTO)

Valitulla reitillä vuonna 2019 kuljetettu lasti alustyypeittäin (tonnia)

Raakaöljyalus	0	Konttialus	0	Roro lastialus, paperi	0
Tuotetankkeri	0	Konttialus, paperi	0	Roro matkustaja-alus	1 425 400
Kemikaalialus	0	Kuivalastialus	0	Muu alus	0
Bulkalus	0	Roro lastialus	0		

2) Valitse alusten käyttämä polttoaine *: ( ) HFO, MDO/GO (●) LNG

3) Valitse aluksen tyyppi, koko täyttöaste ja lastin määrä	Muuta aluksen kokoa	Aluksen koko (DWT)	Muuta lastin osuutta DWT:stä	Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Syötä oma lastimäärä (tonnia/v.)
Valitse alustyyppi: Roro matkustaja-alus	Suurenna / Pienennä ±0 %	6 000	Lisää / Vähennä 25 %	1 425 400	

4) Valitse aluksen keskimääräinen matkanopeus	Oletusnopeus	Muuta oletusnopeutta	Uusi nopeus
	16,0 solmua 29,6 km/h	Lisää / Vähennä 0 %	16,0 solmua 29,6 km/h

* Alusten käyttämä polttoaine: HFO, MDO/GO = SECA-alueilla HFO pesurin kanssa (osuus 50 %) ja MDO/GO (osuus 50 %), muilla merialueilla HFO; LNG = nesteytetty maakaasu HFO = raskas polttoöljy (IFO380 / IFO180 suhteessa 80 % / 20 %), pesuri = pakokaasupesuri, MDO/GO = kevyt polttoöljy

ALUSTEN TIEDOT	Tyyppi	Koko (DWT)	Lastin osuus DWT:stä	Keskimääräinen matkanopeus (solmua)	Polttoaine		Tyyppi	Koko (DWT)	Lastin osuus DWT:stä	Keskimääräinen matkanopeus (solmua)	Polttoaine
Kuljetus 1	Roro matkustaja-alus	6 000	25 %	16,0	HFO, MDO/GO	Kuljetus 2	Roro matkustaja-alus	6 000	25 %	16,0	LNG

TULOKSET	Merialue	Reitti- ja lastitiedot: Kuljetettu lasti (tonnia/v.)	Pituus yhteen suuntaan (km)	Suorite (milj. tonnikm/v.)	Polttoainetiedot **: Kulutus (tonnia/v.)	Kustannus (milj. €/v.)	Päästöt (tonnia/vuosi): Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Kuljetus 1 Turku-Tukholma	Itämeri (Euroopan SECA)		332	472,5	17 326,2	7,229	122,78	40,79	956,72	28,60	4,91	1,31	34,65	54 820	55 333
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)														
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	1 425 400	332	472,5	17 326,2	7,229	122,78	40,79	956,72	28,60	4,91	1,31	34,65	54 820	55 333
Kuljetus 2 Turku-Tukholma	Itämeri (Euroopan SECA)		332	472,5	13 861,0	Ei tietoa	122,78	101,97	95,67	2,86	12,28	0,20	3,47	47 694	48 059
	Pohjanmeri ja Englannin kanaali (Euroopan SECA)														
	Muut merialueet														
	Pohjois-Amerikan SECA														
	Yhteensä	1 425 400	332	472,5	13 861,0	Ei tietoa	122,78	101,97	95,67	2,86	12,28	0,20	3,47	47 694	48 059
	Ero (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-3 465,2		0,00	61,18	-861,05	-25,74	7,37	-1,11	-31,19	-7 127	-7 274
	Ero % (Kuljetus 1 miinus Kuljetus 2)				-20 %		+0 %	+150 %	-90 %	-90 %	+150 %	-85 %	-90 %	-13 %	-13 %

** Polttoaineen hintoina ovat keskihinnat Rotterdamin satamassa vuonna 2019: raskas polttoöljy 318 €/tonni ja kevyt polttoöljy 507 €/tonni

PÄÄSTÖKUSTANNUKSET ***

TULOKSET	Päästökustannukset (€): Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)	Yhteensä
Kuljetus 1	1 345,99	299 453	101 160	4 243	16 712	13 307	4 221 158	4 657 379
Kuljetus 2	3 364,97	29 945	10 116	10 609	2 507	1 331	3 672 408	3 730 280
Ero	2 018,98	-269 507	-91 044	6 365	-14 205	-11 976	-548 751	-927 099
Ero %	+150 %	-90 %	-90 %	+150 %	-85 %	-90 %	-13 %	-20 %

Mallin käyttämät yksikkökustannukset (€/päästötonni)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NOx)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH4)	Typpioksiduuli (N2O)	Rikkidioksidi (SO2)	Hiilidioksidi (CO2)
Satama	33	313	7 024	864	12 760	384	77
Väylä	33	313	3 355	864	12 760	384	77

*** Vuoden 2018 hintataso

Kuva 28. Skenaarioesimerkki: roro-matkustaja-alusten polttoaineen muuttamisen nesteytetyksi maakaasuksi vaikutus päästöihin ulkomaan laivaliikenteen suorissa tavarakuljetuksissa.

Lähteet

Lähteet

Bunker Index -sivusto.
http://www.bunkerindex.com/ (viitattu syksyllä 2020)

EU (2015). Meriliikenteen hiilidioksidipäästöjen tarkkailusta, raportoinnista ja todentamisesta sekä direktiivin 2009/16/EY muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0757&from=EN (viitattu syksyllä 2020)

EU (2016). Rikkidirektiivi.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0802 (viitattu syksyllä 2020)

FleetMon-sivusto.
https://www.fleetmon.com/ (viitattu syksyllä 2020)

GoogleMaps-sivusto.
https://maps.google.com/ (viitattu syksyllä 2020)

IMO (2018). International Maritime Organization. Adoption of the initial IMO strategy on reduction of ghg emissions from ships and existing IMO activity related to reducing ghg emissions in the shipping sector. RESOLUTION MEPC.304(72) (adopted on 13 April 2018).
https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Resolution%20MEPC.304(72)_E.pdf https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx (viitattu syksyllä 2020)

IMO (2019). Nitrogen Oxides (NOx) – Regulation 13.
https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Nitrogen-oxides-(NOx)-%E2%80%93-Regulation-13.aspx (viitattu syksyllä 2020)

IMO (2020). Air pollution prevention, Sulphur monitoring for 2019, Note by the Secretariat. MEPC 75-5-9.docx

Liikennevirasto a. Reittipituudet Suomen satamista kolmikantapisteeseen. Liikennevirasto, kirjallinen tiedonanto.

Liikennevirasto b. Suomen ja ulkomaiden keskimääräiset meriväyläetäisyydet. Liikennevirasto, kirjallinen tiedonanto.

Liikennevirasto c. Suomen satamien väliset etäisyydet.

Maanmittauslaitos. Kansalaisen karttapaikka -sivusto.
https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/ (viitattu keväällä 2021)

MarineTraffic-sivusto.
http://www.marinetraffic.com (viitattu syksyllä 2020)

Oilmonster-sivusto.
https://www.oilmonster.com/bunker-fuel-prices/northern-europe/amsterdam/125 (viitattu syksyllä 2020)

Ports.com-sivusto.
http://ports.com/ (viitattu syksyllä 2020)

Sea-Distances.org-sivusto.
http://www.sea-distances.org/ (viitattu syksyllä 2020)

Sea distances – voyage calculator -sivusto.
http://sea-distances.com/ (viitattu keväällä 2021)

Sea Route Finder -sivusto.
http://www.searoutefinder.com/ (viitattu syksyllä 2020)

ShipBroker Net -sivusto.
http://www.shipbroker.net/list/list1.asp (viitattu syksyllä 2020).

Ship&Bunker -sivusto.
https://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam (viitattu syksyllä 2020)

Ulstein Group. Kalvosarja (ei löydettävissä internetistä enää).

Väylävirasto. Vesiväylähankkeiden arviointiohje. Väyläviraston ohjeita 38/2020.
https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-38_vesivaylahankkeiden_arvioin-tiohje_web.pdf (viitattu tammikuussa 2021)

VTT LIPASTO järjestelmän yksikköpäästöosio.
http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm (viitattu syksyllä 2020)

Tilastot

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom a (2021) Kotimaan vesiliikennetilastot vuodelta 2019 (satamista lähteneet kuljetukset).

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom b (2021). Suomen kansainvälisen tavaraliikenteen vuositilastot alustyypeittäin tuonnissa ja viennissä vuosilta 2005–2019.

Tulli (2021). ULJAS – Tavaroiden ulkomaankauppatilastojen logistiikkatilastot.
https://uljas.tulli.fi/v3rti/db/0/cubes/31 (viitattu keväällä 2021)

Liitteet

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt, polttoaineen kulutus sekä polttoaine- ja päästökustannukset

Ulkomaan tuonti ja vienti yhteensä

Liitetaulukko 1. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt, polttoaineen kulutus sekä polttoaine- ja päästökustannukset merellä ja satamassa yhteensä vuosina 2005–2019, tuonti ja vienti yhteensä.

Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset, tuonti ja vienti yhteensä												
Vuosi	**Päästöt** tonnia									**Polttoaineen kulutus**	**Kustannukset** miljoonaa €	
	Hiili-monoksidi CO	Hiilivedyt HC	Typen oksidit NO_x	Hiukkaset PM	Metaani CH_4	Typpi-oksiduuli N_2O	Rikki-dioksidi SO_2	Hiili-dioksidi CO_2	Hiilidioksidi-ekvivalentti CO_2-ekv.	miljoona tonnia	Polttoaine-kustannukset	Päästö-kustannukset
2005	15 213	5 120	151 063	12 029	609	162	84 706	8 592 497	8 656 066	2,699	603	785
2006	16 676	5 637	165 158	13 144	667	178	86 218	9 232 879	9 302 561	2,900	768	843
2007	17 284	5 828	168 092	13 726	691	184	84 081	9 418 246	9 490 469	2,958	830	860
2008	17 420	5 888	167 957	13 979	697	186	84 675	9 319 769	9 392 560	2,927	1 059	853
2009	13 059	4 417	124 708	10 563	522	139	62 867	6 860 206	6 914 775	2,155	609	630
2010	15 256	5 159	144 307	10 709	610	163	65 188	7 863 210	7 926 960	2,470	932	715
2011	15 972	5 419	150 100	10 444	639	170	56 378	8 076 905	8 143 647	2,537	1 266	729
2012	14 991	5 091	139 332	9 798	600	160	51 785	7 445 209	7 507 852	2,338	1 314	673
2013	14 341	4 874	131 867	9 319	574	153	47 923	6 993 166	7 053 091	2,196	1 083	633
2014	14 122	4 806	128 643	9 177	565	151	46 409	6 762 191	6 821 204	2,124	976	613
2015	12 579	4 261	111 909	4 295	503	134	16 509	5 903 225	5 955 788	1,863	610	513
2016	13 176	4 455	115 358	4 651	527	141	18 314	6 079 407	6 134 466	1,919	503	529
2017	13 255	4 491	114 825	4 556	530	141	17 049	6 006 023	6 061 412	1,896	644	523
2018	13 423	4 551	114 864	4 672	537	143	17 366	5 971 687	6 027 777	1,885	797	521
2019	13 169	4 461	111 100	4 807	527	140	18 457	5 757 626	5 812 654	1,817	726	504

Ulkomaan tuonti

Liitetaulukko 2. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt, polttoaineen kulutus sekä polttoaine- ja päästökustannukset merellä ja satamassa yhteensä vuosina 2005–2019, tuonti.

Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset, tuonti												
Vuosi	**Päästöt** tonnia									**Polttoaineen kulutus**	**Kustannukset** miljoonaa €	
	Hiili-monoksidi CO	Hiilivedyt HC	Typen oksidit NO_x	Hiukkaset PM	Metaani CH_4	Typpi-oksiduuli N_2O	Rikki-dioksidi SO_2	Hiili-dioksidi CO_2	Hiilidioksidi-ekvivalentti CO_2-ekv.	miljoona tonnia	Polttoaine-kustannukset	Päästö-kustannukset
2005	6 745	2 272	67 255	5 300	270	72	36 899	3 806 960	3 835 145	1,196	268	348
2006	7 626	2 581	75 760	5 995	305	81	39 051	4 220 568	4 252 435	1,326	352	386
2007	8 387	2 833	81 856	6 643	335	89	40 364	4 567 886	4 602 931	1,435	403	417
2008	8 639	2 916	83 127	6 919	346	92	41 589	4 623 850	4 659 948	1,452	526	423
2009	5 590	1 880	52 870	4 463	224	60	25 720	2 943 693	2 967 051	0,925	262	270
2010	6 593	2 224	62 028	4 471	264	70	26 149	3 404 767	3 432 319	1,069	404	310
2011	6 873	2 315	63 589	4 412	275	73	22 788	3 491 107	3 519 829	1,096	548	315
2012	6 185	2 083	56 341	3 960	247	66	19 921	3 089 039	3 114 885	0,970	546	279
2013	5 524	1 860	49 688	3 489	221	59	16 780	2 711 032	2 734 114	0,851	420	245
2014	5 345	1 797	47 502	3 387	214	57	16 097	2 577 219	2 599 553	0,809	373	234
2015	5 071	1 705	44 465	1 637	203	54	5 775	2 389 492	2 410 683	0,754	249	208
2016	5 164	1 735	44 679	1 732	207	55	6 346	2 391 175	2 412 754	0,755	199	208
2017	5 058	1 698	43 044	1 635	202	54	5 572	2 302 683	2 323 819	0,727	249	200
2018	5 202	1 748	43 800	1 705	208	55	5 805	2 324 330	2 346 068	0,734	312	203
2019	4 704	1 578	38 970	1 511	188	50	4 860	2 067 303	2 086 959	0,653	264	181

Ulkomaan vienti

Liitetaulukko 3. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten päästöt, polttoaineen kulutus sekä polttoaine- ja päästökustannukset merellä ja satamassa yhteensä vuosina 2005–2019, vienti.

Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset, vienti												
Vuosi	Päästöt tonnia									Polttoaineen kulutus	Kustannukset miljoonaa €	
	Hiili-monoksidi CO	Hiilivedyt HC	Typen oksidit NO_x	Hiukkaset PM	Metaani CH_4	Typpi-oksiduuli N_2O	Rikki-dioksidi SO_2	Hiili-dioksidi CO_2	Hiilidioksidi-ekvivalentti CO_2-ekv.	miljoona tonnia	Polttoaine-kustannukset	Päästö-kustannukset
2005	8 468	2 848	83 808	6 730	339	90	47 806	4 785 537	4 820 921	1,503	335	437
2006	9 050	3 056	89 397	7 149	362	97	47 167	5 012 311	5 050 126	1,574	417	458
2007	8 897	2 995	86 236	7 084	356	95	43 716	4 850 360	4 887 538	1,523	427	443
2008	8 781	2 972	84 830	7 061	351	94	43 086	4 695 919	4 732 613	1,475	533	430
2009	7 469	2 537	71 838	6 100	299	80	37 147	3 916 512	3 947 724	1,230	347	360
2010	8 663	2 936	82 279	6 237	347	92	39 039	4 458 443	4 494 642	1,400	528	405
2011	9 099	3 104	86 512	6 032	364	97	33 589	4 585 798	4 623 819	1,440	718	414
2012	8 806	3 008	82 991	5 838	352	94	31 864	4 356 169	4 392 968	1,368	768	394
2013	8 817	3 014	82 179	5 830	353	94	31 143	4 282 134	4 318 976	1,345	662	387
2014	8 778	3 009	81 141	5 790	351	94	30 312	4 184 972	4 221 651	1,314	604	379
2015	7 508	2 556	67 444	2 658	300	80	10 734	3 513 732	3 545 105	1,109	361	305
2016	8 012	2 720	70 679	2 919	320	85	11 968	3 688 232	3 721 712	1,164	304	321
2017	8 197	2 794	71 782	2 921	328	87	11 477	3 703 340	3 737 594	1,169	396	322
2018	8 221	2 803	71 065	2 967	329	88	11 561	3 647 357	3 681 709	1,151	485	318
2019	8 465	2 883	72 130	3 296	339	90	13 597	3 690 324	3 725 695	1,164	461	323

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten määrät

Ulkomaan tuonti ja vienti yhteensä

Liitetaulukko 4. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten määrät vuosina 2005–2019, tuonti ja vienti yhteensä.

Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset, tuonti ja vienti															
Vuosi	Kuljetettu lasti miljoonaa tonnia														
	Raaka-öljyalus	Tuote-tankkeri, lyhyt etäisyys	Tuote-tankkeri, pitkä etäisyys	Kemi-kaali-alus	Bulkki-alus, lyhyt etäisyys	Bulkki-alus, pitkä etäisyys	Kontti-alus	Kontti-alus, paperi	Kuiva-lastialus, lyhyt etäisyys	Kuiva-lastialus, pitkä etäisyys	Roro-lastialus	Roro-lasti-alus, paperi	Roro-matkus-taja-alus	Muu alus	Yhteensä
2005	7,70	9,72	1,14	4,59	3,50	1,73	5,30	1,69	23,70	2,78	9,92	6,68	6,50	4,70	89,66
2006	8,78	9,00	1,50	5,11	5,59	2,96	6,04	1,97	25,24	2,95	10,24	7,40	7,44	4,93	99,15
2007	8,48	10,32	1,61	4,87	8,02	2,00	6,70	1,98	23,82	3,06	9,24	7,55	9,63	5,26	102,55
2008	10,59	8,59	2,02	5,41	6,61	2,98	7,33	1,89	22,92	2,83	9,59	7,25	8,90	5,49	102,40
2009	10,52	7,96	1,93	4,71	3,52	2,34	5,43	1,30	18,42	2,37	6,71	6,04	7,04	4,28	82,57
2010	10,34	8,63	1,21	5,61	3,45	2,74	6,67	1,34	23,43	3,38	7,62	6,19	8,14	4,53	93,27
2011	10,57	9,14	2,06	5,62	3,40	3,73	7,46	1,83	25,20	3,25	7,89	6,08	8,28	4,00	98,51
2012	10,56	9,65	1,90	5,35	3,32	4,02	7,58	1,97	22,07	3,43	8,16	5,31	7,30	2,61	93,23
2013	10,69	12,23	1,63	4,95	3,86	4,81	7,79	2,24	20,80	3,56	7,32	5,12	8,00	3,35	96,36
2014	9,60	11,56	2,03	4,87	5,33	5,07	7,88	2,15	20,10	3,19	6,73	4,89	9,22	3,69	96,31
2015	8,33	11,73	0,87	4,82	3,78	3,76	7,43	2,34	18,83	2,94	7,10	4,60	9,14	3,57	89,24
2016	10,61	12,67	1,97	5,11	4,04	3,39	7,86	2,38	19,07	3,33	7,77	4,34	9,09	3,27	94,89
2017	11,27	12,45	1,21	5,59	4,96	4,41	8,64	2,62	19,17	2,93	8,35	4,12	9,83	3,24	98,78
2018	11,89	12,58	1,07	5,82	5,29	4,57	8,41	2,80	21,35	3,47	8,67	4,02	10,1	3,65	103,78
2019	11,94	12,05	1,70	5,88	4,35	4,37	8,69	2,51	20,10	3,84	8,78	3,85	9,78	3,44	101,28

Ulkomaan tuonti

Liitetaulukko 5. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten määrät vuosina 2005–2019, tuonti.

Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset, tuonti															
Vuosi	Kuljetettu lasti miljoonaa tonnia														
	Raaka-öljyalus	Tuote-tankkeri, lyhyt etäisyys	Tuote-tankkeri, pitkä etäisyys	Kemi-kaali-alus	Bulkki-alus, lyhyt etäisyys	Bulkki-alus, pitkä etäisyys	Kontti-alus	Kontti-alus, paperi	Kuiva-lastialus, lyhyt etäisyys	Kuiva-lastialus, pitkä etäisyys	Roro-lastialus	Roro-lasti-alus, paperi	Roro-matkus-taja-alus	Muu alus	Yhteensä
2005	7,70	5,93	0,14	2,19	2,52	0,88	2,64	0,02	13,67	0,80	5,55	0,08	3,11	4,56	49,78
2006	8,78	4,90	0,26	2,73	3,25	2,09	2,70	0,00	14,61	0,80	5,89	0,19	3,56	4,78	54,54
2007	8,48	5,71	0,11	2,52	6,20	1,49	3,50	0,00	13,16	0,95	5,88	0,14	4,63	5,15	57,90
2008	10,59	3,66	0,29	2,70	4,56	1,70	3,81	0,00	13,59	1,23	6,10	0,12	4,51	5,25	58,11
2009	10,52	3,18	0,27	2,14	1,80	0,65	2,53	0,01	11,33	0,71	3,91	0,12	3,70	4,19	45,05
2010	10,34	2,85	0,21	2,85	2,02	1,23	2,99	0,00	14,69	0,95	4,55	0,14	4,22	4,45	51,49
2011	10,57	3,38	0,71	2,92	2,18	0,89	3,20	0,01	16,06	1,03	4,83	0,17	4,32	3,96	54,23
2012	10,56	3,50	0,52	2,83	1,58	0,75	3,15	0,02	13,45	0,91	4,86	0,15	3,82	2,60	48,71
2013	10,69	4,67	0,38	2,73	2,09	0,66	3,22	0,03	12,39	0,63	4,35	0,14	4,03	3,30	49,31
2014	9,60	4,84	0,41	2,69	2,71	0,46	3,17	0,01	11,38	0,71	3,91	0,09	4,47	3,59	48,06
2015	8,33	5,63	0,28	2,52	1,53	0,57	2,82	0,02	10,14	0,85	3,94	0,09	4,34	3,42	44,49
2016	10,61	5,02	0,50	2,68	1,51	0,53	2,84	0,02	10,14	0,82	4,22	0,06	4,35	3,19	46,50
2017	11,27	4,44	0,17	3,05	2,09	0,32	2,93	0,01	9,98	0,77	4,39	0,04	4,73	3,11	47,29
2018	11,89	4,56	0,15	3,15	2,18	0,45	3,03	0,01	11,72	0,91	4,38	0,04	4,95	3,43	50,86
2019	11,94	4,38	0,21	3,03	1,82	0,30	2,76	0,01	10,51	0,65	4,46	0,06	4,80	3,04	47,98

Ulkomaan vienti

Liitetaulukko 6. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten määrät vuosina 2005–2019, vienti.

Ulkomaan laivaliikenteen suorat tavarakuljetukset, vienti															
Vuosi	Kuljetettu lasti miljoonaa tonnia														
	Raaka-öljyalus	Tuote-tankkeri, lyhyt etäisyys	Tuote-tankkeri, pitkä etäisyys	Kemi-kaali-alus	Bulkki-alus, lyhyt etäisyys	Bulkki-alus, pitkä etäisyys	Kontti-alus	Kontti-alus, paperi	Kuiva-lastialus, lyhyt etäisyys	Kuiva-lastialus, pitkä etäisyys	Roro-lastialus	Roro-lasti-alus, paperi	Roro-matkus-taja-alus	Muu alus	Yhteensä
2005	0,00	3,80	1,00	2,40	0,98	0,85	2,67	1,67	10,03	1,98	4,37	6,61	3,39	0,13	39,88
2006	0,00	4,10	1,24	2,38	2,34	0,87	3,34	1,97	10,63	2,15	4,34	7,21	3,88	0,14	44,61
2007	0,00	4,61	1,50	2,35	1,82	0,51	3,20	1,98	10,67	2,11	3,37	7,41	5,01	0,12	44,65
2008	0,00	4,94	1,73	2,71	2,05	1,28	3,52	1,89	9,33	1,59	3,49	7,13	4,39	0,24	44,29
2009	0,00	4,79	1,65	2,57	1,72	1,69	2,90	1,29	7,09	1,66	2,81	5,92	3,34	0,08	37,52
2010	0,00	5,78	1,00	2,76	1,43	1,51	3,69	1,33	8,74	2,42	3,07	6,06	3,92	0,08	41,79
2011	0,00	5,76	1,35	2,70	1,22	2,83	4,25	1,82	9,15	2,22	3,06	5,91	3,96	0,04	44,28
2012	0,00	6,15	1,37	2,52	1,74	3,27	4,42	1,96	8,63	2,52	3,29	5,16	3,47	0,01	44,52
2013	0,00	7,56	1,25	2,22	1,77	4,14	4,57	2,21	8,41	2,93	2,97	4,99	3,97	0,06	47,05
2014	0,00	6,73	1,61	2,18	2,62	4,62	4,71	2,13	8,71	2,48	2,82	4,79	4,75	0,10	48,25
2015	0,00	6,09	0,59	2,29	2,24	3,19	4,61	2,32	8,69	2,09	3,16	4,51	4,81	0,16	44,76
2016	0,00	7,65	1,47	2,43	2,53	2,86	5,02	2,36	8,93	2,51	3,56	4,27	4,73	0,08	48,39
2017	0,00	8,01	1,03	2,54	2,87	4,09	5,72	2,61	9,18	2,16	3,96	4,08	5,09	0,13	51,48
2018	0,00	8,02	0,92	2,67	3,11	4,13	5,38	2,78	9,63	2,55	4,29	3,98	5,25	0,22	52,92
2019	0,00	7,67	1,49	2,85	2,53	4,07	5,93	2,49	9,59	3,19	4,32	3,79	4,98	0,39	53,29

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteet

Ulkomaan tuonti ja vienti yhteensä

Liitetaulukko 7. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteet vuosina 2005–2019, tuonti ja vienti yhteensä.

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteet, tuonti ja vienti yhteensä															
Vuosi	Kuljetussuorite miljoonaa tonnikilometriä														
	Raaka-öljyalus	Tuote-tankkeri, lyhyt etäisyys	Tuote-tankkeri, pitkä etäisyys	Kemi-kaali-alus	Bulkki-alus, lyhyt etäisyys	Bulkki-alus, pitkä etäisyys	Kontti-alus	Kontti-alus, paperi	Kuiva-lastialus, lyhyt etäisyys	Kuiva-lastialus, pitkä etäisyys	Roro-lastialus	Roro-lastialus, paperi	Roro-matkus-taja-alus	Muu alus	Yhteensä
2005	5 180	11 939	9 554	12 569	5 082	27 020	10 592	3 457	42 597	26 798	13 782	14 368	2 494	10 042	195 475
2006	8 648	11 706	13 905	12 143	14 167	39 500	12 138	4 110	46 097	26 700	13 484	14 745	3 330	9 771	230 445
2007	6 745	11 952	14 383	11 063	12 503	29 674	13 738	4 208	44 795	29 001	14 287	14 749	4 935	9 632	221 667
2008	6 586	10 365	16 282	12 705	11 291	43 243	15 030	4 064	41 496	28 049	14 774	15 280	4 320	7 182	230 669
2009	5 760	9 480	16 852	15 703	8 000	34 792	11 284	2 757	31 819	23 370	9 005	11 712	3 761	7 046	191 341
2010	4 670	11 779	11 185	18 231	6 790	46 664	14 365	2 855	41 896	36 795	9 884	11 681	4 385	8 070	229 250
2011	5 716	12 036	20 118	16 881	5 432	69 889	15 554	3 859	41 808	37 619	10 345	11 529	4 348	7 575	262 708
2012	6 098	13 657	20 207	14 190	7 699	65 530	17 211	4 241	36 704	38 805	10 061	10 062	3 794	3 535	251 796
2013	5 816	17 979	16 153	12 558	6 840	69 514	16 168	4 652	35 847	38 820	9 409	9 451	3 556	5 526	252 289
2014	7 249	14 878	18 535	12 610	10 742	71 422	18 154	4 568	35 505	32 006	9 213	9 335	3 742	11 699	259 659
2015	5 465	16 174	8 324	12 715	8 622	44 677	15 596	5 122	34 589	28 785	9 246	9 209	3 888	9 775	212 185
2016	4 961	18 923	17 748	13 639	8 927	37 046	16 504	5 135	36 370	37 093	9 650	8 616	3 779	11 595	229 985
2017	7 490	19 527	11 887	14 410	10 444	48 172	18 424	5 840	34 383	30 774	10 734	8 180	4 133	12 293	236 691
2018	8 198	18 858	9 591	15 159	12 206	55 456	17 379	5 998	36 821	35 592	10 851	8 247	4 228	10 696	249 280
2019	8 115	17 811	14 965	14 951	9 334	53 405	19 466	5 336	34 009	40 473	10 513	7 518	4 055	14 454	254 405

Ulkomaan tuonti

Liitetaulukko 8. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteet vuosina 2005–2019, tuonti.

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteet, tuonti															
Vuosi	Kuljetussuorite miljoonaa tonnikilometriä														
	Raaka-öljyalus	Tuote-tankkeri, lyhyt etäisyys	Tuote-tankkeri, pitkä etäisyys	Kemi-kaali-alus	Bulkki-alus, lyhyt etäisyys	Bulkki-alus, pitkä etäisyys	Kontti-alus	Kontti-alus, paperi	Kuiva-lastialus, lyhyt etäisyys	Kuiva-lastialus, pitkä etäisyys	Roro-lastialus	Roro-lasti-alus, paperi	Roro-matkus-taja-alus	Muu alus	Yhteensä
2005	5 180	6 384	1 253	4 754	2 090	16 186	5 268	19	19 728	8 076	7 996	89	1 244	9 738	88 006
2006	8 648	5 278	3 041	6 532	2 421	29 683	5 366	7	21 852	8 020	8 358	145	1 670	9 653	110 675
2007	6 745	5 613	1 507	5 561	4 772	24 284	7 188	5	20 709	9 328	9 786	120	2 512	9 320	107 450
2008	6 586	3 814	2 530	6 214	3 800	23 406	7 844	9	21 068	13 503	10 211	125	2 309	6 862	108 282
2009	5 760	3 564	3 388	7 620	1 720	8 107	5 253	14	15 949	7 894	5 498	128	2 035	6 994	73 924
2010	4 670	3 658	2 965	10 240	1 794	17 626	6 107	10	20 725	8 755	6 195	137	2 328	8 021	93 232
2011	5 716	4 266	9 414	8 244	1 794	14 850	6 354	11	20 718	10 918	6 861	141	2 356	7 562	99 206
2012	6 098	4 734	8 898	7 930	1 440	12 879	6 316	25	17 820	10 116	6 689	145	2 035	3 525	88 649
2013	5 816	6 296	5 705	6 964	2 009	9 760	6 382	29	16 750	6 354	6 081	190	1 869	5 256	79 462
2014	7 249	5 607	4 356	6 782	2 974	5 906	6 318	22	15 486	7 186	5 792	133	1 899	11 398	81 106
2015	5 465	7 293	3 178	5 751	2 316	7 095	5 855	40	14 674	9 084	5 454	97	1 922	9 653	77 878
2016	4 961	6 501	5 351	6 846	2 227	6 810	5 839	41	14 816	10 356	5 608	68	1 870	11 482	82 777
2017	7 490	5 440	2 171	6 928	3 004	3 846	6 239	23	14 462	9 177	5 955	54	2 062	11 750	78 600
2018	8 198	5 302	2 455	8 031	3 823	6 226	6 240	24	16 457	10 703	5 778	61	2 120	10 452	85 871
2019	8 115	5 286	2 262	6 929	3 071	3 818	5 830	22	14 591	6 735	5 634	62	2 061	13 861	78 279

Ulkomaan vienti

Liitetaulukko 9. Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteet vuosina 2005–2019, vienti.

Ulkomaan laivaliikenteen suorien tavarakuljetusten suoritteet, vienti															
Vuosi	Kuljetussuorite miljoonaa tonnikilometriä														
	Raaka-öljyalus	Tuote-tankkeri, lyhyt etäisyys	Tuote-tankkeri, pitkä etäisyys	Kemi-kaali-alus	Bulkki-alus, lyhyt etäisyys	Bulkki-alus, pitkä etäisyys	Kontti-alus	Kontti-alus, paperi	Kuiva-lastialus, lyhyt etäisyys	Kuiva-lastialus, pitkä etäisyys	Roro-lastialus	Roro-lasti-alus, paperi	Roro-matkus-taja-alus	Muu alus	Yhteensä
2005	0	5 555	8 301	7 815	2 992	10 834	5 324	3 438	22 868	18 722	5 786	14 278	1 250	304	107 469
2006	0	6 428	10 864	5 612	11 746	9 817	6 772	4 103	24 245	18 680	5 126	14 600	1 660	117	119 770
2007	0	6 340	12 876	5 502	7 731	5 390	6 550	4 203	24 086	19 673	4 501	14 628	2 423	313	114 217
2008	0	6 551	13 752	6 491	7 492	19 837	7 187	4 054	20 429	14 546	4 562	15 155	2 011	320	122 386
2009	0	5 916	13 464	8 083	6 281	26 686	6 031	2 743	15 870	15 475	3 506	11 583	1 726	52	117 417
2010	0	8 121	8 221	7 990	4 995	29 038	8 257	2 846	21 171	28 040	3 689	11 544	2 057	49	136 018
2011	0	7 770	10 704	8 636	3 638	55 039	9 200	3 848	21 089	26 701	3 484	11 388	1 992	13	163 501
2012	0	8 923	11 310	6 260	6 259	52 651	10 895	4 217	18 884	28 688	3 372	9 917	1 760	10	163 147
2013	0	11 682	10 449	5 595	4 830	59 753	9 786	4 624	19 097	32 465	3 328	9 261	1 686	270	172 826
2014	0	9 271	14 180	5 829	7 768	65 516	11 836	4 547	20 019	24 820	3 421	9 202	1 844	301	178 552
2015	0	8 881	5 146	6 964	6 306	37 582	9 741	5 082	19 915	19 701	3 792	9 112	1 966	122	134 308
2016	0	12 423	12 397	6 793	6 700	30 236	10 665	5 094	21 554	26 737	4 041	8 548	1 908	112	147 209
2017	0	14 088	9 716	7 482	7 440	44 326	12 184	5 817	19 921	21 597	4 779	8 127	2 071	544	158 091
2018	0	13 556	7 136	7 128	8 383	49 230	11 139	5 974	20 363	24 889	5 074	8 185	2 108	244	163 409
2019	0	12 525	12 703	8 021	6 263	49 587	13 635	5 315	19 418	33 739	4 879	7 455	1 994	593	176 126

Laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt talousalueittain ja alustyypeittäin vuonna 2019, Euroopan unioni

Ulkomaan tuonti

Liitetaulukko 10. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Hiilidioksidipäästöt sisältävät ulkomaan tuonnin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt.

Hiilidioksidipäästöt (CO_2) (tonnia/vuosi) Ulkomaan tuonti	Euroopan unioni (EU)		
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	109 333	15 133	124 466
Bulkalus	16 822	1 961	18 783
Konttialus	238 434	5 892	244 326
Kuivalastialus	119 763	184 468	304 231
Roro-alus	833 036	11 393	844 429
Muu alus	4 200	1 276	5 475
Yhteensä	**1 321 587**	**220 123**	**1 541 710**
* Britannia ei mukana			
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	119 614	12 653	132 267
Bulkalus	40 982	4 375	45 357
Konttialus	241 894	300	242 195
Kuivalastialus	76 990	117 549	194 539
Roro-alus	38 614	246	38 860
Muu alus	130 584	22 013	152 597
Yhteensä	**648 678**	**157 136**	**805 814**

Ulkomaan vienti

Liitetaulukko 11. *Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Hiilidioksidipäästöt sisältävät ulkomaan viennin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt.*

Hiilidioksidipäästöt (CO2)
(tonnia/vuosi)
Ulkomaan vienti

	Euroopan unioni (EU)		
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	183 412	24 929	208 342
Bulkalus	53 482	5 915	59 398
Konttialus	591 634	16 665	608 299
Kuivalastialus	160 111	245 447	405 558
Roro-alus	896 145	11 633	907 778
Muu alus	1 847	433	2 279
Yhteensä	**1 886 632**	**305 022**	**2 191 654**

* Britannia ei mukana

EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	193 613	23 149	216 762
Bulkalus	342 567	34 619	377 186
Konttialus	1 198 775	1 192	1 199 967
Kuivalastialus	290 882	441 150	732 032
Roro-alus	151 291	689	151 980
Muu alus	4 062	688	4 750
Yhteensä	**2 181 191**	**501 487**	**2 682 678**

Kotimaan kuljetukset

Liitetaulukko 12. *Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin vuonna 2019.*

Hiilidioksidipäästöt (CO2)
(tonnia/vuosi)

Kotimaan kuljetukset	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	26 371	2 398	28 769
Bulkalus	356	223	579
Konttialus	10	0	10
Kuivalastialus	8 605	15 945	24 550
Roro-alus	4 084	0	4 084
Muu alus	5 832	2 054	7 886
Yhteensä	**45 257**	**20 620**	**65 877**

Laivaliikenteen tavarakuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus talousalueittain ja alustyypeittäin vuonna 2019, Euroopan unioni

Ulkomaan tuonti

Liitetaulukko 13. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Luvut sisältävät ulkomaan tuonnin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetukset.

EU:n sisäiset tavarakuljetukset *

Ulkomaan tuonti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	5,0	0,5	5,5
Bulkalus	0,9	0,1	0,9
Konttialus	2,6	0,0	2,6
Kuivalastialus	3,3	4,9	8,2
Roro-alus	9,1	0,0	9,1
Muu alus	1,3	0,2	1,5
Yhteensä	**22,2**	**5,8**	**27,9**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	8 060	896	8 955
Bulkalus	1 459	140	1 600
Konttialus	8 455	34	8 489
Kuivalastialus	4 842	7 310	12 152
Roro-alus	7 406	2	7 408
Muu alus	297	49	346
Yhteensä	**30 520**	**8 431**	**38 951**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,035	0,005	0,039
Bulkalus	0,005	0,001	0,006
Konttialus	0,075	0,002	0,077
Kuivalastialus	0,038	0,058	0,096
Roro-alus	0,263	0,004	0,267
Muu alus	0,001	0,000	0,002
Yhteensä	**0,418**	**0,070**	**0,487**

* Britannia ei mukana

EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset

Ulkomaan tuonti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	13,7	0,3	14,1
Bulkalus	1,1	0,1	1,2
Konttialus	0,1	0,0	0,1
Kuivalastialus	1,2	1,8	2,9
Roro-alus	0,2	0,0	0,2
Muu alus	1,3	0,2	1,5
Yhteensä	**17,6**	**2,4**	**20,0**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	12 829	808	13 637
Bulkalus	4 825	465	5 290
Konttialus	23 924	2	23 926
Kuivalastialus	3 655	5 519	9 174
Roro-alus	349	0	350
Muu alus	11 610	1 906	13 515
Yhteensä	**57 192**	**8 699**	**65 891**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,038	0,004	0,042
Bulkalus	0,013	0,001	0,014
Konttialus	0,076	0,000	0,076
Kuivalastialus	0,024	0,037	0,061
Roro-alus	0,012	0,000	0,012
Muu alus	0,041	0,007	0,048
Yhteensä	**0,204**	**0,050**	**0,254**

Ulkomaan vienti

Liitetaulukko 14. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan unionin sisäisissä sekä Euroopan unionin maiden ja Euroopan unionin ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Luvut sisältävät ulkomaan viennin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetukset.

EU:n sisäiset tavarakuljetukset *

Ulkomaan vienti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	7,9	0,9	8,8
Bulkalus	1,9	0,2	2,1
Konttialus	8,0	0,0	8,0
Kuivalastialus	3,3	5,0	8,4
Roro-alus	12,0	0,0	12,0
Muu alus	0,3	0,0	0,3
Yhteensä	**33,5**	**6,2**	**39,7**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	12 654	1 491	14 145
Bulkalus	4 966	478	5 444
Konttialus	20 697	100	20 797
Kuivalastialus	6 558	9 902	16 459
Roro-alus	11 785	3	11 788
Muu alus	148	24	173
Yhteensä	**56 808**	**11 998**	**68 806**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,058	0,008	0,066
Bulkalus	0,017	0,002	0,019
Konttialus	0,187	0,005	0,192
Kuivalastialus	0,051	0,078	0,128
Roro-alus	0,283	0,004	0,287
Muu alus	0,001	0,000	0,001
Yhteensä	**0,596**	**0,096**	**0,692**

* Britannia ei mukana

EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset

Ulkomaan vienti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	2,9	0,3	3,2
Bulkalus	4,1	0,4	4,5
Konttialus	0,4	0,0	0,4
Kuivalastialus	1,8	2,7	4,4
Roro-alus	1,0	0,0	1,0
Muu alus	0,0	0,0	0,1
Yhteensä	**10,2**	**3,4**	**13,6**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	17 258	1 846	19 104
Bulkalus	45 979	4 427	50 406
Konttialus	118 123	17	118 139
Kuivalastialus	14 621	22 076	36 697
Roro-alus	2 539	1	2 539
Muu alus	361	59	420
Yhteensä	**198 881**	**28 426**	**227 306**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,061	0,007	0,068
Bulkalus	0,108	0,011	0,119
Konttialus	0,377	0,000	0,377
Kuivalastialus	0,092	0,139	0,230
Roro-alus	0,048	0,000	0,048
Muu alus	0,001	0,000	0,001
Yhteensä	**0,686**	**0,158**	**0,844**

Kotimaan kuljetukset

Liitetaulukko 15. Kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin vuonna 2019.

Kotimaan kuljetukset **Kuljetettu lasti** (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	3,292	0,295	3,587
Bulkalus	0,105	0,066	0,170
Konttialus	0,001	0,000	0,001
Kuivalastialus	0,976	1,809	2,786
Roro-alus	0,219	0,000	0,219
Muu alus	2,504	0,882	3,385
Yhteensä	**7,096**	**3,052**	**10,148**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	1 742,9	159,4	1 902,3
Bulkalus	22,2	13,9	36,1
Konttialus	0,2	0,0	0,2
Kuivalastialus	307,2	569,3	876,5
Roro-alus	36,1	0,0	36,1
Muu alus	285,1	100,4	385,6
Yhteensä	**2 393,8**	**843,0**	**3 236,7**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,0083	0,0008	0,0091
Bulkalus	0,0001	0,0001	0,0002
Konttialus	0,0000	0,0000	0,0000
Kuivalastialus	0,0027	0,0050	0,0078
Roro-alus	0,0013	0,0000	0,0013
Muu alus	0,0018	0,0006	0,0025
Yhteensä	**0,0143**	**0,0065**	**0,0208**

Laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt talousalueittain ja alustyypeittäin vuonna 2019, Euroopan talousalue

Ulkomaan tuonti

Liitetaulukko 16. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen kuljetuksissa vuonna 2019. Hiilidioksidipäästöt sisältävät ulkomaan tuonnin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt.

Hiilidioksidipäästöt (CO_2) (tonnia/vuosi) Ulkomaan tuonti	**Euroopan talousalue (ETA)**		
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	146 916	20 644	167 560
Bulkalus	19 716	2 273	21 989
Konttialus	238 491	5 892	244 383
Kuivalastialus	128 057	197 142	325 199
Roro-alus	833 180	11 394	844 574
Muu alus	4 200	1 276	5 475
Yhteensä	**1 370 560**	**238 621**	**1 609 181**
* Britannia ei mukana			
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	82 030	7 142	89 173
Bulkalus	38 089	4 062	42 151
Konttialus	241 837	300	242 138
Kuivalastialus	68 696	104 875	173 571
Roro-alus	38 469	245	38 714
Muu alus	130 584	22 013	152 597
Yhteensä	**599 706**	**138 638**	**738 343**

Ulkomaan vienti

Liitetaulukko 17. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten hiilidioksidipäästöt alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Hiilidioksidipäästöt sisältävät ulkomaan tuonnin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt.

Hiilidioksidipäästöt (CO_2) (tonnia/vuosi) Ulkomaan vienti	**Euroopan talousalue (ETA)**		
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	187 884	25 611	213 495
Bulkalus	54 483	6 026	60 509
Konttialus	593 031	16 682	609 713
Kuivalastialus	169 159	259 286	428 444
Roro-alus	896 253	11 633	907 886
Muu alus	1 885	440	2 325
Yhteensä	**1 902 695**	**319 677**	**2 222 373**
* Britannia ei mukana			
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	189 141	22 468	211 609
Bulkalus	341 566	34 508	376 074
Konttialus	1 197 378	1 175	1 198 553
Kuivalastialus	281 835	427 312	709 146
Roro-alus	151 183	688	151 872
Muu alus	4 024	681	4 705
Yhteensä	**2 165 127**	**486 832**	**2 651 959**

Kotimaan kuljetukset

Kotimaan kuljetusten hiilidioksidipäästöt on esitetty Euroopan unionin hiilidioksidipäästöjen yhteydessä olevassa liitetaulukossa (Liitetaulukko 12).

Laivaliikenteen tavarakuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus talousalueittain ja alustyypeittäin vuonna 2019, Euroopan talousalue

Ulkomaan tuonti

Liitetaulukko 18. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Luvut sisältävät ulkomaan tuonnin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetukset.

ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *

Ulkomaan tuonti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	6,5	0,7	7,2
Bulkalus	0,9	0,1	1,0
Konttialus	2,6	0,0	2,6
Kuivalastialus	3,4	5,2	8,6
Roro-alus	9,1	0,0	9,1
Muu alus	1,3	0,2	1,5
Yhteensä	**23,9**	**6,1**	**30,1**

Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	11 602	1 216	12 817
Bulkalus	1 714	165	1 879
Konttialus	8 459	34	8 492
Kuivalastialus	5 177	7 816	12 993
Roro-alus	7 408	2	7 409
Muu alus	297	49	346
Yhteensä	**34 656**	**9 282**	**43 938**

Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,046	0,007	0,053
Bulkalus	0,006	0,001	0,007
Konttialus	0,075	0,002	0,077
Kuivalastialus	0,040	0,062	0,103
Roro-alus	0,263	0,004	0,267
Muu alus	0,001	0,000	0,002
Yhteensä	**0,433**	**0,075**	**0,508**

* Britannia ei mukana

ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset

Ulkomaan tuonti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	12,2	0,2	12,4
Bulkalus	1,0	0,1	1,1
Konttialus	0,1	0,0	0,1
Kuivalastialus	1,0	1,6	2,6
Roro-alus	0,2	0,0	0,2
Muu alus	1,3	0,2	1,5
Yhteensä	**15,9**	**2,1**	**17,9**

Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	9 287	488	9 775
Bulkalus	4 571	440	5 011
Konttialus	23 920	2	23 922
Kuivalastialus	3 320	5 013	8 333
Roro-alus	348	0	348
Muu alus	11 610	1 906	13 515
Yhteensä	**53 055**	**7 848**	**60 904**

Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,026	0,002	0,028
Bulkalus	0,012	0,001	0,013
Konttialus	0,076	0,000	0,076
Kuivalastialus	0,022	0,033	0,055
Roro-alus	0,012	0,000	0,012
Muu alus	0,041	0,007	0,048
Yhteensä	**0,189**	**0,044**	**0,232**

Ulkomaan vienti

Liitetaulukko 19. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus alustyypeittäin Euroopan talousalueen sisäisissä sekä Euroopan talousalueen maiden ja Euroopan talousalueen ulkopuolisten maiden välisissä laivaliikenteen tavarakuljetuksissa vuonna 2019. Luvut sisältävät ulkomaan viennin suoran ja epäsuoran laivaliikenteen tavarakuljetukset.

ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *

Ulkomaan vienti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	8,1	0,9	9,0
Bulkalus	2,0	0,2	2,1
Konttialus	8,0	0,0	8,1
Kuivalastialus	3,5	5,3	8,8
Roro-alus	12,0	0,0	12,0
Muu alus	0,3	0,0	0,3
Yhteensä	**33,9**	**6,5**	**40,3**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	12 952	1 531	14 484
Bulkalus	5 053	487	5 540
Konttialus	20 765	100	20 865
Kuivalastialus	6 923	10 453	17 377
Roro-alus	11 786	3	11 789
Muu alus	152	25	176
Yhteensä	**57 633**	**12 599**	**70 231**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,059	0,008	0,067
Bulkalus	0,017	0,002	0,019
Konttialus	0,187	0,005	0,193
Kuivalastialus	0,053	0,082	0,135
Roro-alus	0,283	0,004	0,287
Muu alus	0,001	0,000	0,001
Yhteensä	**0,601**	**0,101**	**0,702**

* Britannia ei mukana

ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset

Ulkomaan vienti

Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	2,7	0,3	3,0
Bulkalus	4,1	0,4	4,5
Konttialus	0,4	0,0	0,4
Kuivalastialus	1,6	2,4	4,0
Roro-alus	1,0	0,0	1,0
Muu alus	0,0	0,0	0,1
Yhteensä	**9,9**	**3,1**	**13,0**
Kuljetussuorite (milj. tonnikm/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	16 959	1 807	18 765
Bulkalus	45 892	4 418	50 310
Konttialus	118 054	16	118 071
Kuivalastialus	14 256	21 524	35 780
Roro-alus	2 538	1	2 539
Muu alus	358	59	416
Yhteensä	**198 056**	**27 825**	**225 881**
Polttoaineen kulutus (milj. tonnia/vuosi)	Aluskoko yli 5000 GT	Aluskoko 400-5000 GT	Molemmat aluskoot yhteensä
Säiliöalus	0,060	0,007	0,067
Bulkalus	0,107	0,011	0,118
Konttialus	0,376	0,000	0,377
Kuivalastialus	0,089	0,134	0,223
Roro-alus	0,048	0,000	0,048
Muu alus	0,001	0,000	0,001
Yhteensä	**0,681**	**0,153**	**0,834**

Kotimaan kuljetukset

Kotimaan kuljetusten lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus on esitetty Euroopan unionin hiilidioksidipäästöjen yhteydessä olevassa liitetaulukossa (Liitetaulukko 15).

Laivaliikenteen tavarakuljetusten päästöt komponenteittain ja talousalueittain sekä kuljetun lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus talousalueittain vuonna 2019

Yli 5 000 GT:n kokoiset alukset

Liitetaulukko 20. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten yli 5 000 GT:n kokoisten alusten päästöt komponenteittain ja talousalueittain sekä kuljetetun lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus talousalueittain vuonna 2019. Luvut sisältävät ulkomaan laivaliikenteen tuonnin ja viennin suorat ja epäsuorat tavarakuljetukset sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset.

Päästöt
(tonnia/vuosi)

Aluskoko yli 5000 GT

	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	7 389	2 491	60 887	1 906	296	79	3 774	3 253 476	3 284 351
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	6 528	2 251	57 942	4 275	261	70	24 782	2 829 869	2 857 146
Yhteensä	**13 916**	**4 742**	**118 829**	**6 181**	**557**	**148**	**28 555**	**6 083 345**	**6 141 497**
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	7 537	2 541	62 141	1 950	301	80	3 894	3 318 512	3 350 008
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	6 379	2 200	56 687	4 231	255	68	24 661	2 764 833	2 791 489
Yhteensä	**13 916**	**4 742**	**118 829**	**6 181**	**557**	**148**	**28 555**	**6 083 345**	**6 141 497**

* Britannia ei mukana

EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	7 275	2 452	59 929	1 880	291	78	3 742	3 203 222	3 233 620
Satamassa	114	39	958	26	5	1	32	50 254	50 732
Yhteensä	**7 389**	**2 491**	**60 887**	**1 906**	**296**	**79**	**3 774**	**3 253 476**	**3 284 351**
Ulkomaan tuonti	2 991	1 004	24 316	768	120	32	1 480	1 321 587	1 334 088
Ulkomaan vienti	4 294	1 452	35 709	1 115	172	46	2 265	1 886 632	1 904 576
Kotimaan vesikuljetukset	103	35	863	24	4	1	29	45 257	45 688
Yhteensä	**7 389**	**2 491**	**60 887**	**1 906**	**296**	**79**	**3 774**	**3 253 476**	**3 284 351**

* Britannia ei mukana

EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	6 457	2 227	57 335	4 258	258	69	24 762	2 798 743	2 825 723
Satamassa	71	24	606	16	3	1	20	31 126	31 423
Yhteensä	**6 528**	**2 251**	**57 942**	**4 275**	**261**	**70**	**24 782**	**2 829 869**	**2 857 146**
Ulkomaan tuonti	1 490	506	13 055	895	60	16	4 987	648 678	654 902
Ulkomaan vienti	5 038	1 745	44 886	3 379	202	54	19 795	2 181 191	2 202 243
Yhteensä	**6 528**	**2 251**	**57 942**	**4 275**	**261**	**70**	**24 782**	**2 829 869**	**2 857 146**

ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	7 420	2 501	61 155	1 923	297	79	3 861	3 266 753	3 297 758
Satamassa	118	40	986	27	5	1	33	51 759	52 250
Yhteensä	**7 537**	**2 541**	**62 141**	**1 950**	**301**	**80**	**3 894**	**3 318 512**	**3 350 008**
Ulkomaan tuonti	3 103	1 042	25 255	800	124	33	1 567	1 370 560	1 383 526
Ulkomaan vienti	4 331	1 464	36 024	1 126	173	46	2 298	1 902 695	1 920 794
Kotimaan vesikuljetukset	103	35	863	24	4	1	29	45 257	45 688
Yhteensä	**7 537**	**2 541**	**62 141**	**1 950**	**301**	**80**	**3 894**	**3 318 512**	**3 350 008**

* Britannia ei mukana

ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	6 311	2 177	56 109	4 216	252	67	24 642	2 735 212	2 761 585
Satamassa	68	23	578	15	3	1	19	29 621	29 904
Yhteensä	**6 379**	**2 200**	**56 687**	**4 231**	**255**	**68**	**24 661**	**2 764 833**	**2 791 489**
Ulkomaan tuonti	1 378	468	12 116	863	55	15	4 899	599 706	605 464
Ulkomaan vienti	5 001	1 732	44 571	3 368	200	53	19 762	2 165 127	2 186 025
Yhteensä	**6 379**	**2 200**	**56 687**	**4 231**	**255**	**68**	**24 661**	**2 764 833**	**2 791 489**

	Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	**Kuljetussuorite** (milj. tonnikm/vuosi)	**Polttoaineen kulutus** (milj. tonnia/vuosi)
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	62,7	89 722	1,03
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	27,9	256 072	0,89
Yhteensä	**90,6**	**345 794**	**1,92**
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	64,9	94 683	1,05
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	25,7	251 111	0,87
Yhteensä	**90,6**	**345 794**	**1,92**

* Britannia ei mukana

400–5 000 GT:n kokoiset alukset

Liitetaulukko 21. Suomen laivaliikenteen tavarakuljetusten 400–5 000 GT:n kokoisten alusten päästöt komponenteittain ja talouusalueittain sekä kuljetetun lastin määrä, kuljetussuorite ja polttoaineen kulutus talousalueittain vuonna 2019. Luvut sisältävät ulkomaan laivaliikenteen tuonnin ja viennin suorat ja epäsuorat tavarakuljetukset sekä kotimaan laivaliikenteen tavarakuljetukset.

Päästöt
(tonnia/vuosi)

Aluskoko 400-5000 GT

	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	1 257	421	10 587	354	50	13	918	545 765	551 019
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	1 518	510	12 951	890	61	16	4 910	658 624	664 965
Yhteensä	**2 775**	**931**	**23 538**	**1 245**	**111**	**30**	**5 827**	**1 204 389**	**1 215 984**
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	1 334	446	11 228	378	53	14	991	578 919	584 491
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	1 441	484	12 310	867	58	15	4 836	625 470	631 493
Yhteensä	**2 775**	**931**	**23 538**	**1 245**	**111**	**30**	**5 827**	**1 204 389**	**1 215 984**

* Britannia ei mukana

EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	1 107	370	9 321	320	44	12	876	480 196	484 822
Satamassa	150	51	1 267	34	6	2	41	65 569	66 197
Yhteensä	**1 257**	**421**	**10 587**	**354**	**50**	**13**	**918**	**545 765**	**551 019**
Ulkomaan tuonti	507	169	4 254	141	20	5	353	220 123	222 241
Ulkomaan vienti	703	236	5 931	203	28	7	552	305 022	307 960
Kotimaan vesikuljetukset	48	16	402	11	2	1	13	20 620	20 819
Yhteensä	**1 257**	**421**	**10 587**	**354**	**50**	**13**	**918**	**545 765**	**551 019**

* Britannia ei mukana

EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	1 486	499	12 656	883	59	16	4 901	645 207	651 417
Satamassa	32	11	295	7	1	0	8	13 416	13 549
Yhteensä	**1 518**	**510**	**12 951**	**890**	**61**	**16**	**4 910**	**658 624**	**664 965**
Ulkomaan tuonti	362	121	3 088	190	14	4	989	157 136	158 648
Ulkomaan vienti	1 156	389	9 863	700	46	12	3 920	501 487	506 318
Yhteensä	**1 518**	**510**	**12 951**	**890**	**61**	**16**	**4 910**	**658 624**	**664 965**

ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	1 180	395	9 939	343	47	13	949	512 209	517 142
Satamassa	153	52	1 289	35	6	2	42	66 710	67 350
Yhteensä	**1 334**	**446**	**11 228**	**378**	**53**	**14**	**991**	**578 919**	**584 491**
Ulkomaan tuonti	549	184	4 611	154	22	6	394	238 621	240 917
Ulkomaan vienti	737	247	6 215	213	29	8	584	319 677	322 756
Kotimaan vesikuljetukset	48	16	402	11	2	1	13	20 620	20 819
Yhteensä	**1 334**	**446**	**11 228**	**378**	**53**	**14**	**991**	**578 919**	**584 491**

* Britannia ei mukana

ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	Hiilimonoksidi (CO)	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO_x)	Hiukkaset (PM)	Metaani (CH_4)	Typpioksiduuli (N_2O)	Rikkidioksidi (SO_2)	Hiilidioksidi (CO_2)	Hiilidioksidiekvivalentti (CO2-ekv.)
Merellä ja vesiväylällä	1 412	474	12 038	860	56	15	4 829	613 195	619 097
Satamassa	29	10	272	6	1	0	8	12 275	12 397
Yhteensä	**1 441**	**484**	**12 310**	**867**	**58**	**15**	**4 836**	**625 470**	**631 493**
Ulkomaan tuonti	319	107	2 731	177	13	3	948	138 638	139 971
Ulkomaan vienti	1 122	378	9 579	690	45	12	3 888	486 832	491 522
Yhteensä	**1 441**	**484**	**12 310**	**867**	**58**	**15**	**4 836**	**625 470**	**631 493**

	Kuljetettu lasti (milj. tonnia/vuosi)	**Kuljetussuorite** (milj. tonnikm/vuosi)	**Polttoaineen kulutus** (milj. tonnia/vuosi)
EU:n sisäiset tavarakuljetukset *	15,0	21 272	0,17
EU-maiden ja EU:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	5,8	37 125	0,21
Yhteensä	**20,8**	**58 397**	**0,38**
ETA:n sisäiset tavarakuljetukset *	15,7	22 723	0,18
ETA-maiden ja ETA:n ulkopuolisten maiden väliset tavarakuljetukset	5,2	35 673	0,20
Yhteensä	**20,8**	**58 397**	**0,38**

* Britannia ei mukana

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

PL 320, 00059 TRAFICOM
p. 029 534 5000

traficom.fi

ISBN 978–952–311–761–7
ISSN 2669–8757 (verkkojulkaisu)

TRAFICOM
Liikenne- ja viestintävirasto