

TAPIO KARVONEN
ANSSI LAPPALAINEN

Alusliikenteen yksikkökustannukset 2013



Tapio Karvonen, Anssi Lappalainen

Alusliikenteen yksikkö- kustannukset 2013

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2014

Liikennevirasto
Helsinki 2014

Kannen kuva: Tapio Karvonen

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-000

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 029 534 3000

Tapio Karvonen, Anssi Lappalainen: Alusliikenteen yksikkökustannukset 2013. Liikennevirasto, suunnitteluosasto. Helsinki 2014. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2014. 44 sivua ja 7 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-317-000.

Avainsanat: alusliikenteen yksikkökustannukset, hankearviointi, vesitieinvestoinnit, kannattavuus

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitetään Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä kulkevien lastialusten ja matkustaja-autolauttojen keskimääräiset yksikkökustannukset alustyypeittäin ja kokoluokittain. Kustannuslaskelmien tarkoituksena on toimia pääosin väyläinvestointien hankearviointien ja niihin liittyvien hyöty-kustannuslaskelmien pohjatietona. Edellisen kerran alusliikenteen yksikkökustannukset selvitettiin vuonna 2009, ja tuo päivitys toimii vertailukohtana nyt valmistuneelle työlle.

Tutkimuksen lähdeaineistossa ovat mukana kaikki Suomeen ulkomaanliikenteessä vuonna 2013 saapuneet suomalaiset ja ulkomaalaiset lastialukset sekä matkustaja-autolautat. Alustiedot ovat peräisin Liikenneviraston ylläpitämästä alustietokannasta. Alustietoja on täydennetty muista lähteistä saaduilla tiedoilla tilastollisen kattavuuden varmistamiseksi kaikkien alustyyppien ja -kokojen osalta. Muista lähteistä on kerätty hankinta- ja polttoainehinnat sekä miehityskustannukset.

Polttoainekustannukset muodostavat kaikissa alustyypeissä suurimman kustannuserän (49–73 %) ja pääomamenot toiseksi suurimman (13–25 %). Kustannusten suhteelliset osuudet vaihtelevat varsin paljon eri alustyypeillä ja kokoluokilla. Herkkyystarkastelun mukaan 30 prosentin nousu polttoainekustannuksissa nostaisi kokonaiskustannuksia eri alustyyppien osalta noin 15–22 prosenttia. Pääomakulujen 30 prosentin laskun vaikutus olisi noin 4–8 prosenttia ja miehityskustannusten noin 1–3 prosenttia.

Oleellisin muutos alusliikenteen yksikkökustannusten kehittämisessä edelliseen päivitykseen verrattuna on polttoainekustannusten todella voimakas nousu. Ne ovat kohonneet keskimäärin 73 prosenttia huolimatta siitä, että hinnat on nyt kuten edelliselläkin kerralla laskettu kolmen vuoden keskiarvon mukaan, jotta lyhytaikaisten hintaheilahtelujen vaikutusta on voitu vähentää. Kaikkien yksikkökustannusten nousu edelliseen päivitykseen verrattuna on ollut noin 39 prosenttia kaikki alustyyppit huomioiden. Kolmen vuoden tarkastelujakson aikana tämä merkitsee noin 12 prosentin keskimääräistä nousua vuosittain.

Tapio Karvonen, Anssi Lappalainen: Fartygstrafikens enhetskostnader 2013. Trafikverket, planeringsavdelningen. Helsingfors 2014. Trafikverkets undersökningar och utredningar 41/2014. 44 sidor och 7 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-317-000.

Nyckelord: fartygstrafikens enhetskostnader, projektutvärdering, investeringar i vattenvägar, lönsamhet

Sammanfattning

Undersökningen redogör för de genomsnittliga enhetskostnaderna för lastfartyg och ro-ro-passagerarfartyg i utrikestrafik enligt fartygstyp och storleksklass. Huvudsyftet med kostnadskalkylerna är att skapa underlag för utvärdering av farledsinvesteringsprojekt och relaterade nyttokostnadskalkyler. Fartygstrafikens enhetskostnader utreddes senast år 2009 och denna uppdatering har tjänat som jämförelsepunkt för den aktuella studien.

Källmaterial för undersökningen är alla de finska och utländska lastfartygen och ro-ro-passagerarfartygen som anlöpt finländska hamnar i utrikes trafik år 2013. Fartygsdata är tagna ur Trafikverkets fartygsdatabas. Fartygsdata har kompletterats med uppgifter från andra källor för erhållande av uttömmande statistik i fråga om samtliga fartygstyper och -storlekar. Anskaffnings- och bränslepriser samt bemanningskostnader har erhållits ur andra källor.

Bränslekostnaderna utgör den största (49–73 %) och kapitalkostnaderna den näst största (13–25 %) utgiftsposten för alla fartygstyper. Den relativa andelen varierar rätt mycket beroende på fartygstyp och storleksklass. En känslighetsanalys visar att en ökning av bränslekostnaderna med 30 % skulle öka helhetskostnaderna med 15–25 % beroende på fartygstyp. Om kapital-kostnaderna sjönk 30 % skulle effekten bli ca 4–8 %, för bemanningskostnadernas vidkommande ca 1–3 %.

Den väsentligaste förändringen i kostnadsutvecklingen jämfört med föregående uppdatering är att bränslekostnaderna stigit mycket kraftigt. De har stigit i snitt 73 % trots att priserna nu, liksom föregående gång, räknats ut enligt ett treårsmedeltal för att minska effekten av kortvariga prisfluktuationer. Samtliga enhetskostnader har ökat med i snitt 39 % för alla typer av fartyg. Under den tre år långa granskningsperioden innebär detta en årlig ökning på i genomsnitt 12 %.

Tapio Karvonen, Anssi Lappalainen: The unit costs of vessel traffic 2013. Finnish Transport Agency, Planning Department. Helsinki 2014. Research reports of the Finnish Transport Agency 41/2014. 44 pages and 7 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-317-000.

Keywords: ship operating costs, project evaluation, waterway investments, profitability

Summary

The study accounts for the average operating costs of cargo ships and Ro-Ro passenger ships engaged in foreign trade by type of ship and size category. The purpose of the cost estimates is to form a basis for evaluation of fairway investment projects and related cost-benefit analyses. The unit costs of vessel traffic were last studied in 2009 and the said update has been used as reference in the present study.

The source material consists of Finnish and foreign cargo ships and Ro-Ro passenger ships having called at Finnish ports in foreign trade in 2013. Ship data have been derived from the ship database of the Finnish Transport Agency and supplemented with data from other sources so as to ensure full statistical coverage of all ship types and sizes. Data on procurement and fuel prices and manning costs has been collected from other sources.

Fuel costs constitute the largest (49–73%) and capital costs the second largest (13–25%) expense item for all ships. The relative cost shares vary greatly between different ship types and sizes. A sensitivity analysis shows that a 30% rise in fuel costs would increase the total costs for different types of ships by 15–22%. A 30% decrease in capital expenditure would have a 4–8% impact, in manning costs a 1–3% impact.

The most significant change in the development of ship operating costs compared with the latest update is the very high increase in fuel costs. The average increase is 73% in spite of the fact that prices have been, in both instances, calculated according to a three-year average so as to reduce the impact of short-term price fluctuations. All unit costs have increased by approximately 39%, irrespective of ship type. During the three-year monitoring period this means an average annual increase of approximately 12%.

Esipuhe

Vesiliikenteessä käytettävien alusten hankinnan ja operoinnin kustannuksia kuvaavia alusliikenteen yksikkökustannuksia käytetään esimerkiksi vesiväyläinvestointien vaikutusten rahamääräisessä arvioinnissa. Yksikköarvot on muodostettu alustyyppi- ja kokoluokittain. Tarkoitus on, että aluskustannusten yksikköarvoja päivitetään viiden vuoden välein, jolloin tehdään myös tarvittavat määrittämismenetelmien tarkistukset. Tämä selvitys toimii vesiväylähankkeiden arviointiohjeen taustaraporttina. Alusliikenteen yksikkökustannukset ovat merkittävin osa vesiväyläinvestointien kannattavuuslaskelmissa tarkasteltavia kustannuksia.

Selvityksen ovat laatineet Tapio Karvonen ja Anssi Lappalainen Turun yliopiston Brahea-keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksesta. Liikennevirastossa projektista vastasivat Taneli Antikainen ja Jukka T. Valjakka.

Helsingissä lokakuussa 2014

Liikennevirasto
Suunnitteluosasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	8
2	MERILIIKENTEEEN JA ALUSKUSTANNUSTEN TAUSTATEKIJÖIDEN VIIMEAIKAINEN KEHITYS.....	10
2.1	Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä.....	10
2.2	Alustyyppien ja -kokojen kehittyminen.....	13
2.3	Polttoaineen hintakehitys.....	18
3	LASKENTAPERUSTEET JA -MENETELMÄT	20
3.1	Tutkimuksessa huomioidut alustyyppit ja -koot	20
3.1.1	Konttialukset.....	20
3.1.2	Konventionaaliset kuivalastialukset (= kuivarahtialukset).....	20
3.1.3	Kuivabulk-alukset (= irtolastialukset)	20
3.1.4	Säiliöalukset.....	20
3.1.5	Ro-ro-alukset (= ro-ro-lastialukset).....	20
3.1.6	Matkustaja-autolautat (= ro-ro-matkustaja-alukset).....	21
3.2	Alustiedot.....	21
3.3	Pääomakustannukset	22
3.4	Polttoainekustannukset	23
3.5	Miehityskustannukset.....	24
3.6	Muut aluskustannukset	27
3.7	Alusliikenteen päästöjen yksikkökustannukset.....	28
3.8	Analyysimenetelmät	28
3.9	Verojen käsittely	29
4	ALUSLIIKENTEEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET	30
4.1	Konttialukset.....	31
4.2	Konventionaaliset kuivalastialukset.....	32
4.3	Kuivabulk-alukset.....	33
4.4	Säiliöalukset.....	34
4.5	Ro-ro-alukset.....	36
4.6	Matkustaja-autolautat	37
5	KUSTANNUSTEKIJÖIDEN SUHTEELLINEN MERKITYS JA HERKKYYSTARKASTELU.....	39
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	
Liite 1	Aluskustannukset alustyyppiluokittain vuoden 2013 hintatasolla	
Liite 2	Herkkyystarkastelut	
Liite 3	Alusten lastikapasiteetin ja syväyksen väliset regressioanalyysit	
Liite 4	Alusten nettovetoisuuden ja syväyksen väliset regressioanalyysit	
Liite 5	Alusten konetehon ja syväyksen väliset regressioanalyysit	
Liite 6	Alusten hankintahinnan ja lastikapasiteetin väliset regressioanalyysit	
Liite 7	Aluskäyntien lukumäärä ja jakautuminen lippumaittain eri alus- tyypeissä Suomen satamissa vuonna 2013	

1 Johdanto

Tutkimuksessa selvitetään Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä kulkevien lastialusten ja matkustaja-autolauttojen keskimääräiset yksikkökustannukset alustyypeittäin ja kokoluokittain. Kustannuslaskelmien tarkoituksena on toimia pääosin väyläinvestointien hankearviointien ja niihin liittyvien hyöty-kustannuslaskelmien pohjatietona.

Edelliset aluskustannuslaskelmien päivitykset on tehty vuosina 2001, 2006 ja 2009. Vuoden 2006 päivitykseen tehtiin lisäksi vuonna 2007 kontti- ja ro-ro-aluksia koskenut täydennys, joka tehtiin vaihtoehtoisilla laskelmilla. Nämä vaihtoehtoiset laskelmat osoittivat, että konttialusten osalta on perusteltua käyttää lastinkuljetuskapasiteettia kuvaavana suureena alusten TEU-määrää eli konttikapasiteettia. Ro-ro-alusten osalta vaihtoehtoisena laskuperusteena käytettiin kaistametrimäärää, jonka todettiin olevan tilastollisesti huonompi kuin tonnimääräinen peruste. Niinpä konttialuksia lukuun ottamatta muiden alustyyppien yksikkökustannukset arvioidaan tässä laskelmassa tonnimääräisen lastinkuljetuskapasiteetin perusteella. Tutkimuksen tavoitteena on kauppaa-alusten keskimääräisten kustannusten tarkistamisen lisäksi kehittää aluskustannusmallia ja tulosten herkkyystarkastelua vastaamaan ajanmukaisia olosuhteita.

Eri alustyypeistä käytetyt termit ovat yhdenmukaisuuden vuoksi säilytetty samoina kuin edellisissä päivityksissä lukuun ottamatta taustatekijöistä kertovaa lukua 2, jossa termistö vastaa Liikenneviraston ja Liikenteen turvallisuusviraston tilastoinnissa käyttämiä termejä.

Alusliikenteen yksikkökustannusten laskentaperusteiden vertailu- ja lähtökohtana on pidetty edellisiä päivityksiä. Eri kustannustekijöiden laskentaperusteet ja -tavat on määritelty ajanmukaisiksi kirjallisten ja tilastollisten lähteiden sekä asiantuntijalauseuntojen pohjalta. Tutkimuksessa selvitetään ensin meriliikenteen ja aluskustannuksiin vaikuttavien tekijöiden viimeaikaista kehitystä. Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen kehitystä selvitetään 1970-luvulta lähtien. Tämän jälkeen tarkastellaan alustyyppien ja -kokojen kehitystä viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Työssä selvitetään myös polttoainekustannusten kehittymistä viimeisten vuosien ajalta. Vuoden 2015 alusta tiukentuvien alusten ilmapäästövaatimusten myötä polttoainelaatua on otettu tarkasteluun aiempia selvityksiä enemmän. Polttoainepuolella kehitystyö on nyt kovassa vauhdissa, ja tulevaisuudessa aluskustannuslaskelmissa onkin varauduttava uusien laivapolttoaineiden, kuten nesteytetyn maakaasun, ottamiseen mukaan laskelmiin.

Yksikkökustannuslaskelmien tulokset esitellään ensin tiiviisti omassa luvussaan ja lisäksi yksityiskohtaisesti liitteenä olevissa taulukoissa. Kustannustekijöiden suhteellista merkitystä sekä laskentatulosten herkkyystarkasteluja tutkitaan luvussa 5. Lopuksi esitetään johtopäätöksiä alusliikenteen yksikkökustannusten viimeaikaisesta kehittymisestä.

Selvityksen liitteessä 1 esitetyt laskelmien yksityiskohtaiset tulokset pyrkivät kuvaamaan erityyppisten ja -kokoisten Suomeen liikennöivien – sekä Suomen että muiden lippujen alla purjehtivien – kauppa-alusten keskimääräisiä operointikustannuksia. Laskelmien perusteena käytettyä aineistoa on kerätty useista eri lähteistä. Esitetyt kustannukset ovat matemaattisten laskentakaavojen tuloksia eivätkä minkään olemassa olevan aluksen todellisia kustannuslukuja. Kaikkien alustyyppien osalta on huomattava, että syväysluokan kohdalla oleva arvo on saatu tilastollisen regression avulla eikä se ole välttämättä yksittäisen syväysluokan ns. keskiarvoaluksen arvo. Regressio ottaa huomioon koko havaintojoukon ja tasoittaa ääriarvojen vaikutusta.

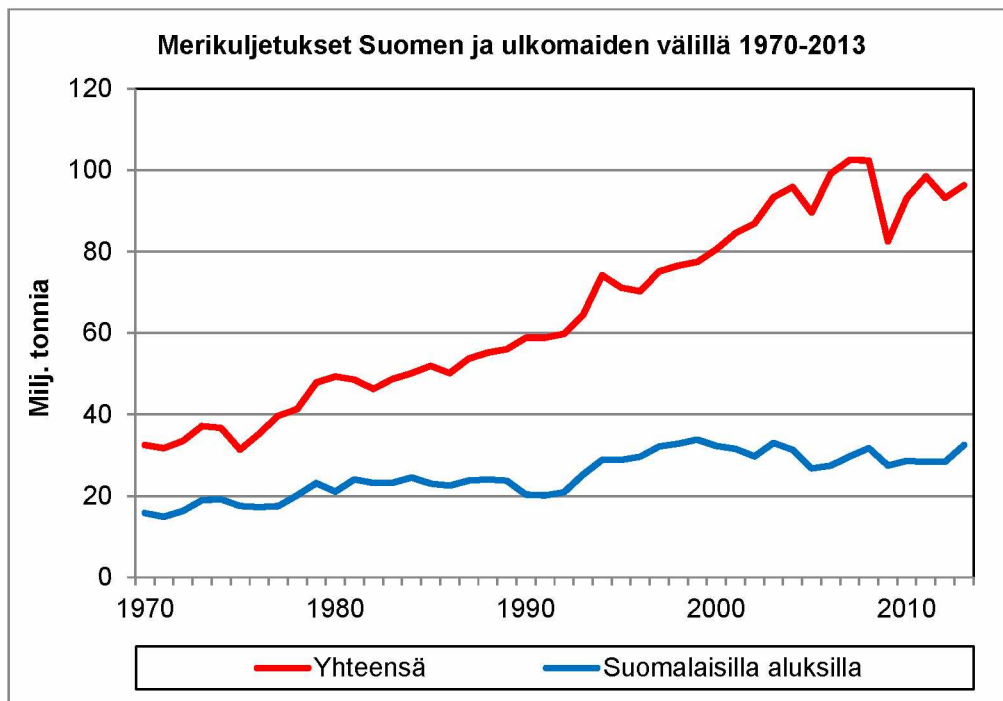
Tutkimus tehtiin Liikenneviraston tilauksesta keväällä ja kesällä 2014 Turun yliopiston Brahea-keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksessa (MKK). Valmis työ luovutettiin tilaajalle syyskuussa 2014. Liikennevirastossa projektista vastasivat liikennetalousasiantuntija Taneli Antikainen ja liikennetalousasiantuntija Jukka Valjakka. Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksessa projektivastaavana toimi erikoistutkija Tapio Karvonen ja kustannuslaskelmien ja raportin laadinnan toteutti projektipäällikkö Anssi Lappalainen.

2 Meriliikenteen ja aluskustannusten taustatekijöiden viimeaikainen kehitys

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen nykytilaa sekä kehitystä. Suomalaisilla aluksilla tarkoitetaan aluksia, jotka purjehtivat Suomen lipun alla. Kuljetussuorite tarkoittaa kuljetustyön määrää (yksikkönä tonniki-lometri), joka saadaan kuljetetun tavaramäärän (tonnia) ja kuljetusmatkan pituuden (kilometri) tulona. Lähteinä on käytetty Liikenneviraston ja varhaisimpien vuosien osalta Merenkululaitoksen tuottamia meriliikennetilastoja sekä Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin tuottamia kauppalaivastotilastoja.

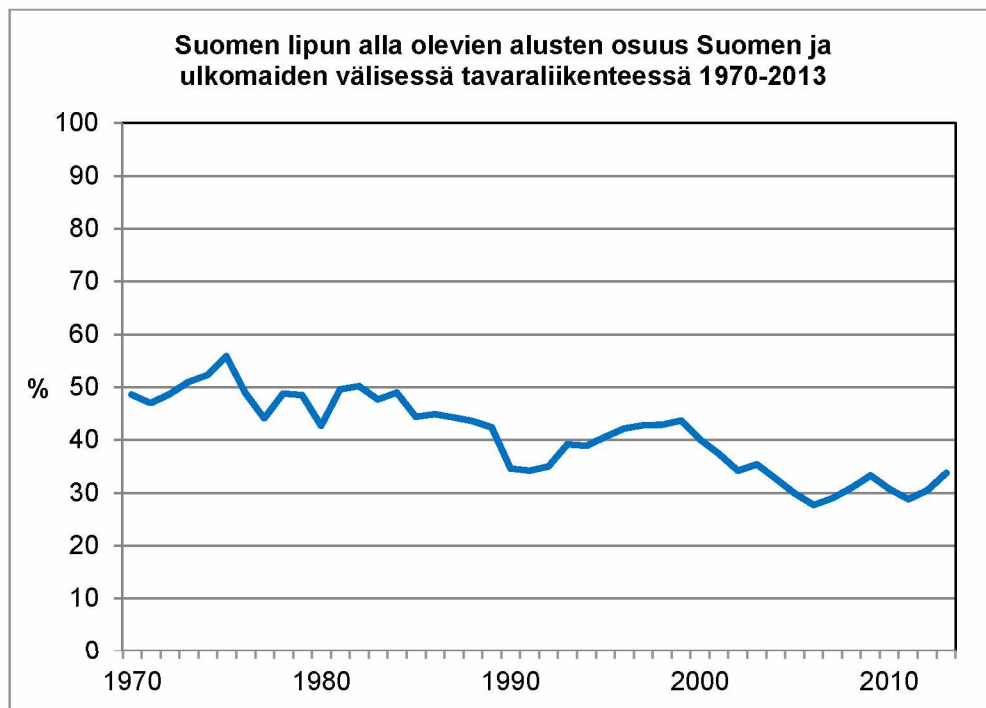
2.1 Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä

Suomen ja ulkomaiden välisissä merikuljetuksissa saavutettiin ennätykset vuosina 2007 ja 2008 ennen vuoden 2009 romahdusta. Vuonna 2007 satamien kautta tuotiin ja vietiin ulkomaanliikenteessä yhteensä 102,6 miljoonaa tonnia tavaraa ja vuonna 2008 vastaavasti 102,4 miljoonaa tonnia. Vuonna 2009 kuljetusten määrä putosi maailmanlaajuisen finanssikriisin myötä 82,6 miljoonaa tonniin, mutta määrät ovat sen jälkeen olleet taas nousussa. Vuonna 2013 merikuljetusten määrä oli 96,3 miljoonaa tonnia, joista suomalaisen tonniston kuljettama osuus oli 32,5 miljoonaa tonnia (kuva 1).



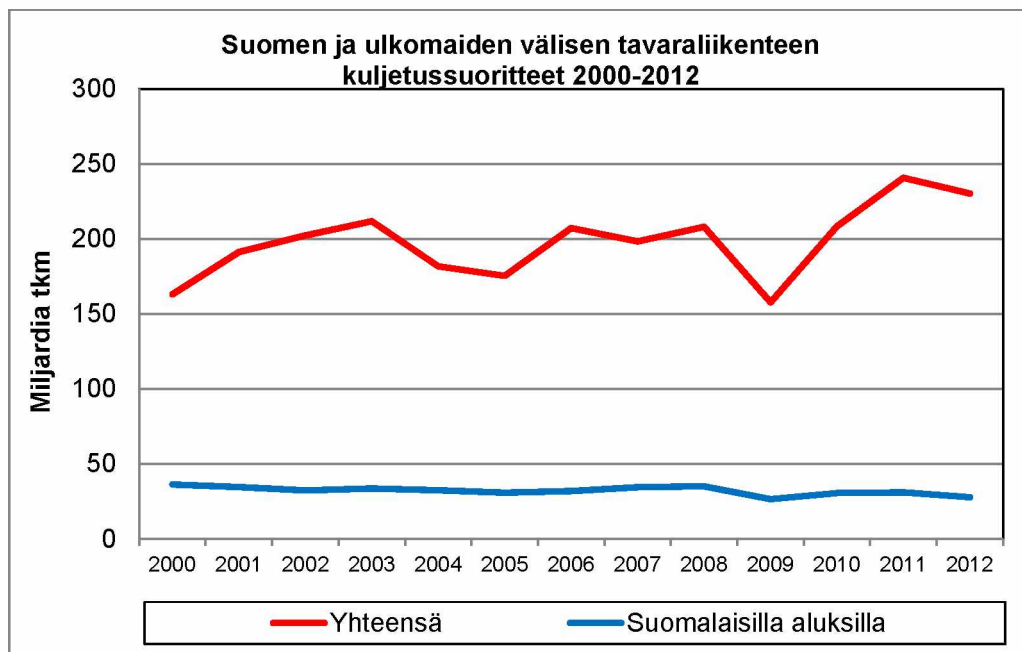
Kuva 1. Merikuljetukset Suomen ja ulkomaiden välillä 1970–2013.

Suomalaisen tonniston osuus Suomen ja ulkomaiden välisessä meriliikenteessä oli korkeimmillaan vuonna 1975, jolloin 55,9 prosenttia kuljetuksista tapahtui Suomen lipun alla olevilla aluksilla (kuva 2). Vuonna 1999 suomalaisen tonniston osuus oli vielä 43,7 prosenttia mutta vuonna 2013 osuus oli ainoastaan 33,8 prosenttia. Matalimmillaan osuus oli 27,7 prosenttia vuonna 2006.



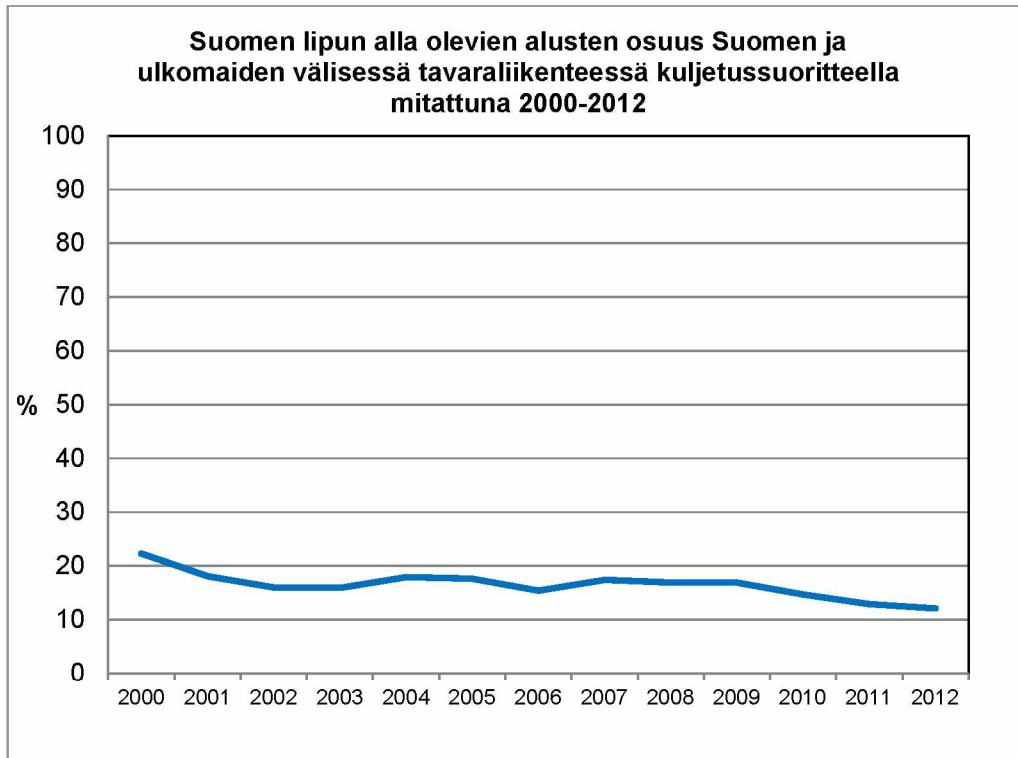
Kuva 2. Suomen lipun alla olevien alusten osuus Suomen ja ulkomaiden välisessä tavaraliikenteessä 1970–2013.

Vuonna 2012 merikuljetusten kuljetussuorite oli noin 230 miljardia tonnikipometriä, josta suomalaiset alukset kuljettivat 27,9 miljardia tonnikipometriä (kuva 3). Kuljetussuoritteen huippu saavutettiin vuonna 2011 (240,8 miljardia tkm), kun taas vuonna 2009 kuljetussuorite oli ainoastaan 157,8 miljardia tonnikipometriä.



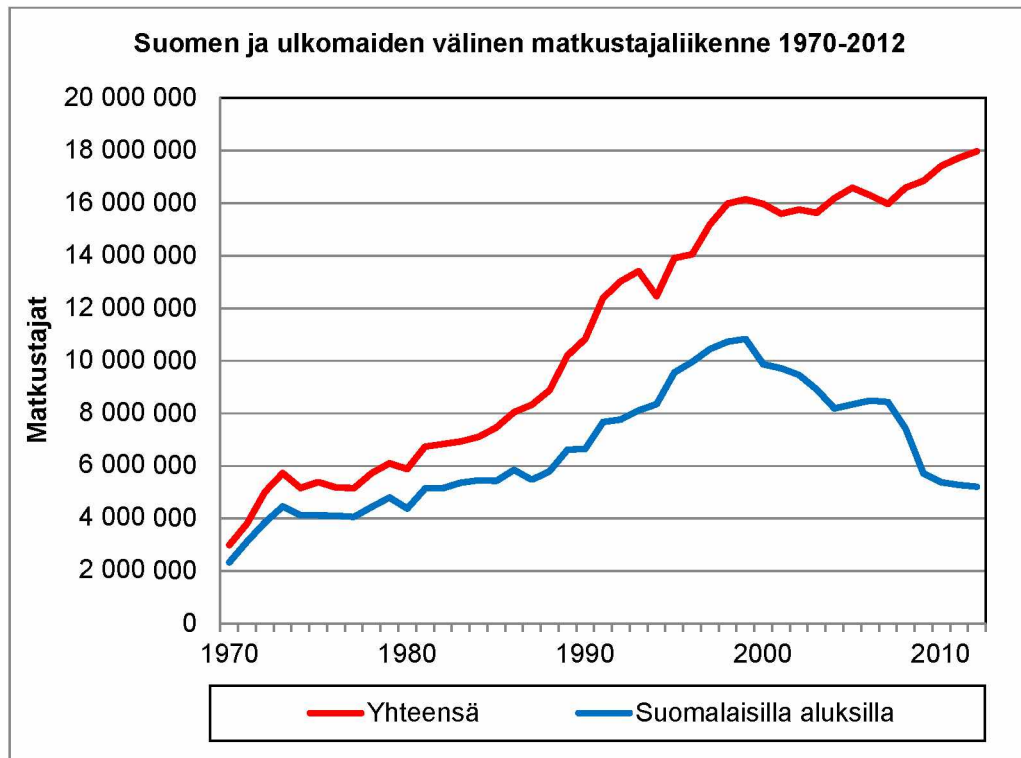
Kuva 3. Suomen ja ulkomaiden välisen tavaraliikenteen kuljetussuoritteet 2000–2012.

Suomalaisten alusten kuljetussuorite on tonnikipilometreissä mitattuna pysynyt varsin samana vuosien 2000–2012 välisenä aikana, vaikka prosentuaalinen osuus onkin pienentynyt huomattavasti. Vuonna 2000 suomalaisilla aluksilla kuljetettiin 36,4 miljardia tonnikipilometriä, joka vastasi 22,3 prosenttia kokonaisliikenteestä (kuva 4). Vuonna 2012 suomalaisten alusten osuus oli pudonnut 12,1 prosenttiin, vaikka niillä kuljetettiin tavaraa edelleen 27,9 miljardia tonnikipilometriä.



Kuva 4. Suomen lipun alla olevien alusten osuus Suomen ja ulkomaiden välisessä tavaraliikenteessä kuljetussuoritteella mitattuna 2000–2012.

Suomen ja ulkomaiden välillä kuljetettiin noin 18 miljoonaa matkustajaa vuonna 2012 (kuva 5). Matkustajamäärät ovat kasvaneet tasaisesti aina vuodesta 1970 lähtien, eikä hidastumista ole vielä havaittavissa. Suomen lipun alla olevilla aluksilla kuljetettujen matkustajien määrä on laskenut huomattavasti viimeisten 20 vuoden aikana. Vuonna 1996 yli 70 prosenttia matkustajista kuljetettiin suomalaisilla aluksilla, kun puolestaan vuonna 2012 vastaava osuus oli enää 29 prosenttia.



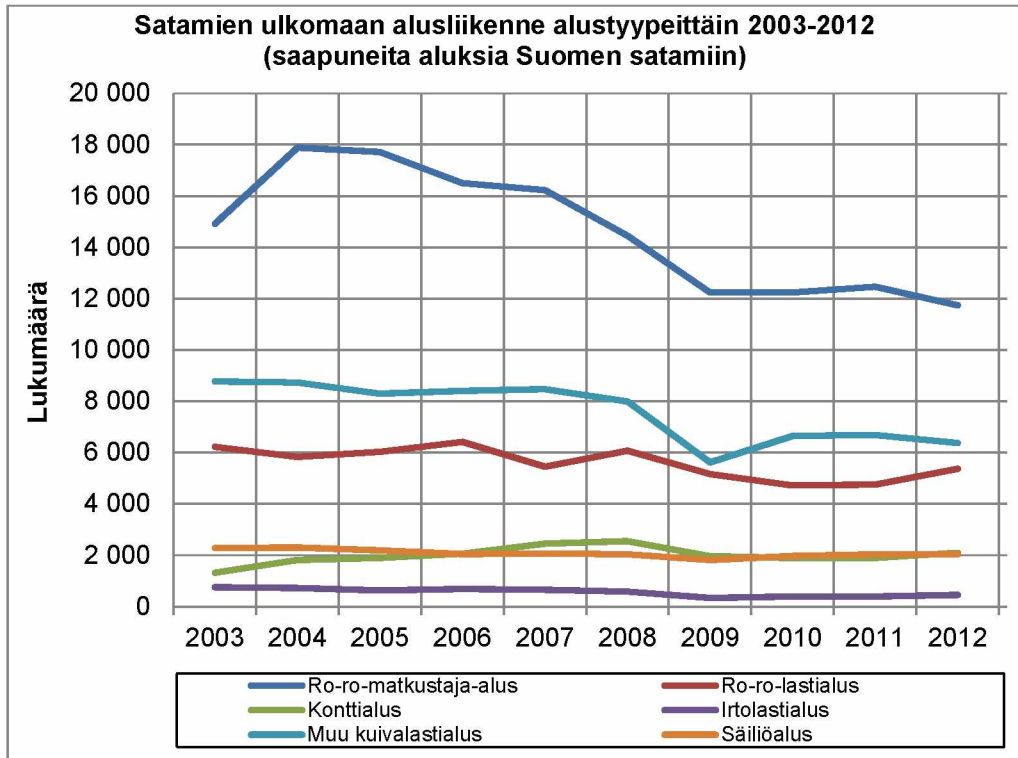
Kuva 5. Suomen ja ulkomaiden välinen matkustajaliikenne 1970–2012.

Yhteenvedona voidaan todeta, että Suomen lipun alla olevien alusten kuljettamat tonnimäärät eivät ole kasvaneet yhtä nopeasti kuin merikuljetukset Suomen ja ulkomaiden välillä yhteensä. Tämän lisäksi suomen lipun alla olevien alusten osuus tavaraliikenteessä on laskenut hitaasti. Suomen ja ulkomaiden välisen tavaraliikenteen kuljetussuoritteissa suomalaisten alusten tonnikipometrit ovat pysyneet suhteellisen samalla tasolla, vaikka prosentuaalisesti suomalaisten alusten osuus on pienentynyt. Matkustajaliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä on kasvanut tasaisesti pitkällä aikavälillä, mutta suomalaisten alusten osuus on laskenut huomattavasti 2000-luvulla.

2.2 Alustyyppien ja -kokojen kehittyminen

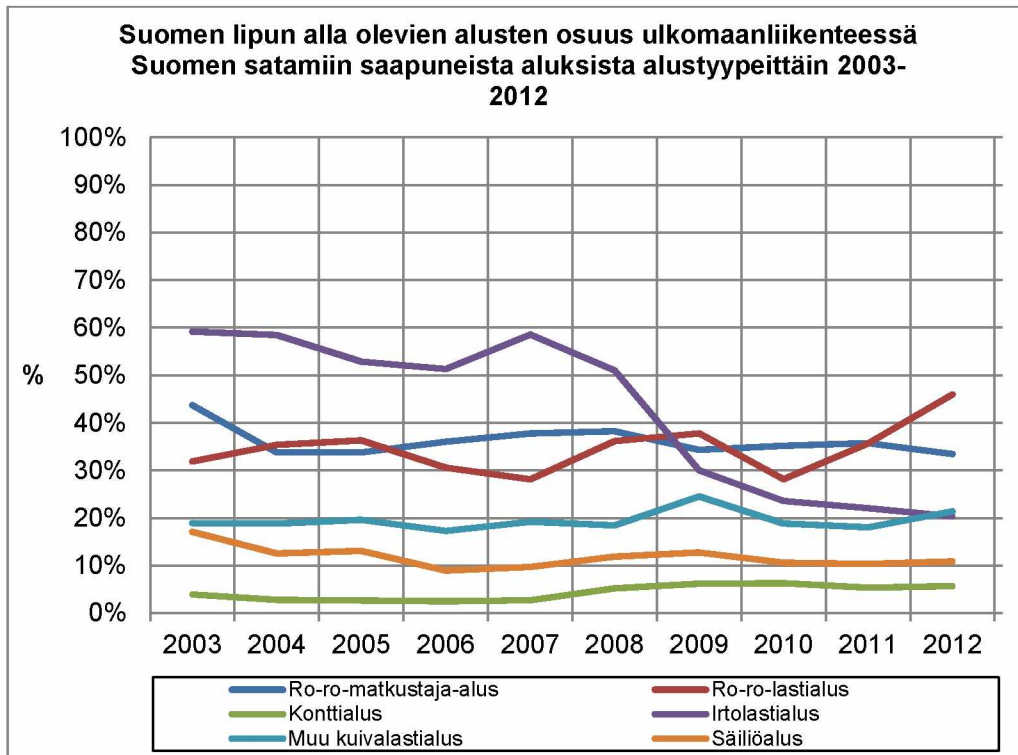
Tässä luvussa käsitellään alustyypeittäin ulkomaan alusliikennettä ja Suomen lipun alla olevien alusten osuutta, Suomen kauppalaivastoa sekä alusten keskimääräisten bruttovetoisuuksien kehittymistä. Alustyypeistä on käytetty Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín kauppalaivastotilastoissa käytettyjä termejä, jotka osin eroavat julkaisun muissa luvuissa käytetyistä termeistä.

Ro-ro-matkustaja-alusten (eli matkustaja-autolauttojen) liikenne on vaihdellut huomattavasti viimeisen kymmenen vuoden aikana, mutta aluskäyntien määrä on pääasiassa ollut laskussa. Tämä johtuu erityisesti siitä, että Helsingin ja Tallinnan välisessä liikenteessä suuremmat alukset ovat korvanneet pienempiä. Suomen satamiin saapuneiden kontti-, irtolasti- (kuivabulk-) ja säiliöalusten määrät eivät ole erityisesti muuttuneet kymmenessä vuodessa. Ro-ro-lastialusten (ro-ro-alusten) ja muiden kuivarahtialusten (konventionaalisten kuivalastialusten) lukumäärät sen sijaan ovat laskeneet aikavälillä 2003–2012. Kuvassa 6 on esitetty Suomen satamiin ulkomailta saapuneiden alusten määrät alustyypeittäin vuosien 2003 ja 2012 välillä.



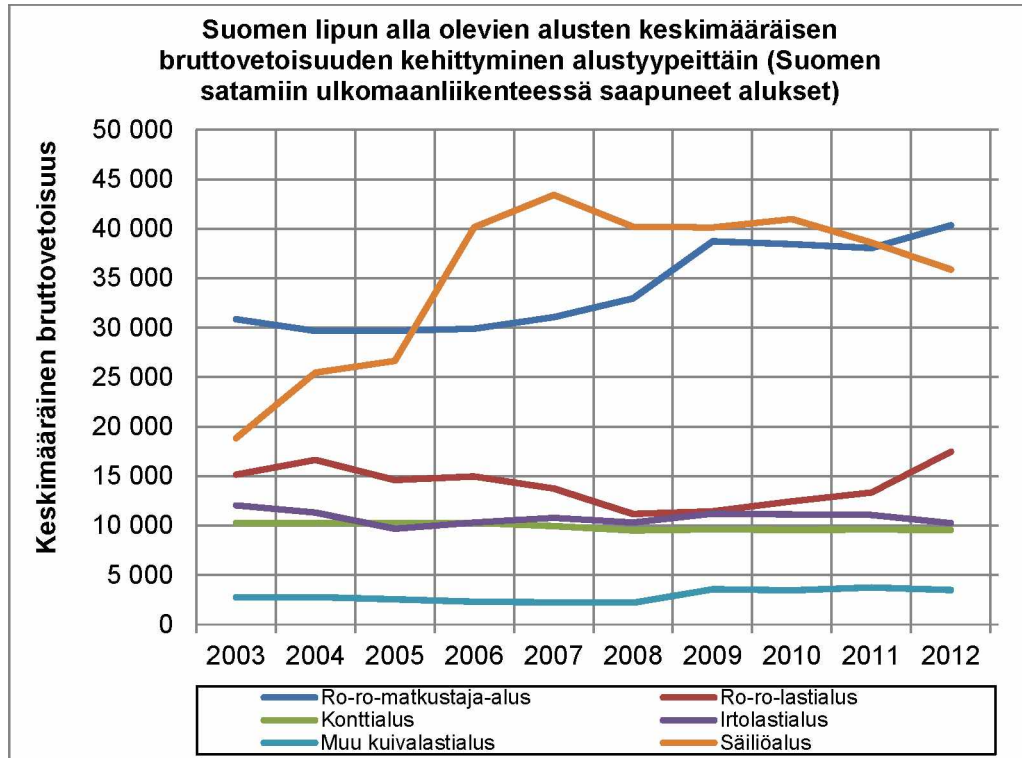
Kuva 6. Satamien ulkomaan alusliikenne alustyypeittäin 2003–2012 (saapuneita aluksia Suomen satamiin).

Alla olevassa kuvassa 7 on puolestaan esitetty ulkomaan alusliikenteessä saapuneiden Suomen lipun alla olevien alusten osuus. Erityisesti irtolastialuksissa on tapahtunut suuri pudotus, kun taas ro-ro-lastialusten osuus on kasvanut.



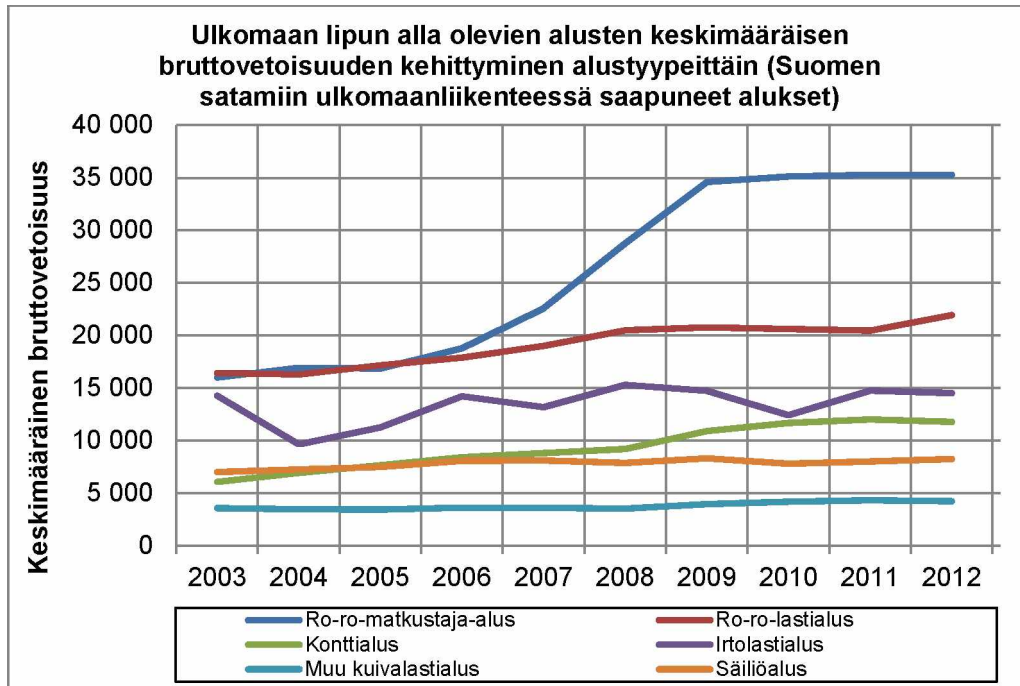
Kuva 7. Suomen lipun alla olevien alusten osuus ulkomaanliikenteessä Suomen satamiin saapuneista aluksista alustyypeittäin 2003–2012.

Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä saapuneiden Suomen lipun alla olevien alusten keskimääräiset bruttovetoisuudet ovat viime vuosikymmenen aikana pääsääntöisesti kasvaneet. Suurinta kasvu on ollut säiliöaluksilla ja ro-ro-matkustaja-aluksilla (kuva 8).



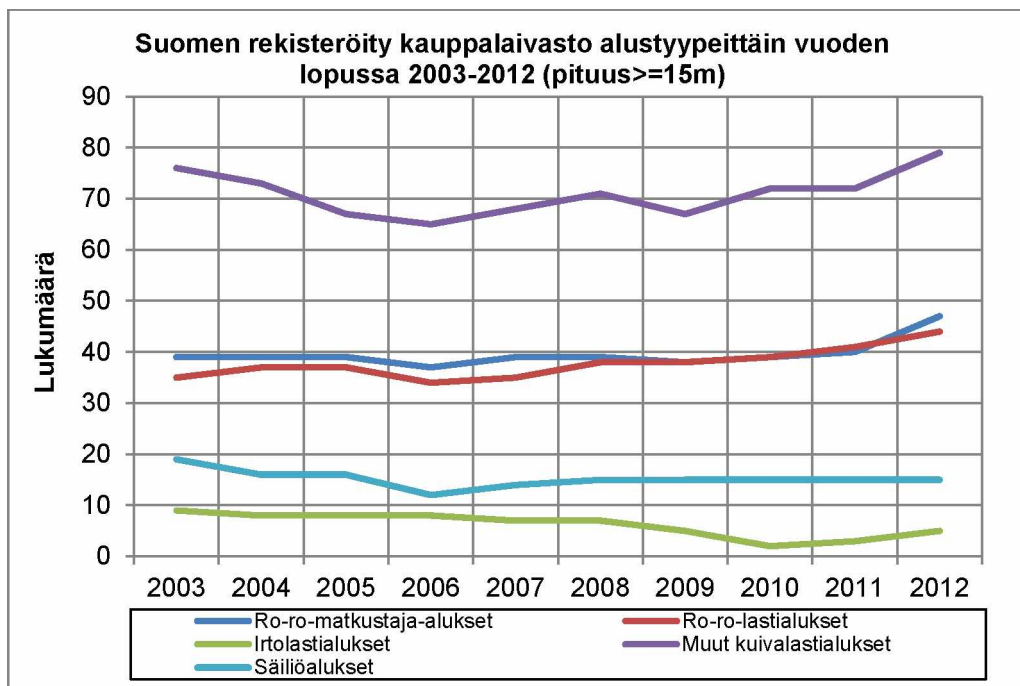
Kuva 8. Suomen lipun alla olevien alusten keskimääräisen bruttovetoisuuden kehittyminen alustyypeittäin (Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä saapuneet alukset).

Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä saapuneiden ulkomaan lipun alla olevien alusten keskimääräiset bruttovetoisuudet ovat myös kasvaneet viimeisten kymmenen vuoden aikana. Näiden osalta kasvu on ollut ylivoimaisesti voimakkainta ro-ro-matkustaja-aluksilla. Prosentuaalisesti kasvu on ollut suurta myös ro-ro-lastialuksilla ja konttialuksilla. Kuvassa 9 on esitelty ulkomaan lipun alla olevien alusten keskimääräisen bruttovetoisuuden kehittyminen Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä saapuneilta aluksilta välillä 2003 ja 2012.



Kuva 9. Ulkomaan lipun alla olevien alusten keskimääräisen bruttovetoisuuden kehittyminen alustyypeittäin (Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä saapuneet alukset).

Suomen kauppalaivastoon on rekisteröity tässä tutkimuksessa käsiteltävistä alustyypeistä eniten muita kuivarahtialuksia (konventionaalisia kuivarahtialuksia). Seuraavaksi eniten on ro-ro-matkustaja-aluksia ja ro-ro-lastialuksia. Kuvassa 10 ja taulukossa 1 on esitetty Suomeen rekisteröidyn kauppalaivaston lukumääräinen kehitys viimeisen vuosikymmenen osalta. Tutkimuksessa on huomioitu alukset, joiden pituus on yli 15 metriä.

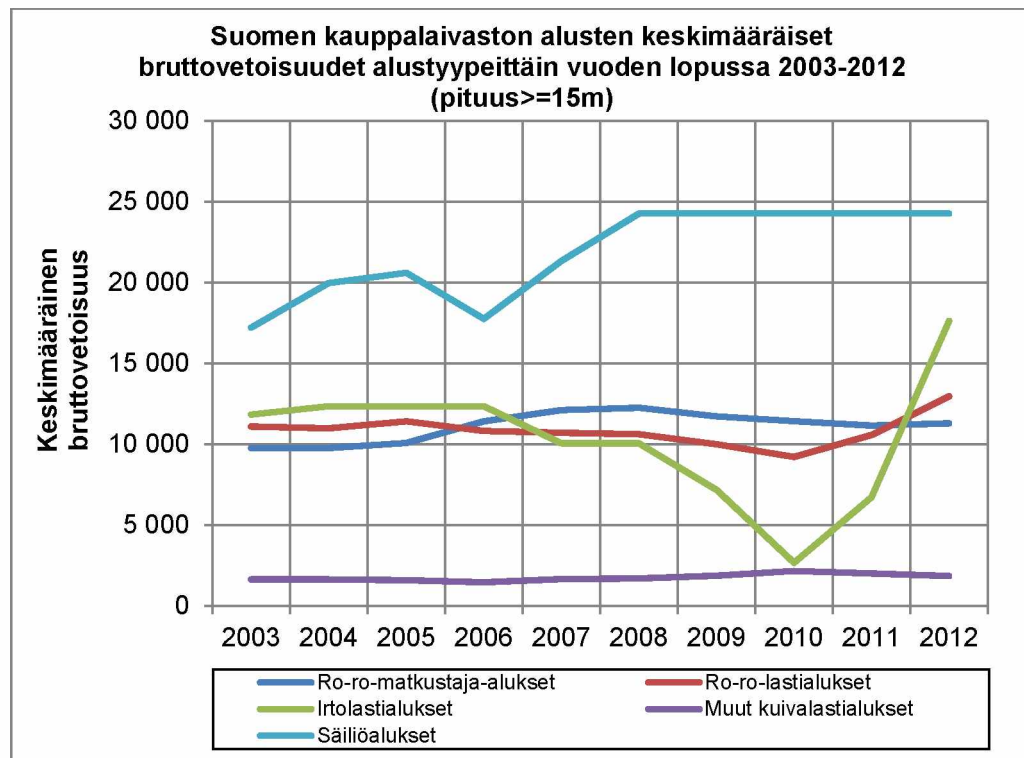


Kuva 10. Suomen rekisteröity kauppalaivasto alustyypeittäin vuoden lopussa 2003-2012 (pituus >= 15m).

Taulukko 1. Suomen rekisteröity kauppalaivasto alustyypeittäin vuoden lopussa 2003–2012 (pituus≥15m).

Vuosi	Ro-ro-matkustaja-alukset	Ro-ro-lastialukset	Irtolastialukset	Muut kuivalastialukset	Säiliöalukset	Yhteensä
2003	39	35	9	76	19	178
2004	39	37	8	73	16	173
2005	39	37	8	67	16	167
2006	37	34	8	65	12	156
2007	39	35	7	68	14	163
2008	39	38	7	71	15	170
2009	38	38	5	67	15	163
2010	39	39	2	72	15	167
2011	40	41	3	72	15	171
2012	47	44	5	79	15	190

Vaikka muita kuivarahtialuksia on määrältään eniten tässä tutkimuksessa käsitellyistä alustyypeistä, ne ovat keskimääräiseltä bruttovetoisuudeltaan selvästi pienempiä kuin muiden alustyyppien alukset (kuva 11 ja taulukko 2). Säiliöalukset ovat suurimpia ja myös irtolastialusten (kuivabulk-alusten) keskimääräinen bruttovetoisuus on kasvanut huomattavasti viimeisten vuosien aikana. Tosin näiden lukumäärä on myös laskenut paljon, mikä pääosin johtuu siitä, että osa irtolastialuksista on rekisteröity kuivalastialuksiksi.



Kuva 11. Suomen kauppalaivaston alusten keskimääräiset bruttovetoisuudet alustyypeittäin vuoden lopussa 2003–2012 (pituus≥15m).

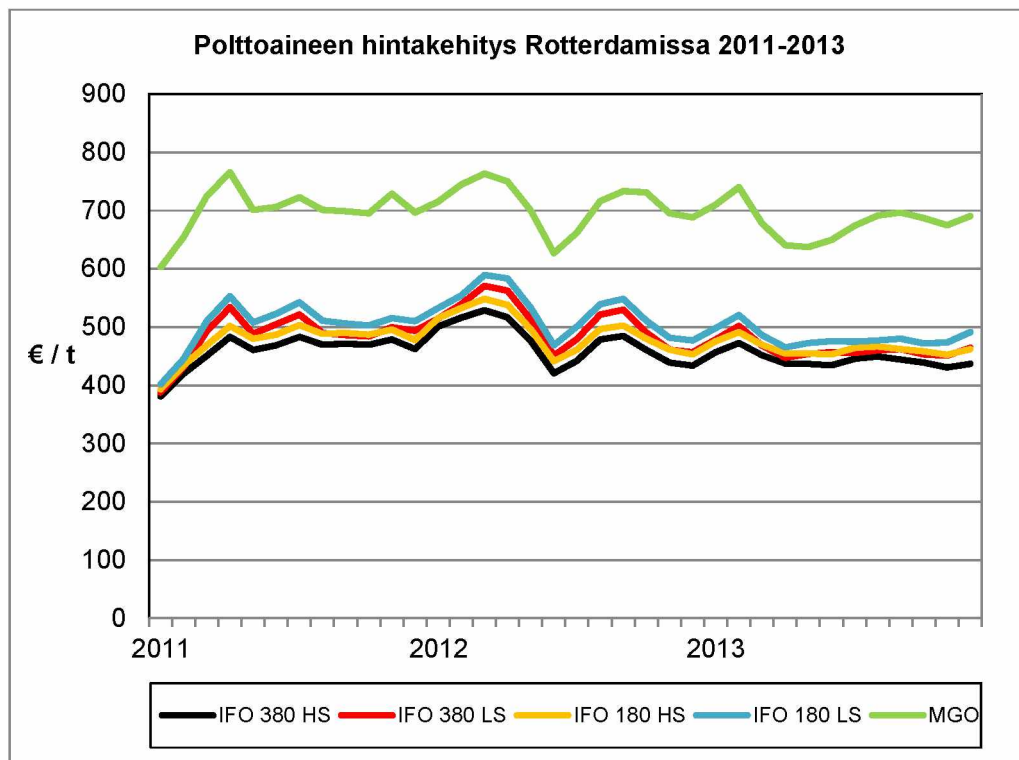
Taulukko 2. Suomen kauppalaivaston alusten keskimääräiset bruttovetoisuudet alustyypeittäin vuoden lopussa 2003–2012 (pituus>=15m).

Vuosi	Ro-ro-matkustaja-alukset	Ro-ro-lastialukset	Irtolastialukset	Muut kuiva-lastialukset	Säiliöalukset
2003	9 763	11 084	11 836	1 641	17 205
2004	9 763	10 977	12 345	1 638	19 962
2005	10 080	11 417	12 345	1 590	20 595
2006	11 419	10 819	12 345	1 456	17 746
2007	12 109	10 699	10 062	1 661	21 327
2008	12 245	10 616	10 062	1 696	24 258
2009	11 719	9 998	7 182	1 865	24 258
2010	11 421	9 214	2 671	2 166	24 258
2011	11 147	10 572	6 728	2 002	24 258
2012	11 282	12 962	17 620	1 843	24 258

Yhteenvedona voidaan todeta, että Suomen lipun alla olevien alusten osuudet ulkomaanliikenteessä Suomen satamiin saapuneista aluksista ovat pääasiassa laskeneet tai pysyneet samansuuruisina. Ro-ro-lastialusten osalta on tapahtunut prosentuaalisen osuuden kasvua vuodesta 2010 lähtien. Suomalaisten alusten keskimääräiset bruttovetoisuudet Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä saapuneista aluksista ovat pysyneet lähes muuttumattomina pois lukien säiliö- ja konttialukset, joiden keskimääräiset bruttovetoisuudet ovat kasvaneet.

2.3 Polttoaineen hintakehitys

Polttoaineiden hinnoissa on tapahtunut kolmen viime vuoden aikana sekä nousua että laskua. Absoluuttinen hintojen nousu ei ole kuitenkaan ollut tällä tarkastelujaksolla niin voimakasta kuin se on ollut aikaisempien aluskustannus selvitysten tarkastelujaksoilla. Toisaalta polttoainehinnat ovat suurin piirtein kaksinkertaistuneet vuosien 2009 ja 2011 välillä, mutta aluskustannus selvityksissä ei ole huomioitu kuukausikohtaista kehitystä tältä ajalta. Vuoden 2006 selvityksessä polttoaineiden hinnat olivat 152€/t (IFO 380) sekä 281 €/t (MDO) ja vuoden 2009 selvityksessä 271 €/t (IFO 380) sekä 474 €/t (MDO). Tässä selvityksessä polttoaineiden hinnat on laskettu perinteiseen tyyliin Rotterdamin sataman kolmen vuoden keskiarvoina (2011–2013), mutta tiukentuvien päästövaatimusten myötä polttoainelaatuja on otettu tarkasteluun enemmän (kuva 12). Polttoaineiden hintojen kolmen vuoden keskiarvot ovat 459€/t (IFO 380 HS), 485 €/t (IFO 380 LS), 478 €/t (IFO 180 HS), 504 €/t (IFO180 LS) ja 697 €/t (MGO).



Kuva 12. Polttoaineen hintakehitys Rotterdamissa 2011–2013.

Tässä selvityksessä aluskustannuksia laskettaessa alusten on oletettu käyttävän matka-ajossa polttoaineena IFO 380 LS:ää ja satamissa MGO:ta. IFO 380 LS:n rikkipitoisuus on alle 1 prosenttia, kun taas IFO 380 HS:n rikkipitoisuus voi olla 3,5 prosenttia. Vuoden 2015 alusta lähtien Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin käsittävällä rikkidioksidien päästöjen erityisalueella (SECA-alue) polttoaineen enimmäisrikkipitoisuus laskee 0,1 prosenttiin elleivät alukset käytä rikkipesureita. Enimmäisrikkipitoisuudeltaan 0,1-prosenttiseen polttoaineeseen siirtyminen tarkoittaa käytännössä sitä, että alukset joutuvat siirtymään kaasujyn (MGO) tai kehitteillä olevien vastaavien matalarikkisten polttoaineiden käyttöön. Rikkidirektiivin myötä aluskustannukset tulevat kasvamaan merkittävästi, jonka vuoksi päivityslaskelmien tekeminen uusien polttoainehintojen pohjalta vuonna 2015 on suositeltavaa.

Yksi vaihtoehto on nesteytetyn maakaasun (LNG) käyttäminen, mutta vanhojen alusten koneistojen uusiminen maakaasukäyttöisiksi ei ole taloudellisesti järkevää. Erikoismootoreiden lisäksi LNG-polttoaine tarvitsee myös omat kaasutankkinsa. Uusiin aluksiin LNG- tai monipolttoainemootorit (voivat käyttää sekä maakaasua että öljyä) sen sijaan ovat varteenotettava vaihtoehto. Tällaisten alusten määrä on vielä erittäin pieni, säännöllisessä liikenteessä Suomeen kulkee vain yksi kauppa-alus, Viking Linen matkustaja-autolautta Viking Grace. Myös Rajavartiolaituksen uudessa ulko-vartiolaivassa Turvassa on käytössä vastaava tekniikka. Itämeren konttien syöttöliikenteeseen on rakenteilla pari konttialusta, joihin tulee monipolttoainemootorit, ja sellaiset toimitetaan myös Liikenneviraston tulevaan uuteen jäänmurtaajaan. Maakaasun käytön yleistyminen laivapolttoaineena Itämerellä kestää kuitenkin kauan, eikä maakaasua ole vielä järkevää ottaa mukaan aluskustannuslaskelmien yhdeksi polttoainelaaduksi.

3 Laskentaperusteet ja -menetelmät

3.1 Tutkimuksessa huomioidut alustyypit ja -koot

Tutkimuksessa selvitetään kuuden eri alustyypin yksikkökustannukset. Alustyyppien keskimääräiset kustannukset esitetään syväysluokittain. Aluksen syväys on alusliikenteen yksikkökustannusten esittämisen kannalta tärkeä suure, koska kustannuslaskelmien on tarkoitus toimia pääosin vesiväyläinvestointien hankearviointien ja niihin liittyvien hyöty-kustannuslaskelmien aputyökaluna. Alustyypit ovat seuraavat:

3.1.1 Konttialukset

Konttialusten lastitilat on varustettu erilaisilla konttijohtimilla, joita pitkin kontit lastataan ja puretaan. Konttialuksissa ei ole pääsääntöisesti lastinkäsittelylaitteita, vaan lastinsiirto-operaatiot suoritetaan käyttämällä satamien erityisiä konttinostureita.

3.1.2 Konventionaaliset kuivalastialukset (= kuivarahtialukset)

Konventionaalisissa kuivalastialuksissa lastitila on jaettu kahdesta seitsemään ruumaan ja pää- eli suojakannen lisäksi ruumissa on yleensä yksi tai kaksi välikantta ahtauksen helpottamiseksi. Lastinkäsittely tapahtuu aluksen omilla tai sataman nostolaitteilla. Alukset soveltuvat kappaletavaran ja kuivien irtolastien kuljettamiseen. Suojakannen luukkujen päällä voidaan yleensä kuljettaa kansilastia, esimerkiksi kontteja. Konventionaalisista aluksista käytetään yleisesti nimitystä lo-lo-alukset (lift on – lift off).

3.1.3 Kuivabulk-alukset (= irtolastialukset)

Varsinaiset kuivabulk- eli irtolastialukset on rakennettu kuljettamaan suuria määriä irtolastitavaroita. Tyypillisiä lasteja ovat esimerkiksi kivihiili, malmit, viljat ja lannoitteet. Bulk-aluksissa ei ole yleensä välikansia. Usein kuivabulk-aluksissa ei ole omia lastinkäsittelylaitteita, vaan käsittely tapahtuu satamien nostureilla ja kuljettimilla.

3.1.4 Säiliöalukset

Säiliö- eli tankkialuksilla kuljetetaan nestemäisiä irtolasteja. Lastien mukaan säiliöalukset jaetaan neljään pääryhmään: raakaöljy-, öljytuote-, kemikaali- ja kaasusäiliöaluksiin. Lastaus ja purkaus tapahtuvat putkistoja pitkin. Lastaus tapahtuu maista pumppaamalla ja purkaus vastaavasti aluksen omilla pumpuilla.

3.1.5 Ro-ro-alukset (= ro-ro-lastialukset)

Ro-ro-aluksissa (roll on – roll off) lastinvaihto perustuu pääosin ajomenetelmään. Aluksessa voi olla useita välikansia, ja lastikaistojen yhteenlaskettu pituus voi olla kilometrejä. Lastaus ja purku tapahtuvat siirtämällä lasti pyörillä varustetuilla siirtovälineillä (kuorma-autot, perävaunut, lauttavaunut yms.) yleensä perä- ja keularampien kautta. Tavaran siirto eri kansille tapahtuu ajoliuskoja eli aluksen sisäisiä ramppeja pitkin tai käyttämällä lastihissejä. Ro-ro-alusten sovellutuksessa, storo-aluksissa

(stowable ro-ro), tavarän siirrossa käytetään ro-ro-lastinkäsittelykalustoa, mutta lasti puretaan ruumassa, jolloin ro-ro-kalusto ei ole mukana merimatkan aikana.

3.1.6 Matkustaja-autolautat (= ro-ro-matkustaja-alukset)

Suuret Suomen vesillä liikennöivät matkustaja-autolautat ottavat noin 2 500 matkustajaa ja sen lisäksi 2 000–3 000 tonnia (700–1 000 kaistametriä) autoja ja muuta ro-ro-lastia.

Alukset on jaettu alustyyppien sisällä syväysluokkiin aluksen suurimman mahdollisen kulkusyvyuden mukaan. Syväysluokkia on eri alustyypeissä 6–12 kappaletta. Alustyyppit ovat samat kuin edellisessä päivityksessä. Matkustaja-autolauttojen syväykset ovat varsin pieniä verrattuna isojen lastialusten syväyksiin, joten matkustaja-autolautoilla ei ole yleensä suurta osuutta väylähankearvioinneissa. Matkustaja-autolauttojen osalta ei ole laskettu aluskustannuksia kuljetettua lastitonnia kohti, koska se ei olisi relevanttia. Ulkomitoiltan samankokoisten matkustaja-autolauttojen lastinkuljetuskapasiteetit voivat vaihdella huomattavasti.

3.2 Alustiedot

Tutkimuksen lähdeaineistossa ovat mukana kaikki Suomen satamiin ulkomaanliikenteessä vuonna 2013 liikennöineet suomalaiset ja ulkomaalaiset lastialukset sekä matkustaja-autolautat. Mukana aineistossa ovat nyt kolmatta kertaa myös ulkomaalaiset alukset, koska ulkomaalaisten alusten merkitys on suuri Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä ja niiden osuus on ollut pitkällä aikavälillä voimakkaassa kasvussa. Tutkimuksen pohjana käytetyt tiedot aluskäynneistä ovat peräisin Liikenneviraston ylläpitämästä alustietokannasta. Tietokannasta on poimittu tutkimusta varten myös tekniset tiedot kaikista vuonna 2013 Suomeen ulkomaanliikenteessä liikennöineistä aluksista. Vuonna 2013 Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä Suomeen saapui yhteensä 1 606 eri alusta, joista konttialuksia oli 129, konventionaalisia kuivalastialuksia 737, kuivabulk-aluksia 162, säiliöaluksia 318 (sisältää sekä öljy- että kemikaalitankkerit), ro-ro-aluksia 77 ja matkustaja-autolauttoja 30 kappaletta. Loput 153 alusta olivat joko matkustaja-aluksia, risteilyaluksia tai luokkaan ”muut alukset” kuuluvia.

Selvityksessä esiteltävät laskelmat on tehty kuudelle eri alustyyppille. Alustyyppien keskimääräiset kustannukset on raportoitu tutkimuksessa syväysluokittain erikseen ajo- ja satamavuorokautta kohti koko alukselle ja lastiyksikölle (tonni tai konttialusten osalta TEU). Otokseen perustuvia ja laskennallisia alustietoja (syväyksen ja kantavuuden tai TEU-määrän välinen suhde sekä syväyksen ja konetehon suhde) havainnollistavat kuvat ovat liitetiedostoina 3 ja 4. Aluskustannusten laskentaperusteiden vertailu- ja lähtökohtana on pidetty edellistä päivitystä. Eri kustannustekijöiden laskentaperusteet ja -tavat on määritetty ajanmukaisiksi taustaselvityksen (luku 2), kirjallisten ja tilastollisten lähteiden sekä asiantuntijalausuntojen pohjalta.

3.3 Pääomakustannukset

Alusten pääomakustannukset on laskettu uusien alusten hankintahintojen, pitoaikojen ja jäännösarvojen pohjalta, kuten edellisissäkin selvityksissä. Alusten hankintahinnat kerättiin vuosilta 2011–2013 pääosin kahdesta eri julkaisusarjasta, jotka olivat ISL Shipping Statistics and Market Review ja CRUISE and FERRY info (nimi vaihtui v. 2013 muotoon SHIPPAX CFI). Kaikki tilastoissa esiintyneet hankintahinnat muutettiin euroiksi dollarin kolmen vuoden keskimääräisen valuuttakurssin (1 euro = 1,33 dollaria) mukaan. Hankintahintojen osalta tietoja on tilastoanalyysiä varten täydennetty inflaatiokorotetuilla vuosien 2006 ja 2009 päivitysten tiedoilla. Otos kattaa yhteensä 758 aluksen hankintahinnat (taulukko 3), joka on 138 alusta enemmän kuin vuoden 2009 selvityksessä.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytetyn otoksen alusten hankintahintatiedot alustyypeittäin.

Alustyyppi	Alusten lukumäärä	Hintahaarukka (milj. €)
Konttialukset	41	14,7 - 113,4
Konv. kuivalastialukset	15	9,3 - 53,2
Kuivabulk-alukset	214	8,1 - 85,7
Säiliöalukset	314	13,0 - 120,7
Ro-ro-alukset	116	10,8 - 146,0
Matkustaja-autolautat	58	4,4 - 240,0

Alusten hankintahintojen ja lastikapasiteetin (DWT tai TEU) suhdetta havainnollistavat kuvat ovat liitteessä 5. Vertailtaessa liitteen 5 hankintahinnoista tehtyjä kuvia tulee huomioda, että yksi havaintopiste voi sisältää useita samanlaisia aluksia, mikä johtuu siitä, että otoksessa on useita alussarjoja. Näin ollen taulukon 3 alusten lukumäärät ja liitteen 5 havaintopisteiden määrät hankintahintojen osalta eivät ole näennäisesti yhteneväiset.

Alusten hankintahinnat on kohdistettu ensin annuiteettimenetelmällä vuositasolle käyttäen korkotasona neljää prosenttia (aikaisemmin 5 prosenttia) Liikenneviraston Vesiväylähankkeiden arviointiohjeen mukaisesti. Vuosikustannukset on kohdistettu edelleen vuorokautta kohti vuorokausien (365) lukumäärällä jakamalla.

Aikaisemmissa aluskustannuslaskelmissa alusten pitoaikana on pidetty kahtakymmentä vuotta. Alusten pitoajat vaihtelevat eri alustyypeillä jonkin verran, mutta 20 vuoden pitoaika on teoreettisen laskelman kannalta keskimäärin relevantti aika eikä sitä tarkastettujen asiantuntija-arvioiden mukaan kannata laskelmissa vaihdella eri alustyypeillä.

Alusten jäännösarvon suuruutena laskelmissa on käytetty 10 prosenttia alusten hankintahinnasta (diskontattuna nykypäivään) edellisten päivitysten tapaan. Laskukaavaksi muodostuu täten

$$\langle \text{pääomakustannukset} \rangle [\text{€}/\text{vrk}] = [\langle \text{hankintahinta} \rangle [\text{€}] - 10 \% [\text{jäännösarvo}] * \{ 1 / (1 + 4 \%)^{20} \} [\text{diskonttaustekijä}]] * \{ 4 \% * (1 + 4 \%)^{20} \} / \{ (1 + 4 \%)^{20} - 1 \} [\text{annuiteettitekijä}] / 365 [\text{vrk}].$$

3.4 Polttoainekustannukset

Polttoainekustannukset on laskettu Rotterdamin sataman hinnoilla (ks. luku 2.3). Rotterdamin hinta on yleisesti käytetty vertailuhinta merenkulkualalla Euroopassa. Lisäksi Rotterdamin hintatasosta on yleisistä lähteistä saatavilla kaikkein kattavin aikasarja, koska alan lehdistö ja sähköiset tietolähteet (esim. www.bunkerindex.com) noteeraavat päivittäin sataman polttoaineen hintatason. Polttoainekustannusten pienten aikavälien suurien hintaheilahtelujen vääristävän vaikutuksen välttämiseksi laskelmissa on päädytty käyttämään kolmen vuoden keskiarvoa edellisen päivituksen tapaan.

Alusten keskimääräinen polttoaineen kulutus matka-ajossa on laskettu tyyppi- ja syväsluokittain käytössä olleen alustietokannan pohjalta käyttämällä laskukaavaa

$$\langle \text{kulutus} \rangle [\text{t/vrk}] = [0,0002 [200 \text{ g/kWh}] * 0,8 * \langle \text{maksimikonetehto} \rangle [\text{kW}] + 5 \% [\text{voiteluaineet}]] * 24 [\text{h}].$$

Alusten pääkoneiston keskimääräisenä ominaiskulutuksena on laskelmissa yhdenmukaisuuden vuoksi käytetty kaikille alustyypeille arvoa 200 g/kWh, koska samaa arvoa on käytetty myös Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 2012:ssa. Laskukaavaa on muutettu edellisestä päivityksestä siten, että voiteluaineiden osuus on nyt 5 prosenttia aikaisemman 10 prosentin sijaan.

Alusten polttoaineen kulutustietoja ei ole laajemmin systemaattisesti saatavilla. Ajonaikaiset polttoainekustannukset on laskettu käyttäen raskaan polttoöljyn (IFO 380 LS) hintaa, koska alusten pääkoneiden polttoaineena käytetään useimmiten raskasta polttoöljyä.

Tavoitteena on, että alustiedoissa esitettävät nopeudet ja konetehot kuvaavat alusten todellisuudessa käyttämää konetehoa ja tyypillistä matkanopeutta. Aikaisempien asiantuntija-arvioiden mukaan hyvä perusta laskelmille on se, että todellisuudessa käytettävä koneteho on 80 prosenttia tilastoissa esitetyistä maksimikonetehoista.

Satamavuorokausien polttoainekulutukset on laskettu apukonetehojen perusteella em. kulutuskavaa käyttäen. Apukonetehot on määritetty pääkonetehojen perusteella MEERI 2012:a apuna käyttäen. Pienemmillä aluksilla on suhteessa suuremmat polttoainekustannukset satamavuorokausina kuin suurilla aluksilla. Satamavuorokausina energiaa kuluu lähinnä kansirakennuksen lämmittämiseen, valaistukseen yms. Pienten alusten kansirakennukset (ja miehistömäärä) ovat suhteessa suuremmat kuin suurilla aluksilla, joten myös niiden polttoainekustannukset satamassa ovat suhteessa suurilla aluksilla suuremmat. Tässäkin on alustyyppikohtaisia eroja esimerkiksi lastiruumien ja -tankkien lämmitystarpeesta riippuen. Satamavuorokausien polttoainekustannukset on laskettu meriliikenteen kaasuöljyn (MGO) hinnan perusteella, koska satamassa alukset käyttävät apukoneitaan tarvitsemansa energian tuotantoon. Apukoneiden maksimikoneteho lasketaan seuraavalla kaavalla MEERI 2012 -laskentajärjestelmän tietojen pohjalta laskettua regressioyhtälöä apuna käyttäen

$$\langle \text{apukoneiden maksimikoneteho} \rangle [\text{kW}] = 257,904 [\text{vakio}] + 0,089 [\text{kulmakerroin}] * \langle \text{pääkoneen maksimikoneteho} \rangle [\text{kW}]$$

ja matkustaja-autolauttojen apukoneiden maksimikoneteho kaavalla

$$\langle \text{apukoneiden maksimikoneteho} \rangle [\text{kW}] = 0,1 * \langle \text{pääkoneen maksimikoneteho} \rangle [\text{kW}].$$

Voiteluaineiden kustannusten suuruus on muutettu edellisen selvityksen 10 prosentista viiteen prosenttiin polttoainekustannuksista. Haastatellut asiantuntijat arvioivat, että voiteluaineiden hinnat ovat nousseet polttoainehintojen tapaan, mutta niiden osuus saattaa olla tapauskohtaisesti jopa ainoastaan 1,5 prosenttia. Voiteluaineiden osuus on lisätty suoraan polttoainekustannuksiin ajon aikana ja satamassa.

Laskelmien suorittamisessa on siis tarvittu tietoja polttoainehintojen keskiarvosta, alusten konetehoista sekä polttoaineen kulutustiedoista. Polttoaineiden dollari-pohjaisten hintojen muuntamisessa euromääräisiksi on käytetty valuuttakurssin kolmen vuoden keskiarvoa (1 euro = 1,335 dollaria).

3.5 Miehituskustannukset

Miehituskustannusten laskemisen lähtökohtana ovat suomalaiset ulkomaanliikenteessä liikennöivät alukset. Laskelmia varten tarvittiin tiedot keskikuukausipalkoista luontoisetuineen ammattiryhmittäin sekä miehitystodistuksia eri alustyypeistä ja syväysluokista. Palkka- ja miehitystietoja käyttämällä on laskettu kunkin alustyyppin ja syväysluokan miehityskustannukset kuukaudessa. Lopuksi kuukausikustannus on jaettu päiväkohtaiseksi jakamalla kuukausikustannukset kalenteripäivillä (30).

Merimieseläkekassalta saatiin keskikuukausipalkat luontoisetuineen vuonna 2013 kaikkien varustamojen osalta ja eri ammattikoodien mukaan. Keskikuukausipalkat luontoisetuineen kuvaavat kokonaispalkkoja, joiden mukaan työnantajat ovat maksaneet MEL-maksun. Palkkasummat sisältävät veron, eläkemaksut, työttömyysvakuutusmaksut sekä Mepa-maksut.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafilta saatiin 160 miehitystodistusta eri tyyppi- ja kokoluokkien aluksista. Alusten miehitysmääränä laskelmissa on pidetty alukselle ulkomaanliikenteessä asetettua vähimmäisvaatimusta.

Suomalaisilla aluksilla käytettävä laivahenkilöstön vuorottelujärjestelmä on huomioitu laskelmissa käyttämällä lastialuksilla kerrointa 2,10 ja matkustaja-autolautoilla kerrointa 2,15. Kertoimet kattavat sairauslomapäivät, osittain vuosiloman sekä koulutuspäivät.

Konttialusten osalta miehityskustannukset on arvioitu samankokoisten konventionaalisten kuivalastialusten mukaan, koska Suomen rekisterissä ei ole tarpeeksi konttialuksia, jotta miehityskustannusten kehitystä voisi tilastollisesti arvioida. Edellisen päivityksen yhteydessä saatujen asiantuntijanäkemyksen mukaan konttialusten miehitys vastaa samankokoisten konventionaalisten kuivalastialusten miehitystä, joten miehityskustannusten johtaminen sitä kautta on mielekästä.

Miehityskustannuksista on jätetty pois valtion maksama suora tuki, koska tarkoituksena on selvittää todellinen tilanne, mitä varustamot maksavat nettona. Koska aluskustannuksia ei lasketa pelkästään suomalaisten alusten osalta, tukien poisjättäminen on myös siksi tarpeellista.

Valtion maksama tuki muodostuu erilaisista työnantajamaksuista ja tuloverosta. Näin ollen Merimieseläkekassalta saaduista kuukausipalkoista on vähennetty valtion palauttama vero, jotta on päästy nettopalkkoihin. Laskelmissa on käytetty kunnallisveroprosentin osalta Suomen keskimääräistä kuntien tuloveroprosenttia, joka vuonna 2013 oli 19,75 prosenttia ja vuoden 2013 valtion tuloveroasteikkoa. Palkoista on lisäksi ammattiryhmittäin vähennetty normaalit kunnallis- ja valtionverotuksessa tehtävät vähennykset, kuten tulonhankkimisvähennys ja ansiotulovähennys, sekä erikseen vähennys merityötulosta. Palkkakustannukset on kohdistettu aluksille Trafilta saatujen miehitystodistusten perusteella. Toteutuneiden miehityskustannusten perusteella on regressioanalyysin avulla arvioitu miehityskustannusten kehitystä alustyyppien sisällä eri kokoluokissa.

Koska tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kaikkien eri lippujen alla purjehtivien Suomeen liikennöivien alusten keskimääräiset miehityskustannukset alustyypeittäin ja kokoluokittain, on miehityskustannusten suuruus määritetty painottamalla suomalaisen aluksen miehityskustannuksia arvioilla tärkeimpien lippumaitten kustannustasosta alustyypeittäin (taulukko 4). Kunkin alustyyppin osalta laskelmissa on otettu huomioon kaikki lippumaat, joiden osuus on yli 5 prosenttia tarkastellussa alustyyppissä. Loput käynnit jakautuvat monien eri maiden alusten kesken. Alusten koko lippujakauma on liitteessä 6.

Arvion tekemisessä on käytetty uusimpia tutkimuksia ja asiantuntijalausuntoja, joiden mukaan kustannustasojen suhteessa on tapahtunut oleellisia muutoksia edellisen päivituksen jälkeen. Tässä selvityksessä käytetyt miehityskustannukset on laskettu kertomalla keskimääräisen suomalaisaluksen miehityskustannukset taulukossa 4 esitetyillä alustyyppikohtaisilla miehityskustannuskertoimilla.

Edellä mainittujen tietojen avulla miehityskustannukset lasketaan kaavalla

$$\langle \text{miehityskustannukset} \rangle [\text{€/vrk}] = \langle \text{miehistömäärä ammattiryhmittäin} \rangle * \langle \text{keskimääräinen nettopalkka Suomen lipun alla olevilla aluksilla ammattiryhmittäin} \rangle [\text{€/vrk}] * 2,10 \text{ tai } 2,15 * \langle \text{miehityskustannuskerroin} \rangle$$

Taulukko 4. *Miehityskustannusten suuruuden määrittelyssä käytetyt eri alustyyppien miehityskustannuskertoimet, jotka on laskettu painottamalla Suomen satamien vuoden 2013 aluskäyntien lukumäärät lippumaittain.*

Lippumaa	Aluskäyntien lukumäärä	Lippumaan osuus huomioiduista	Kustannustaso suhteessa suomalaiseen	Miehityskustannuskertoimet
Konttialukset				
Kypros	454	21 %	0,50	
Antigua ja Barbuda	400	19 %	0,40	
Saksa	398	19 %	0,75	
Suomi	240	11 %	1,00	
Liberia	236	11 %	0,40	
Alankomaat	178	8 %	0,85	
Gibraltar	120	6 %	0,50	
Iso-Britannia	118	6 %	0,75	
Yllä olevat yhteensä	2 144			0,62
Kaikki yhteensä	2 349			
Huomioitujen osuus	91 %			
Konventionaaliset kuivalastialukset				
Alankomaat	2 093	37 %	0,85	
Suomi	1 159	21 %	1,00	
Antigua ja Barbuda	815	14 %	0,50	
Venäjä	472	8 %	0,50	
Gibraltar	417	7 %	0,50	
Kypros	358	6 %	0,50	
Iso-Britannia	335	6 %	0,75	
Yllä olevat yhteensä	5 649			0,75
Kaikki yhteensä	6 302			
Huomioitujen osuus	90 %			
Kuivabulk-alukset				
Alankomaat	143	40 %	0,85	
Suomi	111	31 %	1,00	
Panama	38	11 %	0,40	
Liberia	36	10 %	0,40	
Antigua ja Barbuda	32	9 %	0,40	
Yllä olevat yhteensä	360			0,76
Kaikki yhteensä	501			
Huomioitujen osuus	72 %			
Säiliöalukset				
Norja	401	23 %	1,00	
Suomi	319	18 %	1,00	
Malta	275	16 %	0,50	
Alankomaat	244	14 %	0,85	
Tanska	241	14 %	0,90	
Portugali	168	10 %	0,70	
Ruotsi	116	7 %	1,00	
Yllä olevat yhteensä	1 764			0,86
Kaikki yhteensä	2 179			
Huomioitujen osuus	81 %			
Ro-ro-alukset				
Suomi	1 751	45 %	1,00	
Ruotsi	1 408	36 %	1,00	
Saksa	398	10 %	0,75	
Alankomaat	374	10 %	0,85	
Yllä olevat yhteensä	3 931			0,96
Kaikki yhteensä	4 652			
Huomioitujen osuus	85 %			

Matkustaja-autolautat			
Viro	4 185	39 %	0,70
Suomi	4 033	37 %	1,00
Ruotsi	2 602	24 %	1,00
Yllä olevat yhteensä	10 820		0,88
Kaikki yhteensä	11 053		
Huomioitujen osuus	98 %		

3.6 Muut aluskustannukset

Muut aluskustannukset sisältävät korjaus- ja kunnossapitokustannukset, vakuutus- kustannukset sekä yleiskustannukset. Korjaus- ja kunnossapitokustannusten suuruutena on käytetty 2 prosenttia aluksen hankintahinnasta vuodessa. Prosenttiluku oli 1,5 edellisissä päivityksissä. Erityisesti korjaus- ja kunnossapitokustannusten arvioimista hankintahinnasta on jo aiempien päivitysten yhteydessä pidetty hankalana, koska kustannusten suuruus riippuu paljon esimerkiksi alusten iästä. Välillä kustannukset saattavat olla suuria, esimerkiksi vahingot voivat kasvattaa kustannuksia yllättäen, kun taas joinakin vuosina kustannukset pysyvät vähäisempinä. Korjaus- ja kunnossapitokustannukset lasketaan siis kaavalla

$$\langle \text{korjaus- ja kunnossapitokustannukset} \rangle [\text{€}/\text{vrk}] = \langle \text{hankintahinta} \rangle [\text{€}] * 2 \% / 365 [\text{vrk}]$$

Kuten aikaisemmissa aluskustannuslaskelmissa on myös tällä kerralla käytetty vakuutuskustannusten laskennallisena suuruutena 1,25 prosenttia aluksen hankintahinnasta vuodessa. Lukuun sisältyvät pelkästään alukseen kohdistuvat vakuutukset (mm. kasko ja laivanomistajan vastuuvakuutus P&I). Vakuutuksia ei ole ongelmattomasti verrata aluksen hankintahintaan, koska todellisuudessa esimerkiksi vastuuvakuutus vaihtelee suuresti eri syiden vuoksi alus- ja lastityypin mukaan. Asiantuntija-arvioiden mukaan uusissa aluksissa kokonaisvakuutuskustannus saattaa olla ainoastaan 0,7 prosenttia, mutta elinikänsä päässä olevissa aluksissa yli 10 prosenttia aluksen markkinahinnasta. Vakuutusmaksut vaihtelevat eri varustamojen kesken ja lisäksi esimerkiksi mahdolliset tapahtuneet vahingot vaikuttavat hintoihin suuresti. Vakuutuskustannukset lasketaan kaavalla

$$\langle \text{vakuutuskustannukset} \rangle [\text{€}/\text{vrk}] = \langle \text{hankintahinta} \rangle [\text{€}] * 1,25 \% / 365 [\text{vrk}]$$

Yleiskustannukset on laskettu vakiintuneen tavan mukaan siten, että ne kattavat 8 prosenttia pääoma-, vakuutus-, miehitys-, kunnossapito- ja korjauskustannusten summasta

$$\langle \text{yleiskustannukset} \rangle [\text{€}/\text{vrk}] = \Sigma [\text{pääoma-, vakuutus-, miehitys-, korjaus- ja kunnossapitokustannukset}] [\text{€}/\text{vrk}] * 8 \%$$

3.7 Alusliikenteen päästöjen yksikkökustannukset

Pakokaasupäästöjen yksikköarvoilla kuvataan vesiliikenteen päästöjen aiheuttamia terveysvaikutusten ja luontovaikutusten haittoja. Terveysvaikutuksilla on suurempi painoarvo. Arvottaminen tapahtuu huomioimalla VTT:n LIPASTO-mallijärjestelmän raportoimat keskeiset päästölajit.

Alusliikenteen yksikkökustannukset 2013 -selvityksessä esiteltiin aluskustannuksiin ei ole sisällytetty alusliikenteen päästökustannuksia. Hankearviointien yhteiskuntataloudellisessa tarkastelussa ne kuitenkin otetaan huomioon, jonka vuoksi taulukossa 5 on esitetty vesiliikenteen päästökomponenttien yksikkökustannukset. Suomalaisen aineistojen pohjalta määritetyt päästökustannusten yksikköarvot julkaistiin Liikenneviraston tutkimusraportissa vuonna 2012 (Gynther ym. 2012). Tulokset on päivitetty nyt vuoden 2013 tasoon korottamalla niitä kuluttajahintaindeksin muutoksen mukaisesti 7,9 prosenttia.

Taulukko 5. Vesiliikenteen päästöjen yksikkökustannukset, euroa/tonni (2013 hinnat).

Primäärihiukkaset:	
väylä	3 254 €
satama	6 813 €
SO ₂	372 €
NO _x	304 €
HC (ml.CH ₄)	32 €
CO ₂	40 €
CH ₄	838 €
N ₂ O	12 376 €

3.8 Analyysimenetelmät

Tutkimuksessa suoritettavat tilastoanalyysit on pääosin tehty yhden selitettävän ja yhden selittävän muuttujan regressioanalyysillä. Selittävänä muuttujana on suurimmaksi osaksi käytetty aluksen syväästä. Suurin osa muuttujista oli sellaisia, joiden välille on löydettävissä melko yksinkertainen lineaarinen riippuvuussuhde. Niiden muuttujien osalta, joiden välistä yhteyttä ei kyetty selittämään lineaarisella funktiolla, suoritettiin jokin muunnos, jolla yhteys selitettävän ja selittävän muuttujan välillä saatiin muunnettua lineaariseen muotoon. Käytännössä muunnos tarkoitti selitettävän muuttujan muuntamista neliöjuurifunktion avulla, jolloin selitettävänä olikin kyseisen muuttujan neliöjuuri varsinaisen muuttujan sijaan.

Teknisten tietojen osalta tilastollisissa analyysissä käytetty tietokanta sisältää kaikki vuoden 2013 aikana Suomen ja ulkomaiden välisessä meriliikenteessä Suomeen saapuneet alukset. Lisäksi sitä on täydennetty vuoden 2009 päivityksen, 2006 päivityksen ja vuoden 2007 lisäselvityksen tiedoilla niiden aluskokojen osalta, joista on ollut vähän havaintoja vuoden 2013 aineistossa. Otoksen voidaan siis sanoa siltä osin ole-

van kattava. Pituuden ja leveyden suhteen on päädytty tällä kerralla käyttämään edellisen päivityksen arvoja, koska ne eivät olennaisesti muutu syväysluokittain lyhyellä aikavälillä, vaan muutokset johtuvat ennemminkin satunnaisvaihtelusta. Alusten lastikapasiteetti (tonnia) on laskettu alusten dwt:stä. Laskemisessa on käytetty samoja kertoimia (tonnia/dwt) kuin edellisissä päivityksissä ja ne vaihtelevat alustyypeittäin (kuivbulk-alukset 0,93, säiliöalukset 0,94, konventionaaliset kuivalastialukset 0,94 ja ro-ro-alukset 0,86). Konttialusten kohdalla on kuljetusyksikkönä käytetty tonnien sijaan TEU-määrää, koska se kuvaa aluskustannusten alenemista suhteessa kuljetettuun tavaramäärään konttialusten osalta paremmin kuin tonnimäärään perustuva laskelma skaalaedun näkyessä selvästi. Vuoden 2006 ja 2009 selvityksissä nopeustiedot perustuivat erikseen haettuihin tietoihin eri alustyypeittäin ja syväysluokittain. Vuoden 2014 selvityksessä alusten nopeudet on laskettu vertailemalla konetehtojen muutoksia aikaisempien päivitysten konetehtoihin. Suositeltavaa olisi päivittää todelliset tiedot tulevissa raporteissa.

Tutkimuksen osalta ongelmalliseksi muodostui osittain aineiston voimakas keskittyminen tiettyihin kokoluokkiin. Sama ongelma on esiintynyt myös vuosien 2009 ja 2006 selvityksissä. Käytetyn pienimmän neliösumman menetelmän takia aineiston keskittyminen aiheuttaa osittain sen, että mallilla saavutetaan melko korkea selityaste, mutta siitä huolimatta mallin ennustavuus suhteessa alkuperäiseen aineistoon voi jäädä heikoksi. Tuloksia käytettäessä tulee muistaa, että luvut perustuvat matemaattisiin menetelmiin ja tehtyihin arvioihin. Todellisuudessa eri alusten kustannukset vaihtelevat hieman alustyyppien ja -kokoluokkien sisällä. Absoluuttisia lukuja oleellisempänä työssä onkin pidetty sitä, että lopullisissa tuloksissa tulevat esille aluskustannusten suhteelliset erot alustyyppien ja -kokojen välillä.

3.9 Verojen käsittely

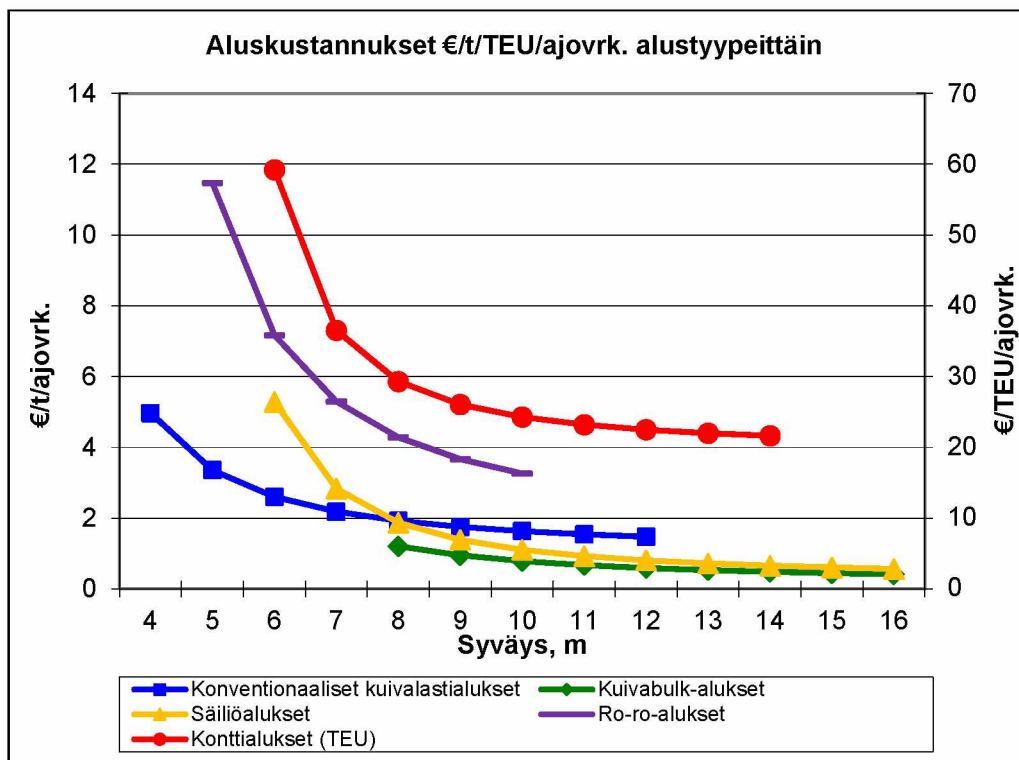
Liikenneviraston liikenneväylien hankearvioinnin yleisohjeen (Liikennevirasto 2011) mukaan ylijäämien muutokset kuvataan verollisin hinnoin. Hankearvioinneissa käsitellään eri kustannuseriä ilman arvonlisäveroa, mutta vähennyskelvottomat verot otetaan huomioon. Myös kansainvälisesti yleinen käytäntö on arvioida ylijäämien arvoa verollisin hinnoin ja esittää sitten verotulojen muutokset erimerkkisenä julkisen sektorin kohdalla.

Kansainvälisen vesiliikenteen polttoaineet ovat yleisesti valmiste- ja arvonlisäverottomia ja myös kotimaan kaupallisessa vesiliikenteessä käytetyt polttoaineet ovat verottomia ja huoltovarmuusmaksuttomia. Veroluonteista väylämaksua ei ole sisällytetty laskelmiin kuten ei myöskään luotsaus- ja satamamaksuja. Mahdollisia telakkatukia ei oteta alusten hankintahinnoissa huomioon, sillä ulkomaisten varustamoiden ja telakoiden osalta on mahdotonta selvittää tukien todellista tasoa. Lisäksi miehityskustannuksista on jätetty pois valtion varustamoille maksama suora tuki, koska tarkoituksena on selvittää, mitä varustamot maksavat nettona.

4 Alusliikenteen yksikkökustannukset

Tässä luvussa esitetään keskeisimmät alusliikenteen yksikkökustannukset alustyypeittäin. Aluskustannuksista tehtyjen laskelmien yksityiskohtaiset tulokset ovat liitteessä 1. Tulokset on esitetty alustyypeittäin eri syväysluokissa, mikä tekee tulosten hyödyntämisen väyläinvestointien arvioinnin kannalta mahdollisimman helpoksi. Ne vertailut, jotka on voitu tehdä vuoden 2009 päivityksen lukuihin, esitetään johtopäätöksissä luvussa 6.

On huomioitava, että laskelmat on tehty tilastollisin menetelmin käyttäen pohjaaineistona olemassa olevien todellisten alusten tietoja. Kunkin syväysluokan kohdalla oleva aluksen kokoa ilmaiseva arvo (TEU tai DWT) on saatu tilastollisen regression avulla eikä se välttämättä ole yksittäisen syväysluokan ns. keskiarvoaluksen arvo. Regressio ottaa huomioon koko havaintojoukon ja tasoittaa ääriarvojen vaikutusta. Kuvassa 13 on esitetty koottuna kuvaajat aluskustannuksista kuljetettua lastitonnia tai konttialusten osalta yhtä TEU-yksikköä kohti vuorokaudessa eri alustyypeittäin syväysluokkien mukaan. Matkustaja-autolautat eivät ole tässä mukana, koska niiden kuljettamaa lastimäärää ei ole realistista laskea samalla tavalla kuin muiden alustyyppien.



Kuva 13. Aluskustannukset ajossa [€/t tai €/TEU (konttialukset)/vrk] eri alustyypeittäin.

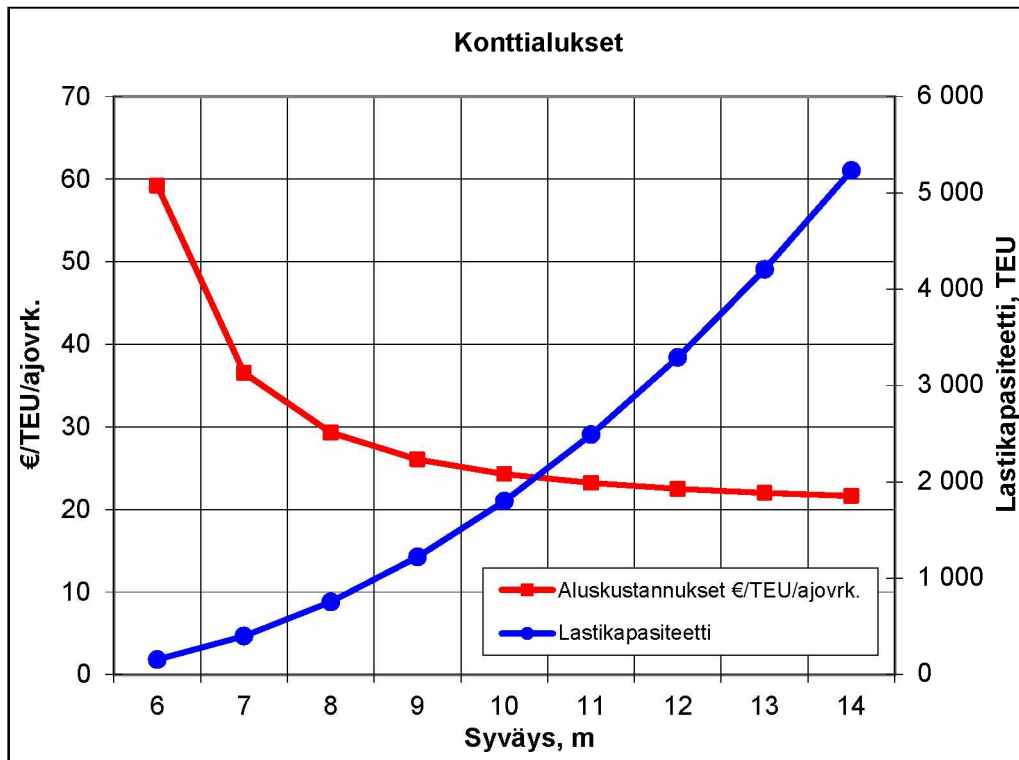
4.1 Konttialukset

Konttialusten kustannusrakenteessa korostuu suurempi polttoaineen kulutus verrattuna muihin kuivalastialuksiin. Tämä johtuu tyypillisesti korkeasta suunnitellusta matkanopeudesta (20–26 solmua), joka saavutetaan suurella koneteholla. Konttialusten pääomakustannukset ovat myös korkeat verrattuna konventionaalisiin kuivalastialuksiin. Taulukossa 6 on esitetty konttialusten aluskustannukset syväysluokittain.

Taulukko 6. Konttialusten aluskustannukset syväysluokittain.

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk.	Alus- kustannukset €/satamavrk.	Alus- kustannukset €/TEU/ajovrk.	Alus- kustannukset €/TEU/satamavrk.
6	9 308	7 342	59,21	46,70
7	14 632	8 957	36,54	22,37
8	22 144	11 178	29,31	14,80
9	31 845	14 004	26,06	11,46
10	43 733	17 436	24,29	9,68
11	57 809	21 474	23,21	8,62
12	74 074	26 117	22,50	7,93
13	92 526	31 366	22,00	7,46
14	113 166	37 221	21,63	7,11

Regressiökäyrä aliarvioi kaikkein suurimpien aluksien, joiden syväys on 14 metriä tai enemmän, konttikapasiteetin voimakasta kasvua. Yksittäisten alushavaintojen perusteella voi todeta, että suurimpien alusten todellinen TEU-luku on suurempi kuin laskelmien perusteena käytetty regression avulla saatu laskennallinen TEU-luku. Näin ollen aluskustannukset kuljetettua TEU-yksikköä kohti alenevat syväykseltään yli 14 metrin aluksilla kuvan 8 käyrää voimakkaammin. Tällä ei kuitenkaan ole erityisen suurta merkitystä näiden laskelmien hyödyntämisessä Suomessa, sillä näin suuria konttialuksia ei Suomen satamissa käy.



Kuva 14. Konttialusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

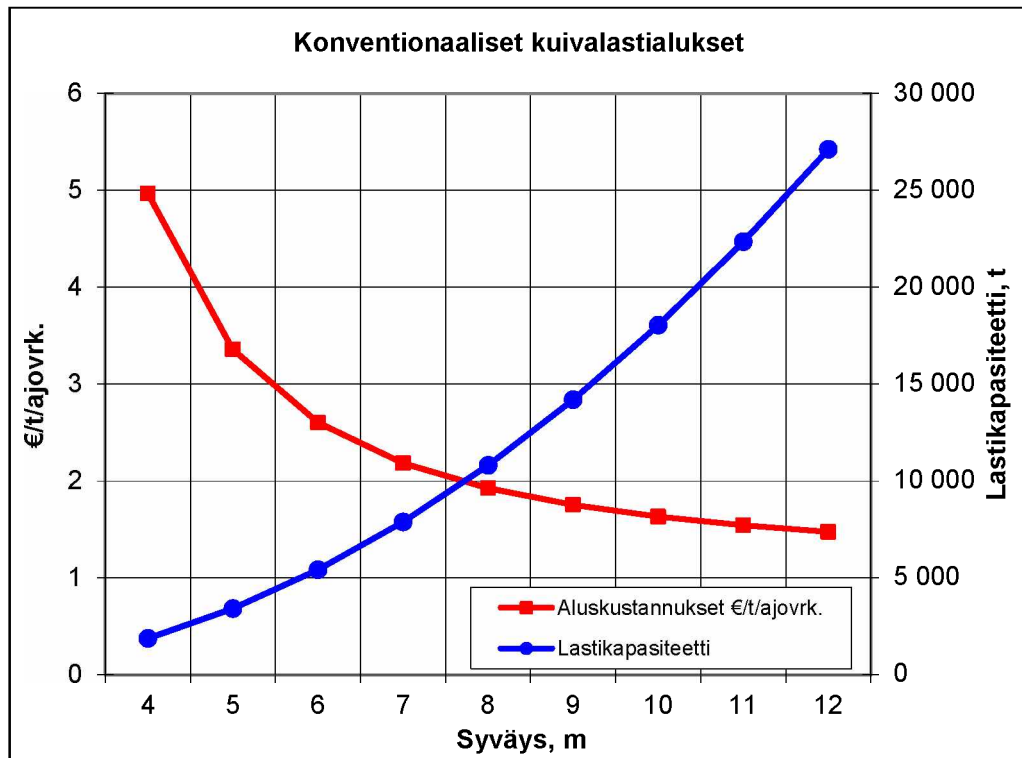
4.2 Konventionaaliset kuivalastialukset

Konventionaalisilla kuivalastialuksilla on tässä selvityksessä esitellyistä alustyypeistä matalimmat keskimääräiset polttoaine- ja yleiskustannukset. Taulukossa 7 on esitetty konventionaalisten kuivalastialusten aluskustannukset syväysluokittain.

Taulukko 7. Konventionaalisten kuivalastialusten aluskustannukset syväysluokittain.

Syväys m	Aluskustannukset €/ajovrk.	Aluskustannukset €/satamavrk.	Aluskustannukset €/T/ajovrk.	Aluskustannukset €/T/satamavrk.
4	9 323	8 061	4,97	4,30
5	11 483	9 009	3,36	2,63
6	14 122	10 148	2,60	1,87
7	17 240	11 478	2,19	1,45
8	20 836	12 998	1,93	1,20
9	24 911	14 710	1,75	1,04
10	29 465	16 613	1,63	0,92
11	34 497	18 707	1,54	0,84
12	40 008	20 991	1,48	0,77

Konventionaalisille kuivalastialuksille laskettiin edellisestä päivityksestä poiketen yhtenäinen regressiosuora, jossa yli 10 metrin syväyden omaavia aluksia ei ole kohdeltu poikkeavasti. Alla oleva kuva 15 esittää konventionaalisten kuivalastialusten aluskustannukset ajossa sekä lastikapasiteetin kasvun aluksen syväyden kasvaessa.



Kuva 15. Konventionaalisten kuivalastialusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

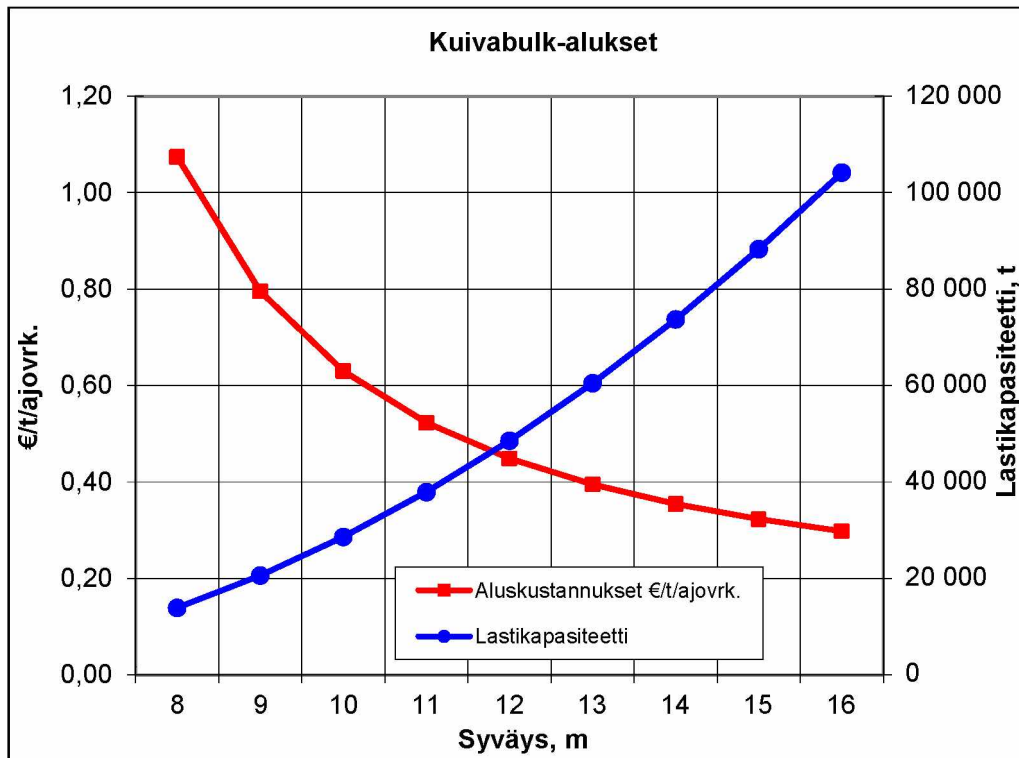
4.3 Kuivabulk-alkukset

Kuivabulk-alkukset ovat keskimäärin varsin suuria aluksia, jotka ovat erikoistuneet kuljettamaan yksikköhinnaltaan edullisia tavaralajeja kuten kivihiiltä, malmeja ja viljaa suuria määriä kerrallaan. Näiden alusten kustannuksissa suuruuden ekonomia tulee erittäin hyvin esille. Aluskokoa kasvattamalla saadaan aikaan suuria kuljetuskustannussäästöjä. Taulukossa 8 tonnia kohti lasketut kuljetuskustannukset ovat selvästi alemmat kuin konventionaalisilla kuivalastialuksilla, joiden erityisluokaksi kuivabulk-aluksia voisi kutsua.

Taulukko 8. Kuivabulk-alusten aluskustannukset syväysluokittain.

Syväys m	Aluskustannukset €/ajovrk.	Aluskustannukset €/satamavrk.	Aluskustannukset €/T/ajovrk.	Aluskustannukset €/T/satamavrk.
8	16 789	9 017	1,21	0,65
9	19 619	10 130	0,95	0,49
10	22 577	11 372	0,79	0,40
11	25 664	12 742	0,68	0,34
12	28 879	14 240	0,59	0,29
13	32 223	15 868	0,53	0,26
14	35 696	17 623	0,48	0,24
15	39 296	19 507	0,45	0,22
16	43 026	21 519	0,41	0,21

Kuivabulk-alusten keskimääräiset pääoma-, vakuutus- ja yleiskustannukset ovat vertailussa olevien alustyyppien matalimmat. Kuvasta 16 käy hyvin ilmi, miten aluskustannukset tonnia kohden vuorokaudessa laskevat hyvinkin mataliksi syvyyden kasvaessa.



Kuva 16. Kuivabulk-alusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

4.4 Säiliöalukset

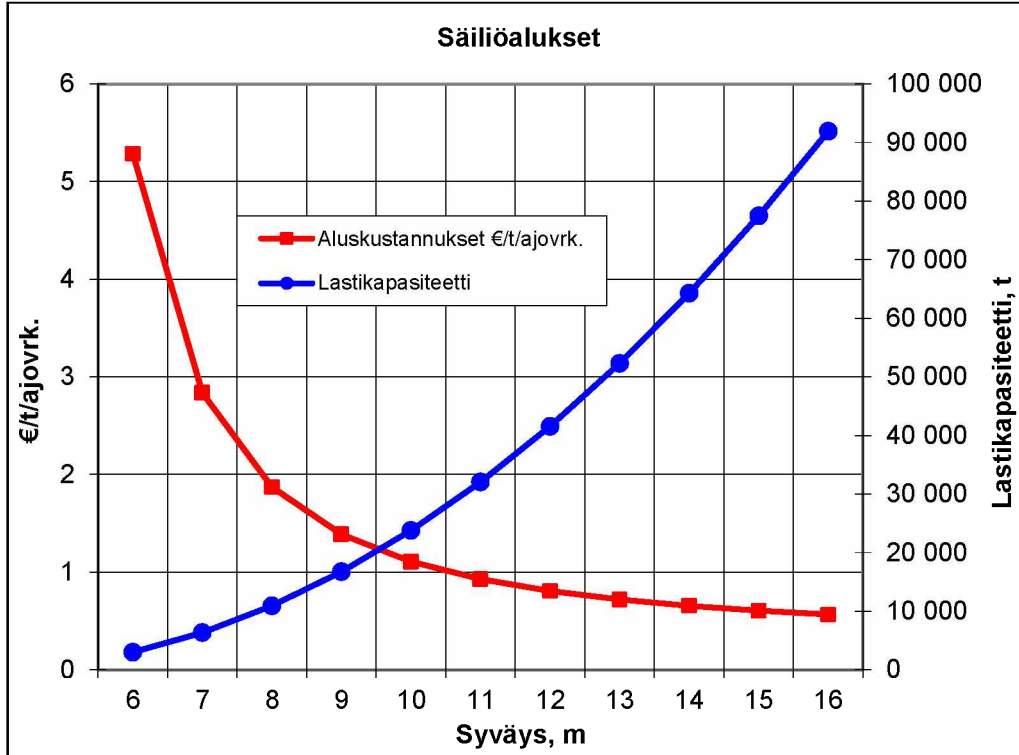
Säiliöalukset ovat nestemäisiä irtolasteja kuljettavia aluksia, joissa kuivabulk-alusten tapaan suuruuden ekonomia toimii erittäin hyvin. Kokonaiskustannukset ovat kuitenkin jonkin verran kuivabulk-aluksia korkeammat, mikä johtuu ennen muuta korkeammista hankintahinnoista ja polttoainekustannuksista. Suurten säiliöalusten konetehto on selvästi vastaavankokoisia kuivabulk-aluksia suurempi. Hankintahinnat taas vaihtelevat erityyppisten säiliöalusten kesken huomattavasti. Kemikaalitankkerit ovat kalliita, koska niiden kuljettamat lastit vaativat mm. erikoismateriaalien ja -tekniikan käyttöä. Tilastollisin menetelmin tehtävässä tarkastelussa näiden alusten korkea hinta vaikuttaa koko alustyyppin hintoihin. Taulukko 9 esittää säiliöalusten aluskustannukset syväysluokittain.

Taulukko 9. Säiliöalusten aluskustannukset syväysluokittain.

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk.	Alus- kustannukset €/satamavrk.	Alus- kustannukset €/T/ajovrk.	Alus- kustannukset €/T/satamavrk.
6	15 965	11 666	5,28	3,86
7	18 055	12 210	2,84	1,92
8	20 484	12 887	1,87	1,18
9	23 252	13 694	1,39	0,82
10	26 357	14 634	1,11	0,62
11	29 802	15 705	0,93	0,49
12	33 585	16 907	0,81	0,41
13	37 706	18 241	0,72	0,35
14	42 166	19 706	0,66	0,31
15	46 965	21 304	0,61	0,27
16	52 102	23 032	0,57	0,25

Säiliöaluksille laskettiin edellisestä päivityksestä poiketen yhtenäinen regressiosuora, jossa yli 14 metrin syvyyden omaavia aluksia ei ole kohdeltu poikkeavasti. Todellisuudessa näiden lastikapasiteetti olisi alla olevassa kuvassa 17 esitettyä suurempi, mikä myös alentaisi aluskustannuksia tonnia kohden.

Säiliöalusten aluskustannukset ilman erikoistankkereita olisivat noin 2–3 prosenttia edellä esitettyjä matalammat. Tiukentuvien ympäristömääräysten myötä myös LNG:tä kuljettavien alusten määrä tulee lisääntymään Suomessa tulevaisuudessa. Ne ovat teknisesti edistyneitä aluksia ja samalla myös kalleimpia erikoistankkereita, jotka vaativat kalliita valmistusmateriaaleja ja kehittyneitä lastinkäsittelyjärjestelmiä. Vuonna 2009 LNG-aluksen arvioitiin maksavan jopa 225 miljoonaa dollaria, kun taas vastaavan kokoinen tavallinen säiliöalus maksoi 150 miljoonaa dollaria. LNG-alusten määrä on kasvanut voimakkaasti 2000-luvulla, ja niitä kannattaa käsitellä hankearviointien yhteydessä joko tapauskohtaisesti tai sitten kemikaalitankkereina.



Kuva 17. Säiliöalusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

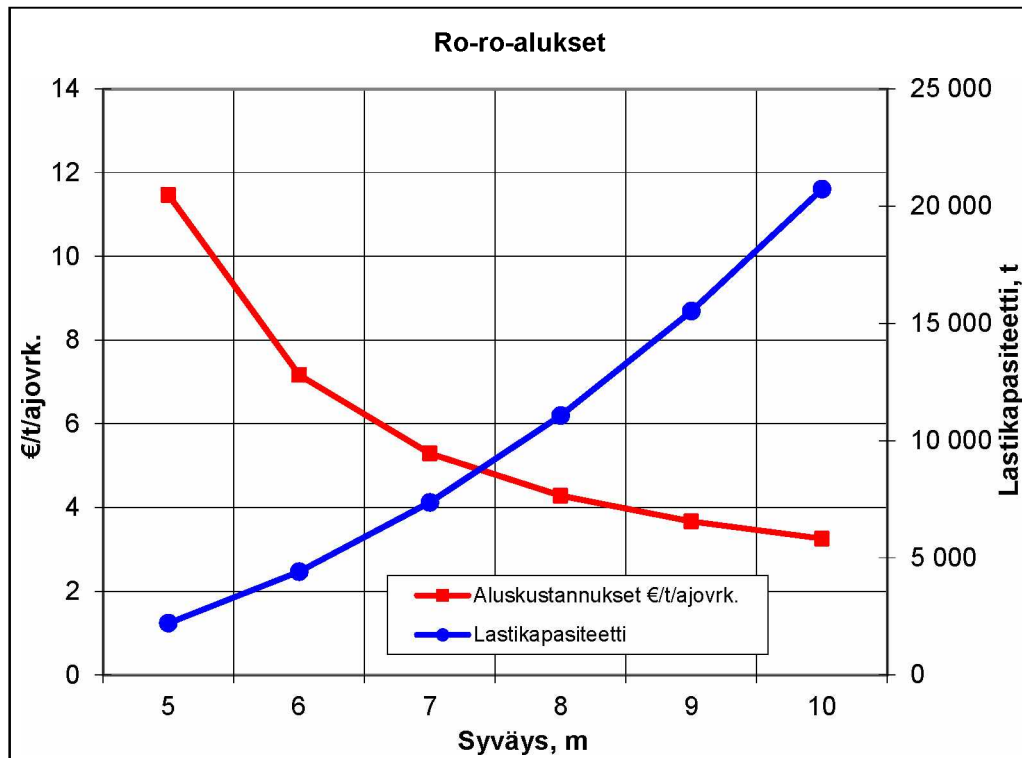
4.5 Ro-ro-alukset

Ro-ro-alusten aluskustannukset ovat selvästi muita lastialustyyppisiä korkeammat. Merkittävimmät tähän vaikuttavat tekijät ovat pääomakustannuksia nostava ro-ro-alusten korkea hankintahinta sekä korkeat polttoainekustannukset. Taulukossa 10 on esitetty ro-ro-alusten aluskustannukset syväysluokittain.

Taulukko 10. Ro-ro-alusten aluskustannukset syväysluokittain.

Syväys m	Aluskustannukset €/ajovrk.	Aluskustannukset €/satamavrk.	Aluskustannukset €/T/ajovrk.	Aluskustannukset €/T/satamavrk.
5	25 376	13 834	11,46	6,25
6	31 630	15 528	7,17	3,52
7	38 975	17 593	5,29	2,39
8	47 409	20 029	4,28	1,81
9	56 934	22 837	3,67	1,47
10	67 550	26 015	3,26	1,26

Ro-ro-aluksissa on muita lastialustyyppisiä pienempi lastikapasiteetti, mikä myös nostaa tonnia kohden kuljetetun rahdin kustannuksia. Kuvassa 18 on esitetty ro-ro-alusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti syväyden kasvaessa.



Kuva 18. Ro-ro-alusten aluskustannukset ajossa ja lastikapasiteetti.

4.6 Matkustaja-autolautat

Matkustaja-autolautoille on laskettu ainoastaan kokonaiskustannukset ajo- ja sata-mavuorokausina, koska kustannusten laskeminen kuljetettua lastiyksikköä tai -tonnia kohti ei ole relevanttia (taulukko 11). Alusten yksilölliset erot ovat suuret, ja ulkomi-toiltaan samankokoisten alusten lastinkuljetuskapasiteetit vaihtelevat suuresti.

Ominaista matkustaja-autolautoille ovat korkeat pääomakustannukset, sillä suurten matkustajatilojen rakentaminen ja varustelu nostavat hankintahinnan aivan eri tasolle kuin lastialuksilla. Käyttömenopuolella polttoainekustannukset ovat suurista konete-hoista ja käytettävistä nopeuksista johtuen korkeat. Samoin miehityskustannukset ovat huomattavasti muita alustyyppisiä suuremmat, vaikka tässä tutkimuksessa ovat mukana vain ne miehityskustannukset, jotka aluksen liikuttamisesta omin voimin väistämättä aiheutuvat. Kun mukaan lasketaan hotelli- ja ravintolapuolen henkilöstö, nousevat miehityskustannukset vielä suuremmiksi.

Taulukko 11. Matkustaja-autolauttojen aluskustannukset syväysluokittain.

Syväys m	Aluskustannukset €/ajovrk.	Aluskustannukset €/satamavrk.
4	36 903	29 530
5	53 779	34 379
6	77 445	40 311
7	107 901	47 325
8	145 147	55 423
9	189 182	64 604

5 Kustannustekijöiden suhteellinen merkitys ja herkkyystarkastelu

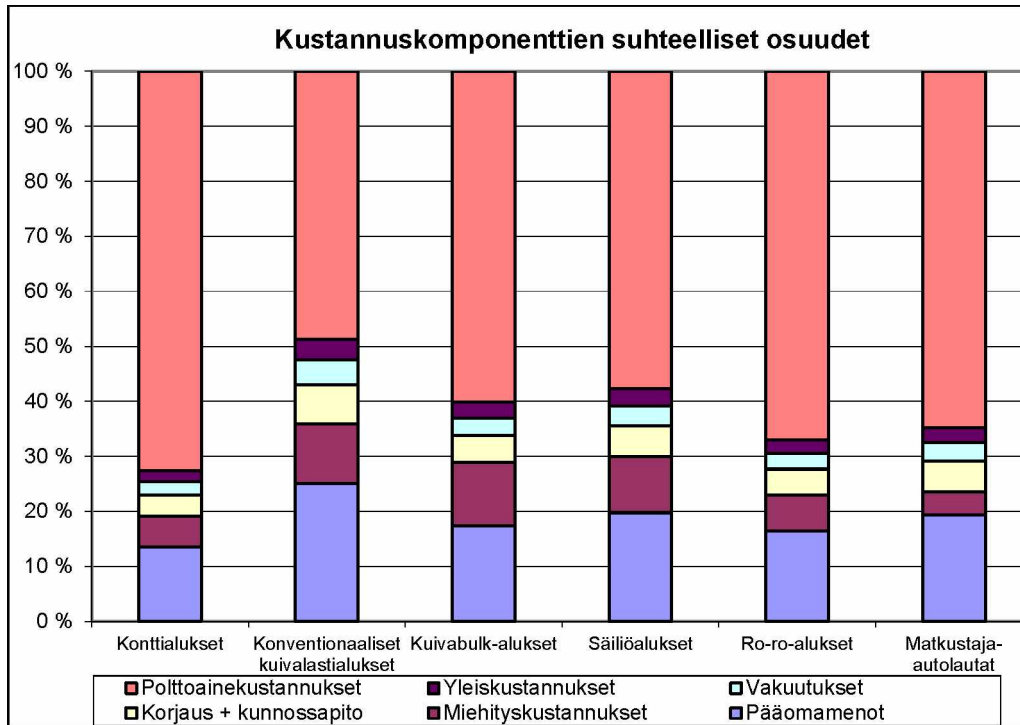
Kustannustekijöiden suhteelliset osuudet vaihtelevat eri alustyypeillä ja -koilla. Tässä esitettävät vertailut on tehty alustyypeittäin syväysluokkien keskiarvon mukaan. Konttialuksilla suurimman kustannuserän muodostavat polttoainekustannukset, jotka ovat keskimäärin 73 prosenttia kokonaiskustannuksista. Polttoainekustannusten suureen osuuteen vaikuttavat erityisesti kookkaiden konttialusten suuret konetehot ja nopeus, minkä vuoksi ne kuluttavat paljon polttoainetta. Suomen liikenteessä tyypillisten syöttöliikenteen feeder-alusten polttoainekustannusten osuus ei ole yhtä suuri, mutta niidenkin kulkunopeus on konventionaalaisia kuivalastialuksia suurempi.

Seuraavaksi korkeimmat suhteelliset polttoainekustannukset ovat ro-ro-aluksilla, joilla niiden osuus kokonaiskustannuksista on 67 prosenttia. Muillakin alustyypeillä polttoainekustannusten osuus on 49–65 prosenttia. Toisen suuren kustannuserän muodostavat pääomakustannukset, jotka vaihtelevat konventionaalisten kuivalastialusten 25 prosentista konttialusten 13 prosenttiin.

Miehityskustannusten suhteellinen osuus on suurin konventionaalisilla kuivalastialuksilla ja kuivabulk-aluksilla (11 prosenttia) ja pienin matkustaja-autolautoilla (4 prosenttia). Matkustaja-autolautojen osalta tulee kuitenkin muistaa, että tutkimuksessa on käsitelty miehityskustannuksia ainoastaan niiden miehityskustannusten osalta, jotka ovat väistämättömiä aluksen liikuttamiseksi. Käytännössä matkustaja-aluksilla on kuitenkin runsaasti muuta henkilöstöä matkustajien palveluntarpeen takia. Todellisuudessa miehityskustannukset muodostavat siis huomattavasti suuremman osuuden matkustaja-autolautojen kokonaiskustannuksista.

Yleiskustannusten, vakuutusten sekä korjaus- ja kunnossapitokustannusten suhteelliset osuudet ovat alustyyppistä riippumatta jokseenkin samansuuruiset ja vaihtelevat 2–7 prosentin välillä (kuva 19).

Verrattuna edellisiin aluskustannusten päivityksiin polttoainekustannusten suhteellinen osuus kaikista aluskustannuksista on kasvanut merkittävästi jokaisessa alustyyppissä. Vuonna 2006 polttoainekustannusten osuus vaihteli 27 ja 54 prosentin välillä alustyyppistä riippuen, kun vuonna 2013 polttoainekustannusten osuus vaihtelee 49 ja 73 prosentin välillä.



Kuva 19. Kustannusten jakautuminen eri alustyypeittäin Suomen ja ulkomaiden välisessä liikenteessä sekä Suomen että ulkomaan lipun alla kulkevilla aluksilla keskimäärin.

Eri kustannuskomponenttien muutosten vaikutusta kokonaiskustannuksiin on tutkimuksessa selvitetty herkkyystarkastelun avulla. Herkkyystarkastelu on suoritettu indeksoimalla aineisto siten, että nykyinen kustannustaso on indeksoitu indeksillä 100 ja sen jälkeen on tutkittu, miten suurimpien kustannuserien 30 prosentin nousu tai lasku vaikuttaisi indeksisummaan. Myös hitaamman matkanopeuden käytön eli ns. slow steamingin kautta syntyvää polttoainekustannusten säästöä on tutkittu amiraliteettikaavaa hyväksikäyttäen. Amiraliteettikaava kertoo kulutuksen muutoksen nopeusmuutoksen suhteen ottamatta huomioon kuljettua matkaa. Kun huomioidaan kuljettu matka, voidaan amiraliteettikaava kirjoittaa muotoon:

$$Y = x^2 + 2x \quad \text{jossa}$$

Y = polttoaineen kulutusmuutos prosentteina tietyllä matkalla
x = nopeusmuutos prosentteina

Amiraliteettikaavan osoittama kulutusmuutos yleistettynä koko laivan kulutukseen toimii ainoastaan kohtuullisen pienillä nopeudenmuutoksilla ja ajettaessa lähellä suunnittelunopeutta. Siksi malleissa nopeuden muuttaminen on rajoitettu +35 ja -35 prosentin välille.

Liitteessä 2 on esitetty herkkyystarkastelujen tulokset pääomakustannusten, miehityskustannusten, polttoainekustannusten ja nopeuden hidastuksen osalta. Herkkyystarkastelu on tehty alustyypeittäin syväysluokkien keskiarvon mukaan. Taulukoista voidaan todeta, että 30 prosentin lasku pääomakuluissa laskisi kokonaiskustannuksia eri alustyyppien osalta 4,0–7,5 prosenttia ja miehityskustannusten osalta 1,3–3,4 prosenttia. 30 prosentin nousu polttoainekustannuksissa nostaisi kokonaiskustannuksia 14,6–21,8 prosenttia. Nopeuden vähentäminen 30 prosentilla laskisi polttoainekustannuksia 51 prosentilla, joka puolestaan laskisi kokonaiskustannuksia 24,8–37,0 prosentilla. Herkkyystarkastelu osoittaa, että polttoaineen hinnan kehityksellä ja aluksen polttoaineen kulutuksella on erittäin merkittävä vaikutus aluskustannuksiin.

6 Johtopäätökset

Oleellisin muutos verrattaessa alusliikenteen yksikkökustannusten kehittymistä edelliseen, vuonna 2009 tehtyyn päivitykseen on polttoainekustannusten kasvu. Tämä johtuu polttoaineen voimakkaasta hinnannoususta. Molemmissa päivityksissä on käytetty samaa metodologiaa eli hinnat on laskettu kolmen vuoden keskiarvon mukaan, joten lyhyen aikavälin hintaheilahtelujen vaikutusta on siten vähennetty. Siitä huolimatta polttoainekustannukset ovat nousseet keskimäärin 73 prosenttia edelliseen selvitykseen verrattuna. Vuoden 2009 ja 2006 selvitysten välillä polttoainekustannukset nousivat keskimäärin 75 prosenttia.

Myös muut kustannuskomponentit ovat nousseet merkittävästi, tosin erot alustyyppien välillä ovat varsin suuria. Korjaus- ja kunnossapitokustannukset ovat nousseet keskimäärin 32 prosenttia, mutta näiden suhteellinen osuus aluskustannuksista on vain 5 prosentin luokkaa. Miehituskustannukset ovat kasvaneet keskimäärin 30 prosenttia. Tässä pitää kuitenkin huomioida se, että Suomeen liikennöivien alusten kansallisuusjakaumat ovat muuttuneet. Myös halvempien lippumaiden palkkataso on noussut lähemmäs suomalaista tasoa.

Pääomamenot ovat laskeneet keskimäärin 10 prosenttia. Tämä johtuu pääasiassa pääomakustannusten laskentatavan muutoksesta eli siitä, että diskonttokorkona on tässä selvityksessä käytetty neljää prosenttia (Liikenneviraston Vesiväylähankkeiden arviointiohjeen mukaisesti) aikaisemman viiden prosentin sijaan. Matkustaja-autolauttojen osalta pääomakustannusten noin 20 prosentin lasku johtuu myös tutkimusajanjaksona tilattujen uusien alusten alhaisemmasta hinnasta edelliseen kauteen verrattuna. Matkustaja-autolautat ovat hyvin pitkälti yksilöitä, ja samankokoisten alusten hinnat vaihtelevat huomattavasti varustuksen ja sisustuksen mukaan, kun taas rahtialusten hinnat korreloivat aluskoon kanssa huomattavasti paremmin.

Kaikkia kustannustekijöitä verrattaessa edelliseen päivitykseen tulee pitää mielessä, että laskelmien pohjana käytetty otosaineisto on erilainen. Aineisto perustuu Suomeen vuonna 2013 liikennöineisiin aluksiin. Myös hankintahintojen perusteena käytetyt uusien aluksien tilaukset vaihtelevat huomattavasti vuosittain. Tätä satunnaisvaikutusta on pyritty vähentämään ottamalla mukaan myös edellisten päivityksen uushankinta-aineisto indeksikorjattuna.

Kaikkien aluskustannusten keskimääräinen nousu edelliseen päivitykseen verrattuna on ollut noin 39 prosenttia, kun kaikki alustyyppit huomioidaan. Kolmen vuoden tarkastelujakson aikana tämä merkitsee noin 12 prosentin keskimääräistä nousua kustannuksissa vuosittain. Vuosien 2006 ja 2009 välillä kustannusten keskimääräinen nousu oli 11 prosenttia vuodessa.

Lähteet

CRUISE & FERRY Info (2011). September 2011, No. 9.

CRUISE & FERRY Info (2011). November 2011, No. 11.

CRUISE & FERRY Info (2012). September 2012, No. 9.

CRUISE & FERRY Info (2012). October 2012, No. 10.

Gynther L. ym. (2012). Liikenteen päästökustannukset. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2012.

ISL Shipping Statistics and Market Review (2013). Volume 57, No. 12.

Karvonen T. (2007). Aluskustannukset 2006, täydennys. Vaihtoehtoiset laskelmat kontti- ja ro-ro-alusten osalta. Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus.

Karvonen T. ja Makkonen T. (2009). Aluskustannukset 2009. Merenkululaitoksen julkaisuja 3/2009.

Karvonen T., Solakivi T. ja Vaiste J. (2006). Aluskustannukset 2006. Merenkululaitoksen julkaisuja 1/2006.

Liikennevirasto (2011). Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. Liikenneviraston ohjeita 14/2011.

Liikennevirasto (2013). Vesiväylähankkeiden arviointiohje. Liikenneviraston ohjeita 14/2013.

Mäkelä K., Järvi T., Auvinen H., Tuominen A. ja Pääkkönen E. (2012). Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 2012. Teknologian tutkimuskeskus. VTT-R-06357-13.

Shippax CFI (2013). April 2013, No. 4.

Shippax CFI (2013). November 2013, No. 11.

Stopford M. (2009). Maritime Economics. 3rd Edition. Routledge, Taylor & Francis Group, London and New York.

Sulpice G. (2011). Study on EU seafarers employment. Final report. European Commission

Elektroniset lähteet

Bunker Index (2014). North Europe Regional Prices.
<http://www.bunkerindex.com/prices/neurope.php> (luettu 15.4.2014).

Kuntaliitto (2014). Kuntien vuoden 2014 veroprosentit.
<http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/kuntatalous/veroprosentit/tuloveroprosentit-kiinteistoveroprosentit/Sivut/default.aspx> (luettu 17.4.2014).

Suomen pankki (2014). Valuuttakurssit vuodesta 2013.
http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/valuuttakurssit/Pages/tilastot_valuuttakurssit_valuuttakurssit_short_fi.aspx (luettu 6.5.2014).

Tilastokeskus (2014). Kuluttajahintaindeksi 2005.
http://www.stat.fi/til/khi/2012/06/khi_2012_06_2012-07-13_tau_005_fi.html (luettu 6.5.2014).

Tilastokeskus (2014). Kuluttajahintaindeksi 2010.
http://www.stat.fi/til/khi/2012/06/khi_2012_06_2012-07-13_tau_001_fi.html (luettu 6.5.2014).

Vero (2014). Valtion tuloveroasteikko 2014. http://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Henkiloasiakkaan_tuloverotus/Valtion_tuloveroasteikko_2014%2830521%29 (luettu 8.5.2014).

Verohallinto (2014). Viran puolesta tehtävät vähennykset verovuonna 2013.
http://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Henkiloasiakkaan_tuloverotus/Vahennykset_ansiotuloista_ja_verosta/Viran_puolesta_tehtavat_vahennykset_vero%2826313%29 (luettu 6.5.2014).

Veronmaksajien Keskusliitto ry (2014). Ansiotuloista tehtävät vähennykset 2013.
<https://www.veronmaksajat.fi/Palkka-ja-elake/Verovahennykset/Ansiotuloista-tehtavat-vahennykset2013/> (luettu 6.5.2014).

Tilastot

Liikennevirasto (2010). Ulkomaan meriliikennetilasto 2009. Liikenneviraston tilastoja 5/2010.

Liikennevirasto (2011). Ulkomaan meriliikennetilasto 2010. Liikenneviraston tilastoja 2/2011.

Liikennevirasto (2012). Ulkomaan meriliikennetilasto 2011. Liikenneviraston tilastoja 5/2012.

Liikennevirasto (2013). Ulkomaan meriliikennetilasto 2012. Liikenneviraston tilastoja 7/2013.

Liikennevirasto (2014). Ulkomaan meriliikenteen kuukausitilasto. Joulukuu 2013.

Liikennevirasto (2014). Ulkomaanliikenteessä Suomeen vuonna 2013 saapuneet alukset -tietokanta.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (2013). Kauppalaivastotilasto 2012. Trafin julkaisu 13/2013.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (2014). Suomalaisten alusten miehitystodistuksia.

Merenkululaitos (2004). Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 2003. Merenkululaitoksen tilastoja 5/2004.

Merenkululaitos (2005). Ulkomaan meriliikennetilasto 2004. Merenkululaitoksen tilastoja 4/2005.

Merenkululaitos (2006). Ulkomaan meriliikennetilasto 2005. Merenkululaitoksen tilastoja 3/2006.

Merenkululaitos (2007). Ulkomaan meriliikennetilasto 2006. Merenkululaitoksen tilastoja 3/2007.

Merenkululaitos (2008). Ulkomaan meriliikennetilasto 2007. Merenkululaitoksen tilastoja 5/2008.

Merenkululaitos (2009). Ulkomaan meriliikennetilasto 2008. Merenkululaitoksen tilastoja 5/2009.

Merimieseläkekassa (2014). Keskikuukausipalkkatilasto vuonna 2013.

Svensk Sjöfarts Tidning / The Scandinavian Shipping Gazette. Vuosikerrat 2004–2008.

Kirjalliset ja suulliset tiedonannot

Jussila Ville, controller, Meriaura Oy. Kirjallinen tiedonanto 16.4.2014.

Koskinen Matti-Mikael, toimitusjohtaja, ESL Shipping Oy. Kirjallinen tiedonanto 1.4.2014.

Aluskustannukset alustyyppi luokittain vuoden 2013 hintatasolla

Konttialukset

Syväys m	NT	DWT	Lasti TEU	Hinta €	Annuiteetti €/vuosi	Pääomameno €/vrk (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
6	2 255	2 061	157	13 625 216	956 811	2 621
7	3 306	5 276	400	16 301 282	1 144 734	3 136
8	4 557	9 975	755	20 206 282	1 418 957	3 888
9	6 009	16 158	1 222	25 340 218	1 779 481	4 875
10	7 662	23 825	1 801	31 703 088	2 226 304	6 099
11	9 515	32 976	2 491	39 294 893	2 759 428	7 560
12	11 568	43 612	3 293	48 115 633	3 378 852	9 257
13	13 822	55 731	4 206	58 165 308	4 084 576	11 191
14	16 276	69 334	5 232	69 443 918	4 876 600	13 361

Syväys m	Miehitys- kustannus €/vrk	Korjaus + kunnossapito €/vrk (2%*E/365)	Vakuutukset €/vrk (1,25%*E/365)	Yleiskustannus €/vrk (8%*(G+H+I+J))	Polttoaine- kustannus €/ajovrk	Polttoaine- kustannus €/satamavrk
A	H	I	J	K	L	M
6	1 927	747	467	461	3 085	1 119
7	2 166	893	558	540	7 338	1 663
8	2 405	1 107	692	647	13 406	2 439
9	2 643	1 389	868	782	21 288	3 448
10	2 882	1 737	1 086	944	30 984	4 688
11	3 121	2 153	1 346	1 134	42 495	6 160
12	3 360	2 636	1 648	1 352	55 821	7 864
13	3 598	3 187	1 992	1 597	70 960	9 801
14	3 837	3 805	2 378	1 870	87 915	11 969

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk (G+H+I+J+K+L)	Alus- kustannukset €/satamavrk (G+H+I+J+K+M)	Kiinteät kustannukset €/vrk (G+H+I+J+K)	Alus- kustannukset €/TEU/ajovrk (N/D)	Alus- kustannukset €/TEU/satamavrk (O/D)
A	N	O	P	Q	R
6	9 308	7 342	6 223	59,21	46,70
7	14 632	8 957	7 294	36,54	22,37
8	22 144	11 178	8 739	29,31	14,80
9	31 845	14 004	10 557	26,06	11,46
10	43 733	17 436	12 749	24,29	9,68
11	57 809	21 474	15 314	23,21	8,62
12	74 074	26 117	18 253	22,50	7,93
13	92 526	31 366	21 565	22,00	7,46
14	113 166	37 221	25 251	21,63	7,11

Syväys m	Pituus m	Leveys m	Koneteho kW	Nopeus solmua	Nopeus km/h
A	S	T	U	V	W
6	109,2	16,8	1 578	11,7	21,7
7	123,2	19,0	3 753	14,4	26,7
8	138,1	21,1	6 855	16,5	30,6
9	153,8	23,3	10 886	18,4	34,1
10	170,3	25,5	15 845	20,1	37,3
11	187,7	27,6	21 731	21,8	40,4
12	205,9	29,8	28 545	23,4	43,4
13	225,0	32,0	36 287	25,0	46,3
14	244,9	34,1	44 957	26,5	49,1

Konventionaaliset kuivalastialukset

Syväys m	NT	DWT	Lasti Tonnia	Hinta €	Annuiteetti €/vuosi	Pääomamenot €/vrk (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
4	698	1 996	1 876	18 048 213	1 267 410	3 472
5	1 290	3 639	3 421	19 691 106	1 382 780	3 788
6	2 063	5 772	5 425	21 823 593	1 532 531	4 199
7	3 016	8 394	7 890	24 445 675	1 716 663	4 703
8	4 150	11 505	10 815	27 557 351	1 935 176	5 302
9	5 464	15 107	14 200	31 158 622	2 188 070	5 995
10	6 959	19 197	18 046	35 249 488	2 475 345	6 782
11	8 634	23 778	22 351	39 829 948	2 797 001	7 663
12	10 490	28 848	27 117	44 900 003	3 153 039	8 638

Syväys m	Miehitys- kustannus €/vrk	Korjaus + kunnossapito €/vrk (2%*E/365)	Vakuutukset €/vrk (1,25%*E/365)	Yleiskustannus €/vrk (8%*(G+H+I+J))	Polttoaine- kustannus €/ajovrk	Polttoaine- kustannus €/satamavrk
A	H	I	J	K	L	M
4	1 444	989	618	522	2 278	1 016
5	1 695	1 079	674	579	3 668	1 194
6	1 945	1 196	747	647	5 388	1 414
7	2 196	1 339	837	726	7 439	1 676
8	2 446	1 510	944	816	9 819	1 981
9	2 697	1 707	1 067	917	12 528	2 327
10	2 947	1 931	1 207	1 029	15 568	2 716
11	3 198	2 182	1 364	1 153	18 938	3 147
12	3 448	2 460	1 538	1 287	22 637	3 620

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk (G+H+I+J+K+L)	Alus- kustannukset €/satamavrk (G+H+I+J+K+M)	Kiinteät kustannukset €/vrk (G+H+I+J+K)	Alus- kustannukset €/T/ajovrk (ND)	Alus- kustannukset €/T/satamavrk (O/D)
A	N	O	P	Q	R
4	9 323	8 061	7 045	4,97	4,30
5	11 483	9 009	7 815	3,36	2,63
6	14 122	10 148	8 734	2,60	1,87
7	17 240	11 478	9 801	2,19	1,45
8	20 836	12 998	11 018	1,93	1,20
9	24 911	14 710	12 383	1,75	1,04
10	29 465	16 613	13 897	1,63	0,92
11	34 497	18 707	15 560	1,54	0,84
12	40 008	20 991	17 371	1,48	0,77

Syväys m	Pituus m	Leveys m	Koneteho kW	Nopeus solmua	Nopeus km/h
A	S	T	U	V	W
4	83,1	12,2	1 165	12,1	22,4
5	93,1	13,7	1 876	12,6	23,4
6	103,1	15,3	2 756	13,3	24,6
7	113,1	16,9	3 804	14,0	25,9
8	123,2	18,4	5 021	14,8	27,4
9	133,2	20,0	6 407	15,5	28,8
10	143,2	21,5	7 961	16,3	30,3
11	153,2	23,1	9 684	17,1	31,8
12	163,2	24,7	11 576	18,0	33,3

Kuivabulk-alukset

Syväys m	NT	DWT	Lasti Tonnia	Hinta €	Annuiteetti €/vuosi	Pääomamenot €/vrk (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
8	5 005	14 966	13 918	13 940 682	978 965	2 682
9	7 388	22 164	20 613	16 100 308	1 130 621	3 098
10	10 234	30 772	28 618	18 682 653	1 311 963	3 594
11	13 543	40 789	37 934	21 687 716	1 522 989	4 173
12	17 314	52 215	48 560	25 115 498	1 763 700	4 832
13	21 548	65 050	60 496	28 965 998	2 034 096	5 573
14	26 244	79 294	73 743	33 239 216	2 334 177	6 395
15	31 403	94 947	88 301	37 935 153	2 663 942	7 298
16	37 025	112 009	104 169	43 053 809	3 023 392	8 283

Syväys m	Miehitys- kustannus €/vrk	Korjaus + kunnossapito €/vrk (2%*E/365)	Vakuutukset €/vrk (1,25%*E/365)	Yleiskustannus €/vrk (8%*(G+H+J))	Polttoaine- kustannus €/ajovrk	Polttoaine- kustannus €/satamavrk
A	H	I	J	K	L	M
8	2 601	764	477	522	9 743	1 971
9	2 791	882	551	586	11 711	2 223
10	2 980	1 024	640	659	13 680	2 474
11	3 170	1 188	743	742	15 648	2 726
12	3 360	1 376	860	834	17 617	2 978
13	3 550	1 587	992	936	19 586	3 230
14	3 739	1 821	1 138	1 048	21 554	3 482
15	3 929	2 079	1 299	1 168	23 523	3 733
16	4 119	2 359	1 474	1 299	25 491	3 985

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk (G+H+J+K+L)	Alus- kustannukset €/satamavrk (G+H+J+K+M)	Kiinteät kustannukset €/vrk (G+H+J+K)	Alus- kustannukset €/T/ajovrk (N/D)	Alus- kustannukset €/T/satamavrk (O/D)
A	N	O	P	Q	R
8	16 789	9 017	7 046	1,21	0,65
9	19 619	10 130	7 908	0,95	0,49
10	22 577	11 372	8 897	0,79	0,40
11	25 664	12 742	10 016	0,68	0,34
12	28 879	14 240	11 262	0,59	0,29
13	32 223	15 868	12 638	0,53	0,26
14	35 696	17 623	14 141	0,48	0,24
15	39 296	19 507	15 774	0,45	0,22
16	43 026	21 519	17 534	0,41	0,21

Syväys m	Pituus m	Leveys m	Koneteho kW	Nopeus solmua	Nopeus km/h
A	S	T	U	V	W
8	133,2	20,3	4 982	12,4	23,0
9	149,3	22,8	5 989	13,4	24,8
10	165,5	25,2	6 995	14,2	26,2
11	181,6	27,6	8 002	14,8	27,5
12	197,7	30,0	9 009	15,5	28,6
13	213,8	32,4	10 016	16,0	29,6
14	229,9	34,9	11 022	16,5	30,5
15	246,0	37,3	12 029	17,0	31,4
16	262,1	39,7	13 036	17,4	32,2

Säiliöalukset

Syväys m	NT	DWT	Lasti Tonnia	Hinta €	Annuiteetti €/vuosi	Pääomamenot €/vrk (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
6	994	3 215	3 022	22 833 496	1 603 450	4 393
7	2 048	6 773	6 366	23 737 290	1 666 917	4 567
8	3 478	11 642	10 943	24 974 008	1 753 764	4 805
9	5 284	17 821	16 752	26 543 648	1 863 990	5 107
10	7 467	25 312	23 793	28 446 211	1 997 595	5 473
11	10 026	34 113	32 066	30 681 697	2 154 578	5 903
12	12 962	44 225	41 571	33 250 106	2 334 941	6 397
13	16 275	55 647	52 309	36 151 438	2 538 683	6 955
14	19 963	68 381	64 278	39 385 693	2 765 804	7 578
15	24 029	82 425	77 479	42 952 871	3 016 304	8 264
16	28 470	97 779	91 913	46 852 971	3 290 183	9 014

Syväys m	Miehitys- kustannus €/vrk	Korjaus + kunnossapito €/vrk (2%*E/365)	Vakuutukset €/vrk (1,25%*E/365)	Yleiskustannus €/vrk (8%*(G+H+J))	Polttoaine- kustannus €/ajovrk	Polttoaine- kustannus €/satamavrk
A	H	I	J	K	L	M
6	3 022	1 251	782	756	5 761	1 462
7	3 062	1 301	813	779	7 533	1 688
8	3 102	1 368	855	810	9 543	1 945
9	3 142	1 454	909	849	11 790	2 233
10	3 182	1 559	974	895	14 274	2 551
11	3 222	1 681	1 051	949	16 996	2 899
12	3 263	1 822	1 139	1 010	19 955	3 277
13	3 303	1 981	1 238	1 078	23 151	3 686
14	3 343	2 158	1 349	1 154	26 585	4 125
15	3 383	2 354	1 471	1 238	30 256	4 595
16	3 423	2 567	1 605	1 329	34 164	5 095

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk (G+H+J+K+L)	Alus- kustannukset €/satamavrk (G+H+J+K+M)	Kiinteät kustannukset €/vrk (G+H+J+K)	Alus- kustannukset €/T/ajovrk (N/D)	Alus- kustannukset €/T/satamavrk (O/D)
A	N	O	P	Q	R
6	15 965	11 666	10 204	5,28	3,86
7	18 055	12 210	10 522	2,84	1,92
8	20 484	12 887	10 941	1,87	1,18
9	23 252	13 694	11 462	1,39	0,82
10	26 357	14 634	12 083	1,11	0,62
11	29 802	15 705	12 806	0,93	0,49
12	33 585	16 907	13 630	0,81	0,41
13	37 706	18 241	14 555	0,72	0,35
14	42 166	19 706	15 581	0,66	0,31
15	46 965	21 304	16 709	0,61	0,27
16	52 102	23 032	17 938	0,57	0,25

Syväys m	Pituus m	Leveys m	Koneteho kW	Nopeus solmua	Nopeus km/h
A	S	T	U	V	W
6	99,2	15,0	2 946	13,8	25,6
7	114,3	17,4	3 852	14,0	25,9
8	129,3	19,9	4 880	14,1	26,2
9	144,4	22,4	6 029	14,3	26,6
10	159,4	24,9	7 299	14,6	27,0
11	174,5	27,4	8 691	14,8	27,4
12	189,5	29,8	10 204	15,0	27,8
13	204,6	32,3	11 839	15,2	28,2
14	219,6	34,8	13 595	15,5	28,7
15	234,7	37,3	15 472	15,7	29,1
16	249,7	39,8	17 471	16,0	29,6

Ro-ro-alukset

Syväys m	NT	DWT	Lasti Tonnia	Hinta €	Annuiteetti €/vuosi	Pääomamenot €/vrk (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
5	3 134	2 574	2 213	28 954 736	2 033 305	5 571
6	4 225	5 131	4 413	31 512 287	2 212 905	6 063
7	5 479	8 563	7 364	34 943 541	2 453 860	6 723
8	6 895	12 867	11 066	39 248 499	2 756 170	7 551
9	8 473	18 046	15 520	44 427 161	3 119 834	8 547
10	10 215	24 099	20 725	50 479 526	3 544 853	9 712

Syväys m	Miehitys- kustannus €/vrk	Korjaus + kunnossapito €/vrk (2%*E/365)	Vakuutukset €/vrk (1,25%*E/365)	Yleiskustannus €/vrk (8%*(G+H+I+J))	Polttoaine- kustannus €/ajovrk	Polttoaine- kustannus €/satamavrk
A	H	I	J	K	L	M
5	2 323	1 587	992	838	14 066	2 524
6	2 553	1 727	1 079	914	19 295	3 193
7	2 782	1 915	1 197	1 009	25 348	3 967
8	3 012	2 151	1 344	1 125	32 227	4 847
9	3 242	2 434	1 521	1 260	39 930	5 832
10	3 471	2 766	1 729	1 414	48 457	6 923

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk (G+H+I+J+K+L)	Alus- kustannukset €/satamavrk (G+H+I+J+K+M)	Kiinteät kustannukset €/vrk (G+H+I+J+K)	Alus- kustannukset €/T/ajovrk (N/D)	Alus- kustannukset €/T/satamavrk (O/D)
A	N	O	P	Q	R
5	25 376	13 834	11 310	11,46	6,25
6	31 630	15 528	12 335	7,17	3,52
7	38 975	17 593	13 626	5,29	2,39
8	47 409	20 029	15 183	4,28	1,81
9	56 934	22 837	17 005	3,67	1,47
10	67 550	26 015	19 092	3,26	1,26

Syväys m	Pituus m	Leveys m	Koneteho kW	Nopeus solmua	Nopeus km/h
A	S	T	U	V	W
5	106,3	16,6	7 193	18,4	34,2
6	127,3	19,8	9 867	20,5	37,9
7	148,3	22,9	12 963	22,4	41,4
8	169,4	26,1	16 480	24,2	44,8
9	190,4	29,2	20 419	26,0	48,1
10	211,4	32,4	24 780	27,7	51,3

Matkustaja-autolautat

Syväys m	NT	DWT	Lasti Tonnia	Hinta €	Annuiteetti €/vuosi	Pääomamenot €/vrk (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
4	925	3 959		83 106 121	5 836 009	15 989
5	5 551	4 439		90 307 361	6 341 706	17 375
6	14 063	4 946		97 920 634	6 876 337	18 839
7	26 463	5 481		105 945 939	7 439 903	20 383
8	42 751	6 044		114 383 278	8 032 403	22 007
9	62 926	6 634		123 232 651	8 653 837	23 709

Syväys m	Miehitys- kustannus €/vrk	Korjaus + kunnossapito €/vrk (2%*E/365)	Vakuutukset €/vrk (1,25%*E/365)	Yleiskustannus €/vrk (8%*(G+H+J))	Polttoaine- kustannus €/ajovrk	Polttoaine- kustannus €/satamavrk
A	H	I	J	K	L	M
4	2 807	4 554	2 846	2 096	8 611	1 238
5	3 402	4 948	3 093	2 305	22 657	3 256
6	3 996	5 366	3 353	2 524	43 367	6 232
7	4 590	5 805	3 628	2 753	70 742	10 166
8	5 184	6 268	3 917	2 990	104 782	15 058
9	5 778	6 752	4 220	3 237	145 486	20 908

Syväys m	Alus- kustannukset €/ajovrk (G+H+I+J+K+L)	Alus- kustannukset €/satamavrk (G+H+I+J+K+M)	Kiinteät kustannukset €/vrk (G+H+I+J+K)	Alus- kustannukset €/T/ajovrk (N/D)	Alus- kustannukset €/T/satamavrk (O/D)
A	N	O	P	Q	R
4	36 903	29 530	28 292		
5	53 779	34 379	31 122		
6	77 445	40 311	34 078		
7	107 901	47 325	37 159		
8	145 147	55 423	40 365		
9	189 182	64 604	43 696		

Syväys m	Pituus m	Leveys m	Koneteho kW	Nopeus solmua	Nopeus km/h
A	S	T	U	V	W
4	112,5	15,4	4 404	25,3	46,9
5	139,1	20,5	11 586	21,4	39,6
6	165,7	25,6	22 177	21,7	40,2
7	192,3	30,7	36 176	23,0	42,6
8	218,9	35,8	53 583	24,6	45,7
9	245,5	40,9	74 397	26,5	49,1

Ship costs by vessel types (price level 2013)

Container vessels

Draught m	NT	DWT	Cargo capacity TEU	Price €	Annuity €/year	Capital costs €/day (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
6	2 255	2 061	157	13 625 216	956 811	2 621
7	3 306	5 276	400	16 301 282	1 144 734	3 136
8	4 557	9 975	755	20 206 282	1 418 957	3 888
9	6 009	16 158	1 222	25 340 218	1 779 481	4 875
10	7 662	23 825	1 801	31 703 088	2 226 304	6 099
11	9 515	32 976	2 491	39 294 893	2 759 428	7 560
12	11 568	43 612	3 293	48 115 633	3 378 852	9 257
13	13 822	55 731	4 206	58 165 308	4 084 576	11 191
14	16 276	69 334	5 232	69 443 918	4 876 600	13 361

Draught m	Manning costs €/day	Repairs + maintenance €/day (2%*E/365)	Insurance €/day (1,25%*D/365)	Over head cost €/day (8%*(G+H+I+J))	Fuel cost €/sea day	Fuel cost €/port day
A	H	I	J	K	L	M
6	1 927	747	467	461	3 085	1 119
7	2 166	893	558	540	7 338	1 663
8	2 405	1 107	692	647	13 406	2 439
9	2 643	1 389	868	782	21 288	3 448
10	2 882	1 737	1 086	944	30 984	4 688
11	3 121	2 153	1 346	1 134	42 495	6 160
12	3 360	2 636	1 648	1 352	55 821	7 864
13	3 598	3 187	1 992	1 597	70 960	9 801
14	3 837	3 805	2 378	1 870	87 915	11 969

Draught m	Ship operating costs €/sea day (G+H+I+J+K+L)	Ship operating costs €/port day (G+H+I+J+K+M)	Fixed costs €/day (G+H+I+J+K)	Ship operating costs €/TEU/sea day (N/D)	Ship operating costs €/TEU/port day (O/D)
A	N	O	P	Q	R
6	9 308	7 342	6 223	59,21	46,70
7	14 632	8 957	7 294	36,54	22,37
8	22 144	11 178	8 739	29,31	14,80
9	31 845	14 004	10 557	26,06	11,46
10	43 733	17 436	12 749	24,29	9,68
11	57 809	21 474	15 314	23,21	8,62
12	74 074	26 117	18 253	22,50	7,93
13	92 526	31 366	21 565	22,00	7,46
14	113 166	37 221	25 251	21,63	7,11

Draught m	Length m	Beam m	Engine power kW	Speed kn	Speed km/h
A	S	T	U	V	W
6	109,2	16,8	1 578	11,7	21,7
7	123,2	19,0	3 753	14,4	26,7
8	138,1	21,1	6 855	16,5	30,6
9	153,8	23,3	10 886	18,4	34,1
10	170,3	25,5	15 845	20,1	37,3
11	187,7	27,6	21 731	21,8	40,4
12	205,9	29,8	28 545	23,4	43,4
13	225,0	32,0	36 287	25,0	46,3
14	244,9	34,1	44 957	26,5	49,1

Conventional dry cargo vessels

Draught m	NT	DWT	Cargo capacity tonnes	Price €	Annuity €/year	Capital costs €/day (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
4	698	1 996	1 876	18 048 213	1 267 410	3 472
5	1 290	3 639	3 421	19 691 106	1 382 780	3 788
6	2 063	5 772	5 425	21 823 593	1 532 531	4 199
7	3 016	8 394	7 890	24 445 675	1 716 663	4 703
8	4 150	11 505	10 815	27 557 351	1 935 176	5 302
9	5 464	15 107	14 200	31 158 622	2 188 070	5 995
10	6 959	19 197	18 046	35 249 488	2 475 345	6 782
11	8 634	23 778	22 351	39 829 948	2 797 001	7 663
12	10 490	28 848	27 117	44 900 003	3 153 039	8 638

Draught m	Manning costs €/day	Repairs + maintenance €/day (2%*E/365)	Insurance €/day (1,25%*D/365)	Over head cost €/day (8%*(G+H+I+J))	Fuel cost €/sea day	Fuel cost €/port day
A	H	I	J	K	L	M
4	1 444	989	618	522	2 278	1 016
5	1 695	1 079	674	579	3 668	1 194
6	1 945	1 196	747	647	5 388	1 414
7	2 196	1 339	837	726	7 439	1 676
8	2 446	1 510	944	816	9 819	1 981
9	2 697	1 707	1 067	917	12 528	2 327
10	2 947	1 931	1 207	1 029	15 568	2 716
11	3 198	2 182	1 364	1 153	18 938	3 147
12	3 448	2 460	1 538	1 287	22 637	3 620

Draught m	Ship operating costs €/sea day (G+H+I+J+K+L)	Ship operating costs €/port day (G+H+I+J+K+M)	Fixed costs €/day (G+H+I+J+K)	Ship operating costs €/t/sea day (N/D)	Ship operating costs €/t/port day (O/D)
A	N	O	P	Q	R
4	9 323	8 061	7 045	4,97	4,30
5	11 483	9 009	7 815	3,36	2,63
6	14 122	10 148	8 734	2,60	1,87
7	17 240	11 478	9 801	2,19	1,45
8	20 836	12 998	11 018	1,93	1,20
9	24 911	14 710	12 383	1,75	1,04
10	29 465	16 613	13 897	1,63	0,92
11	34 497	18 707	15 560	1,54	0,84
12	40 008	20 991	17 371	1,48	0,77

Draught m	Length m	Beam m	Engine power kW	Speed kn	Speed km/h
A	S	T	U	V	W
4	83,1	12,2	1 165	12,1	22,4
5	93,1	13,7	1 876	12,6	23,4
6	103,1	15,3	2 756	13,3	24,6
7	113,1	16,9	3 804	14,0	25,9
8	123,2	18,4	5 021	14,8	27,4
9	133,2	20,0	6 407	15,5	28,8
10	143,2	21,5	7 961	16,3	30,3
11	153,2	23,1	9 684	17,1	31,8
12	163,2	24,7	11 576	18,0	33,3

Dry bulk vessels

Draught m	NT	DWT	Cargo capacity tonnes	Price €	Annuity €/year	Capital costs €/day (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
8	5 005	14 966	13 918	13 940 682	978 965	2 682
9	7 388	22 164	20 613	16 100 308	1 130 621	3 098
10	10 234	30 772	28 618	18 682 653	1 311 963	3 594
11	13 543	40 789	37 934	21 687 716	1 522 989	4 173
12	17 314	52 215	48 560	25 115 498	1 763 700	4 832
13	21 548	65 050	60 496	28 965 998	2 034 096	5 573
14	26 244	79 294	73 743	33 239 216	2 334 177	6 395
15	31 403	94 947	88 301	37 935 153	2 663 942	7 298
16	37 025	112 009	104 169	43 053 809	3 023 392	8 283

Draught m	Manning costs €/day	Repairs + maintenance €/day (2%*E/365)	Insurance €/day (1,25%*D/365)	Over head cost €/day (8%*(G+H+I+J))	Fuel cost €/sea day	Fuel cost €/port day
A	H	I	J	K	L	M
8	2 601	764	477	522	9 743	1 971
9	2 791	882	551	586	11 711	2 223
10	2 980	1 024	640	659	13 680	2 474
11	3 170	1 188	743	742	15 648	2 726
12	3 360	1 376	860	834	17 617	2 978
13	3 550	1 587	992	936	19 586	3 230
14	3 739	1 821	1 138	1 048	21 554	3 482
15	3 929	2 079	1 299	1 168	23 523	3 733
16	4 119	2 359	1 474	1 299	25 491	3 985

Draught m	Ship operating costs €/sea day (G+H+I+J+K+L)	Ship operating costs €/port day (G+H+I+J+K+M)	Fixed costs €/day (G+H+I+J+K)	Ship operating costs €/t/sea day (N/D)	Ship operating costs €/t/port day (O/D)
A	M	N	O	P	Q
8	16 789	9 017	7 046	1,21	0,65
9	19 619	10 130	7 908	0,95	0,49
10	22 577	11 372	8 897	0,79	0,40
11	25 664	12 742	10 016	0,68	0,34
12	28 879	14 240	11 262	0,59	0,29
13	32 223	15 868	12 638	0,53	0,26
14	35 696	17 623	14 141	0,48	0,24
15	39 296	19 507	15 774	0,45	0,22
16	43 026	21 519	17 534	0,41	0,21

Draught m	Length m	Beam m	Engine power kW	Speed kn	Speed km/h
A	S	T	U	V	W
8	133,2	20,3	4 982	12,4	23,0
9	149,3	22,8	5 989	13,4	24,8
10	165,5	25,2	6 995	14,2	26,2
11	181,6	27,6	8 002	14,8	27,5
12	197,7	30,0	9 009	15,5	28,6
13	213,8	32,4	10 016	16,0	29,6
14	229,9	34,9	11 022	16,5	30,5
15	246,0	37,3	12 029	17,0	31,4
16	262,1	39,7	13 036	17,4	32,2

Tankers

Draught m	NT	DWT	Cargo capacity tonnes	Price €	Annuity €/year	Capital costs €/day (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
6	994	3 215	3 022	22 833 496	1 603 450	4 393
7	2 048	6 773	6 366	23 737 290	1 666 917	4 567
8	3 478	11 642	10 943	24 974 008	1 753 764	4 805
9	5 284	17 821	16 752	26 543 648	1 863 990	5 107
10	7 467	25 312	23 793	28 446 211	1 997 595	5 473
11	10 026	34 113	32 066	30 681 697	2 154 578	5 903
12	12 962	44 225	41 571	33 250 106	2 334 941	6 397
13	16 275	55 647	52 309	36 151 438	2 538 683	6 955
14	19 963	68 381	64 278	39 385 693	2 765 804	7 578
15	24 029	82 425	77 479	42 952 871	3 016 304	8 264
16	28 470	97 779	91 913	46 852 971	3 290 183	9 014

Draught m	Manning costs €/day	Repairs + maintenance €/day (2%*E/365)	Insurance €/day (1,25%*D/365)	Over head cost €/day (8%*(G+H+I+J))	Fuel cost €/sea day	Fuel cost €/port day
A	H	I	J	K	L	M
6	3 022	1 251	782	756	5 761	1 462
7	3 062	1 301	813	779	7 533	1 688
8	3 102	1 368	855	810	9 543	1 945
9	3 142	1 454	909	849	11 790	2 233
10	3 182	1 559	974	895	14 274	2 551
11	3 222	1 681	1 051	949	16 996	2 899
12	3 263	1 822	1 139	1 010	19 955	3 277
13	3 303	1 981	1 238	1 078	23 151	3 686
14	3 343	2 158	1 349	1 154	26 585	4 125
15	3 383	2 354	1 471	1 238	30 256	4 595
16	3 423	2 567	1 605	1 329	34 164	5 095

Draught m	Ship operating costs €/sea day (G+H+I+J+K+L)	Ship operating costs €/port day (G+H+I+J+K+M)	Fixed costs €/day (G+H+I+J+K)	Ship operating costs €/t/sea day (N/D)	Ship operating costs €/t/port day (O/D)
A	M	N	O	P	Q
6	15 965	11 666	10 204	5,28	3,86
7	18 055	12 210	10 522	2,84	1,92
8	20 484	12 887	10 941	1,87	1,18
9	23 252	13 694	11 462	1,39	0,82
10	26 357	14 634	12 083	1,11	0,62
11	29 802	15 705	12 806	0,93	0,49
12	33 585	16 907	13 630	0,81	0,41
13	37 706	18 241	14 555	0,72	0,35
14	42 166	19 706	15 581	0,66	0,31
15	46 965	21 304	16 709	0,61	0,27
16	52 102	23 032	17 938	0,57	0,25

Draught m	Length m	Beam m	Engine power kW	Speed kn	Speed km/h
A	S	T	U	V	W
6	99,2	15,0	2 946	13,8	25,6
7	114,3	17,4	3 852	14,0	25,9
8	129,3	19,9	4 880	14,1	26,2
9	144,4	22,4	6 029	14,3	26,6
10	159,4	24,9	7 299	14,6	27,0
11	174,5	27,4	8 691	14,8	27,4
12	189,5	29,8	10 204	15,0	27,8
13	204,6	32,3	11 839	15,2	28,2
14	219,6	34,8	13 595	15,5	28,7
15	234,7	37,3	15 472	15,7	29,1
16	249,7	39,8	17 471	16,0	29,6

Ro-ro vessels

Draught m	NT	DWT	Cargo capacity tonnes	Price €	Annuity €/year	Capital costs €/day (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
5	3 134	2 574	2 213	28 954 736	2 033 305	5 571
6	4 225	5 131	4 413	31 512 287	2 212 905	6 063
7	5 479	8 563	7 364	34 943 541	2 453 860	6 723
8	6 895	12 867	11 066	39 248 499	2 756 170	7 551
9	8 473	18 046	15 520	44 427 161	3 119 834	8 547
10	10 215	24 099	20 725	50 479 526	3 544 853	9 712

Draught m	Manning costs €/day	Repairs + maintenance €/day (2%*E/365)	Insurance €/day (1,25%*D/365)	Over head cost €/day (8%*(G+H+I+J))	Fuel cost €/sea day	Fuel cost €/port day
A	H	I	J	K	L	M
5	2 323	1 587	992	838	14 066	2 524
6	2 553	1 727	1 079	914	19 295	3 193
7	2 782	1 915	1 197	1 009	25 348	3 967
8	3 012	2 151	1 344	1 125	32 227	4 847
9	3 242	2 434	1 521	1 260	39 930	5 832
10	3 471	2 766	1 729	1 414	48 457	6 923

Draught m	Ship operating costs €/sea day (G+H+I+J+K+L)	Ship operating costs €/port day (G+H+I+J+K+M)	Fixed costs €/day (G+H+I+J+K)	Ship operating costs €/t/sea day (N/D)	Ship operating costs €/t/port day (O/D)
A	M	N	O	P	Q
5	25 376	13 834	11 310	11,46	6,25
6	31 630	15 528	12 335	7,17	3,52
7	38 975	17 593	13 626	5,29	2,39
8	47 409	20 029	15 183	4,28	1,81
9	56 934	22 837	17 005	3,67	1,47
10	67 550	26 015	19 092	3,26	1,26

Draught m	Length m	Beam m	Engine power kW	Speed kn	Speed km/h
A	S	T	U	V	W
5	106,3	16,6	7 193	18,4	34,2
6	127,3	19,8	9 867	20,5	37,9
7	148,3	22,9	12 963	22,4	41,4
8	169,4	26,1	16 480	24,2	44,8
9	190,4	29,2	20 419	26,0	48,1
10	211,4	32,4	24 780	27,7	51,3

Passenger and car ferries

Draught m	NT	DWT	Cargo capacity tonnes	Price €	Annuity €/year	Capital costs €/day (F/365)
A	B	C	D	E	F	G
4	925	3 959		83 106 121	5 836 009	15 989
5	5 551	4 439		90 307 361	6 341 706	17 375
6	14 063	4 946		97 920 634	6 876 337	18 839
7	26 463	5 481		105 945 939	7 439 903	20 383
8	42 751	6 044		114 383 278	8 032 403	22 007
9	62 926	6 634		123 232 651	8 653 837	23 709

Draught m	Manning costs €/day	Repairs + maintenance €/day (2%*E/365)	Insurance €/day (1,25%*D/365)	Over head cost €/day (8%*(G+H+I+J))	Fuel cost €/sea day	Fuel cost €/port day
A	H	I	J	K	L	M
4	2 807	4 554	2 846	2 096	8 611	1 238
5	3 402	4 948	3 093	2 305	22 657	3 256
6	3 996	5 366	3 353	2 524	43 367	6 232
7	4 590	5 805	3 628	2 753	70 742	10 166
8	5 184	6 268	3 917	2 990	104 782	15 058
9	5 778	6 752	4 220	3 237	145 486	20 908

Draught m	Ship operating costs €/sea day (G+H+I+J+K+L)	Ship operating costs €/port day (G+H+I+J+K+M)	Fixed costs €/day (G+H+I+J+K)	Ship operating costs €/t/sea day (N/D)	Ship operating costs €/t/port day (O/D)
A	M	N	O	P	Q
4	36 903	29 530	28 292		
5	53 779	34 379	31 122		
6	77 445	40 311	34 078		
7	107 901	47 325	37 159		
8	145 147	55 423	40 365		
9	189 182	64 604	43 696		

Draught m	Length m	Beam m	Engine power kW	Speed kn	Speed km/h
A	S	T	U	V	W
4	112,5	15,4	4 404	25,3	46,9
5	139,1	20,5	11 586	21,4	39,6
6	165,7	25,6	22 177	21,7	40,2
7	192,3	30,7	36 176	23,0	42,6
8	218,9	35,8	53 583	24,6	45,7
9	245,5	40,9	74 397	26,5	49,1

Herkkyystarkastelut

Kohta ”slow steaming” on laskettu amiraliteettikaavaa hyväksikäyttäen, joka kertoo kulutuksen muutoksen nopeusmuutoksen suhteen. Kun huomioidaan kuljettu matka, voidaan amiraliteettikaava kirjoittaa muotoon:

$$Y = x^2 + 2x$$

jossa

Y = polttoaineen kulutusmuutos prosentteina tietyllä matkalla

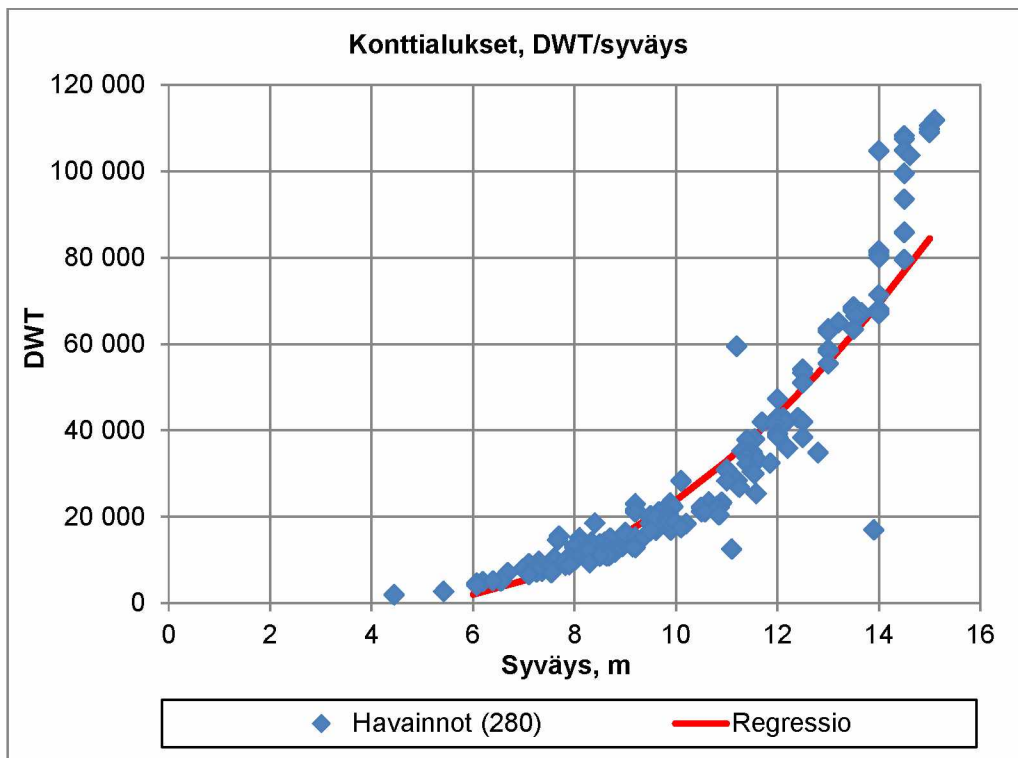
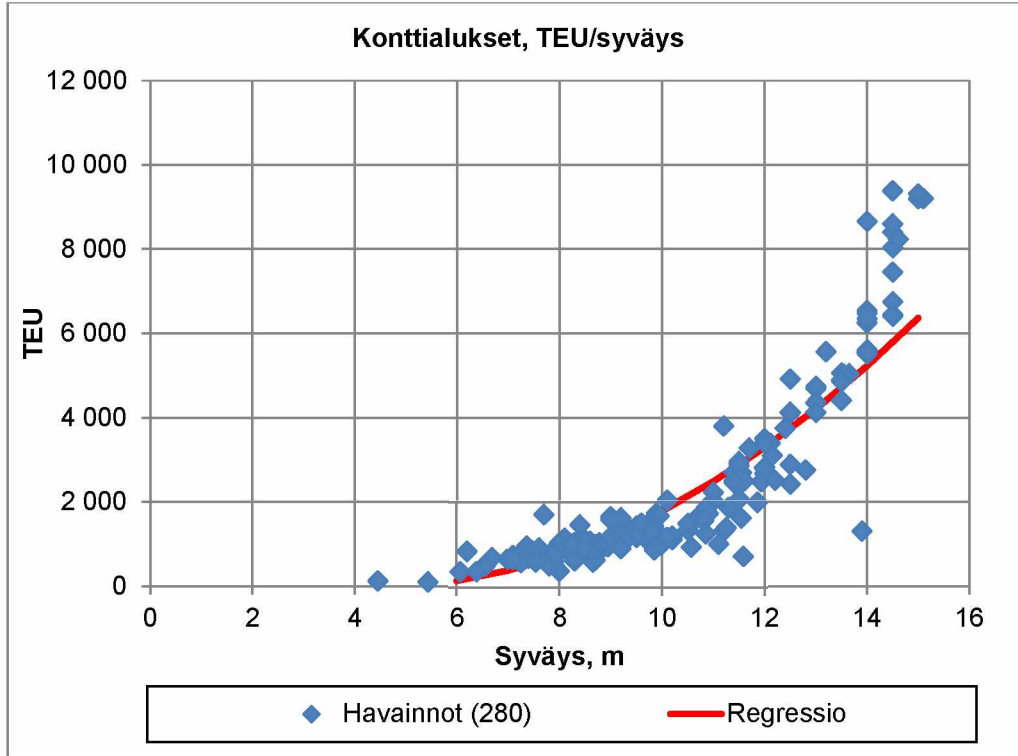
x = nopeusmuutos prosentteina

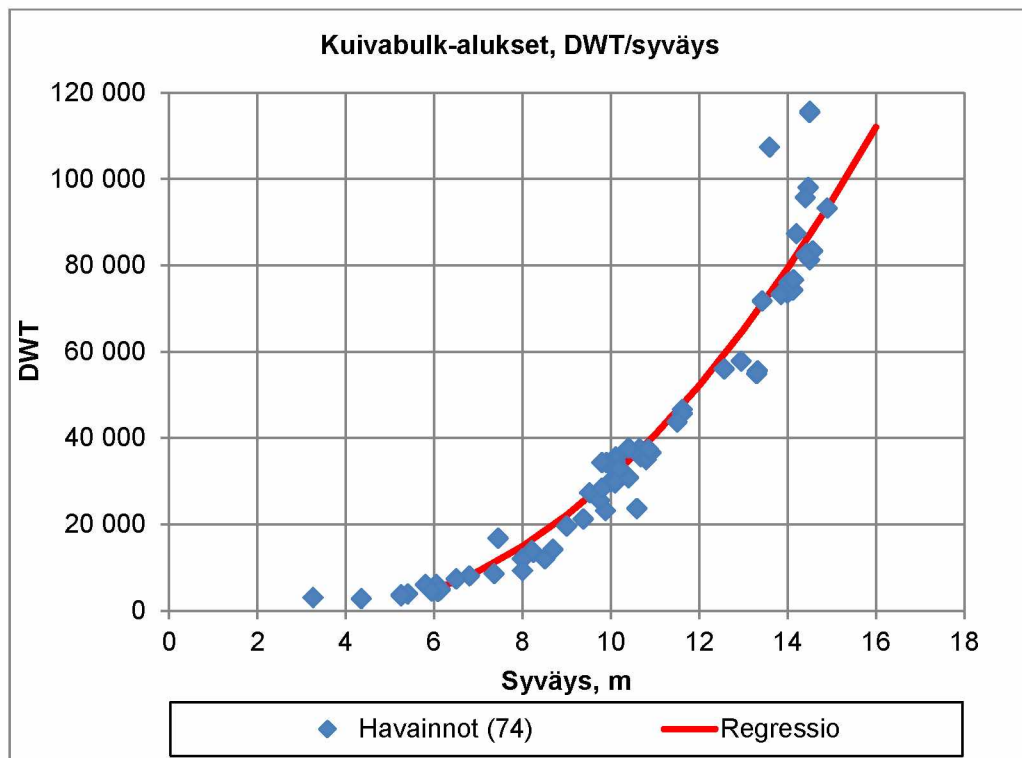
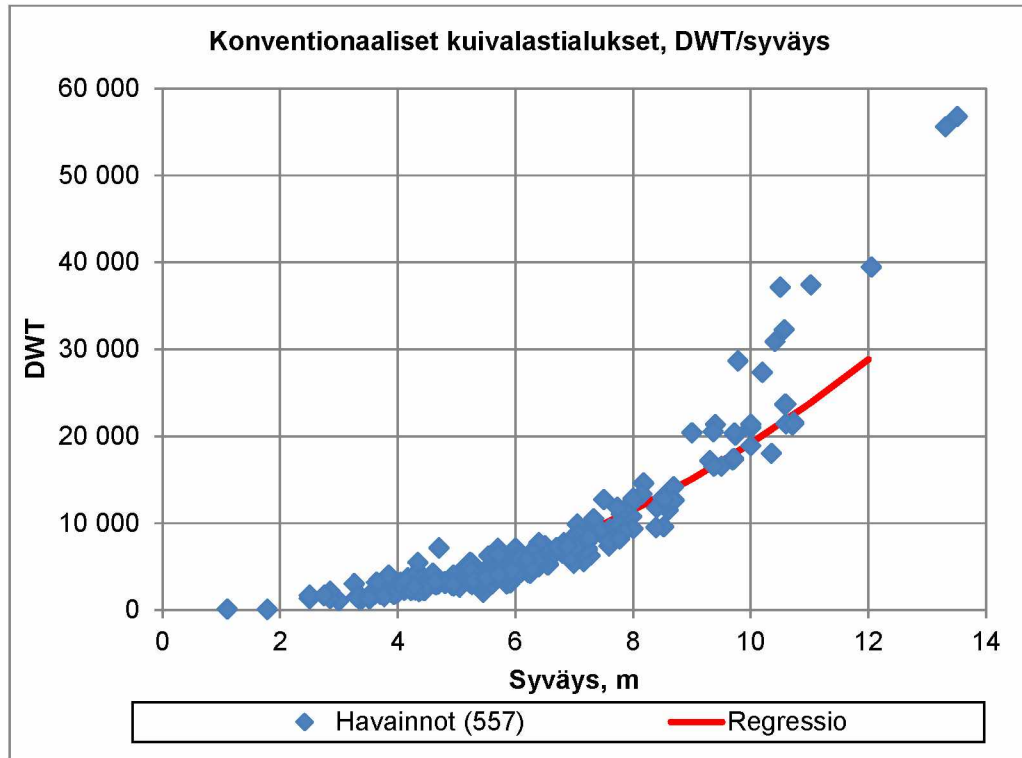
Amiraliteettikaavan osoittama kulutusmuutos yleistettynä koko laivan kulutukseen toimii ainoastaan kohtuullisen pienillä nopeudenmuutoksilla ja ajettaessa lähellä suunnittelunopeutta.

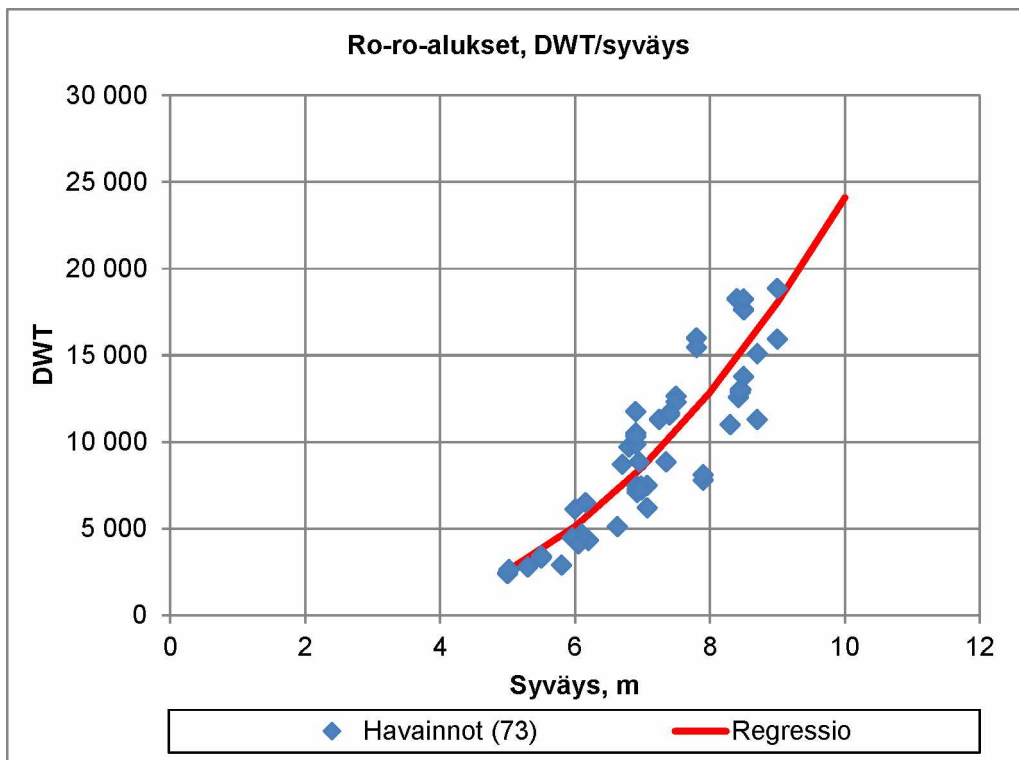
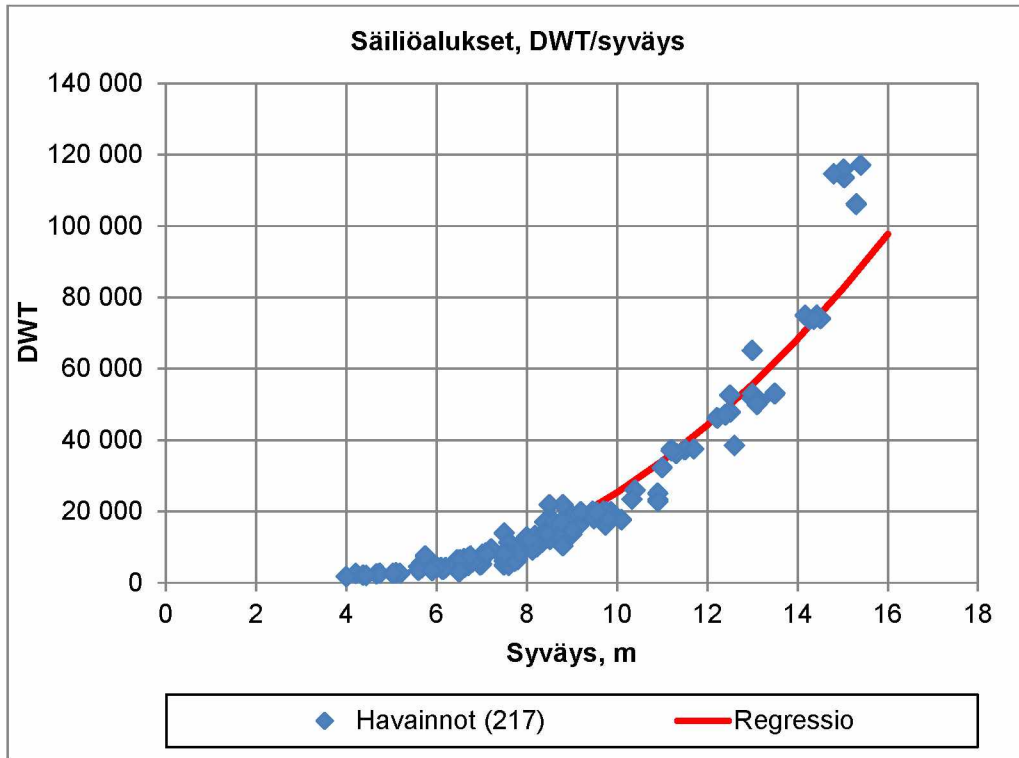
Herkkyystarkastelut alustyyppittäin syväysluokkien keskiarvoilla

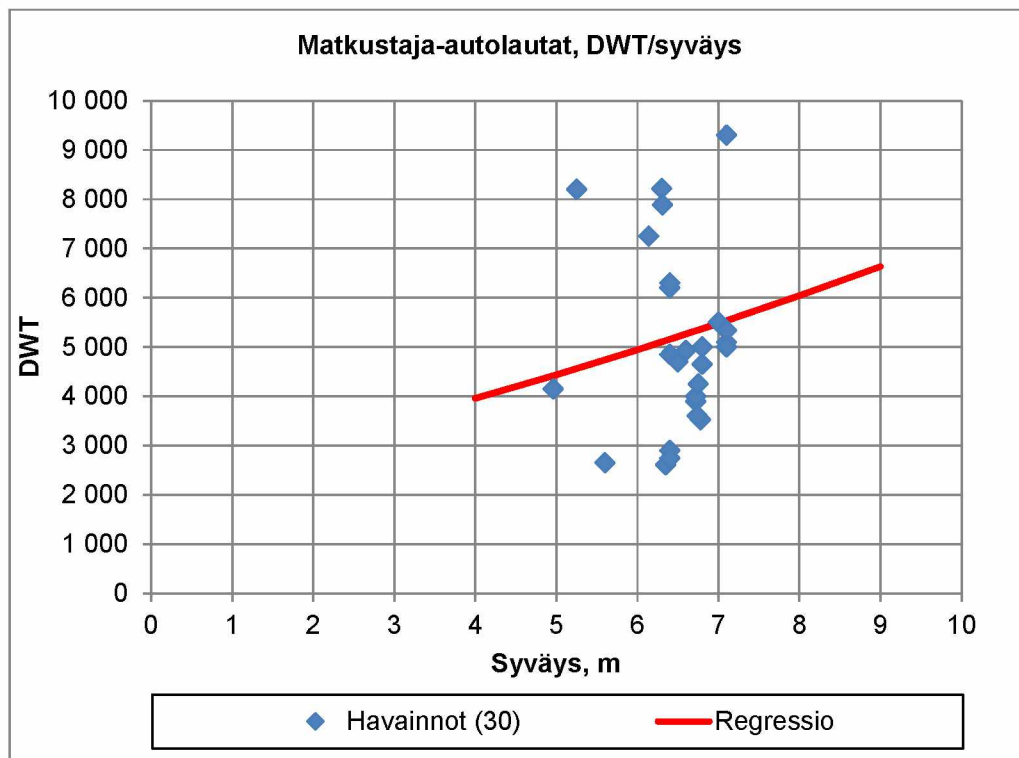
Pääomakustannukset -30 %	Pääoma- menot	-30 %	Miehitys- kustannukset	Korjaus + kunnossapito	Vakuutukset	Yleis- kustannukset	Polttoaine- kustannukset	Indeksi	Uusi indeksi	Erotus
Konttialukset	0,13	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,73	100	96,0	4,0
Konventionaaliset kuivalastialukset	0,25	0,18	0,11	0,07	0,04	0,04	0,49	100	92,5	7,5
Kuivabulk-alukset	0,17	0,12	0,11	0,05	0,03	0,03	0,60	100	94,8	5,2
Säiliöalukset	0,20	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04	0,58	100	94,1	5,9
Ro-ro-alukset	0,16	0,12	0,06	0,05	0,03	0,02	0,67	100	95,1	4,9
Matkustaja-autolautat	0,19	0,14	0,04	0,06	0,03	0,03	0,65	100	94,2	5,8
Miehityskustannukset -30 %										
	Pääoma- menot	Miehitys- kustannukset	-30 %	Korjaus + kunnossapito	Vakuutukset	Yleis- kustannukset	Polttoaine- kustannukset	Indeksi	Uusi indeksi	Erotus
Konttialukset	0,13	0,06	0,04	0,04	0,02	0,02	0,73	100	98,3	1,7
Konventionaaliset kuivalastialukset	0,25	0,11	0,08	0,07	0,04	0,04	0,49	100	96,7	3,3
Kuivabulk-alukset	0,17	0,11	0,08	0,05	0,03	0,03	0,60	100	96,6	3,4
Säiliöalukset	0,20	0,10	0,07	0,06	0,04	0,04	0,58	100	96,9	3,1
Ro-ro-alukset	0,16	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,67	100	98,1	1,9
Matkustaja-autolautat	0,19	0,04	0,03	0,06	0,03	0,03	0,65	100	98,7	1,3
Polttoaine-kustannukset +30 %										
	Pääoma- menot	Miehitys- kustannukset	Korjaus + kunnossapito	Vakuutukset	Yleis- kustannukset	Polttoaine- kustannukset	+30 %	Indeksi	Uusi indeksi	Lisäys
Konttialukset	0,13	0,06	0,04	0,02	0,02	0,73	0,94	100	121,8	21,8
Konventionaaliset kuivalastialukset	0,25	0,11	0,07	0,04	0,04	0,49	0,63	100	114,6	14,6
Kuivabulk-alukset	0,17	0,11	0,05	0,03	0,03	0,60	0,78	100	118,0	18,0
Säiliöalukset	0,20	0,10	0,06	0,04	0,03	0,58	0,75	100	117,3	17,3
Ro-ro-alukset	0,16	0,06	0,05	0,03	0,02	0,67	0,87	100	120,1	20,1
Matkustaja-autolautat	0,19	0,04	0,06	0,03	0,03	0,65	0,84	100	119,4	19,4
Slow steaming -30 % (*polttoaine-kustannukset -51 %)										
*Amiraliteettikaava	Pääoma- menot	Miehitys- kustannukset	Korjaus + kunnossapito	Vakuutukset	Yleis- kustannukset	Polttoaine- kustannukset	-51 %	Indeksi	Uusi indeksi	Erotus
Konttialukset	0,13	0,06	0,04	0,02	0,02	0,73	0,36	100	63,0	37,0
Konventionaaliset kuivalastialukset	0,25	0,11	0,07	0,04	0,04	0,49	0,24	100	75,2	24,8
Kuivabulk-alukset	0,17	0,11	0,05	0,03	0,03	0,60	0,29	100	69,3	30,7
Säiliöalukset	0,20	0,10	0,06	0,04	0,03	0,58	0,28	100	70,6	29,4
Ro-ro-alukset	0,16	0,06	0,05	0,03	0,02	0,67	0,33	100	65,9	34,1
Matkustaja-autolautat	0,19	0,04	0,06	0,03	0,03	0,65	0,32	100	66,9	33,1

Alusten lastikapasiteetin ja syväyksen väliset regressioanalyysit

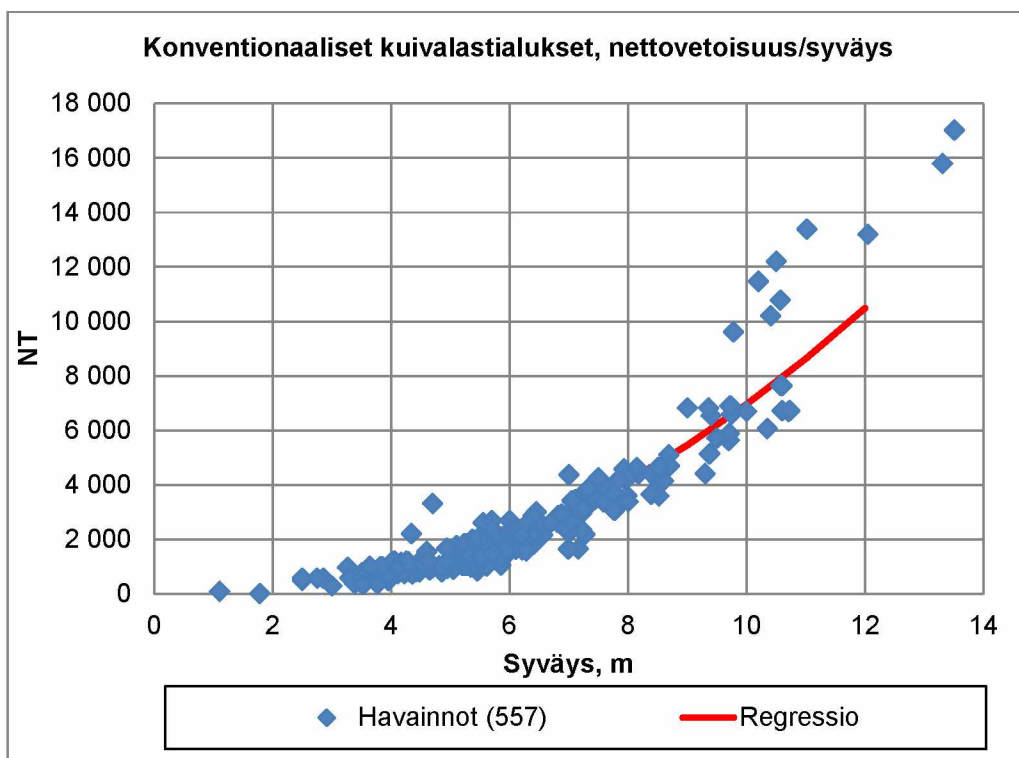
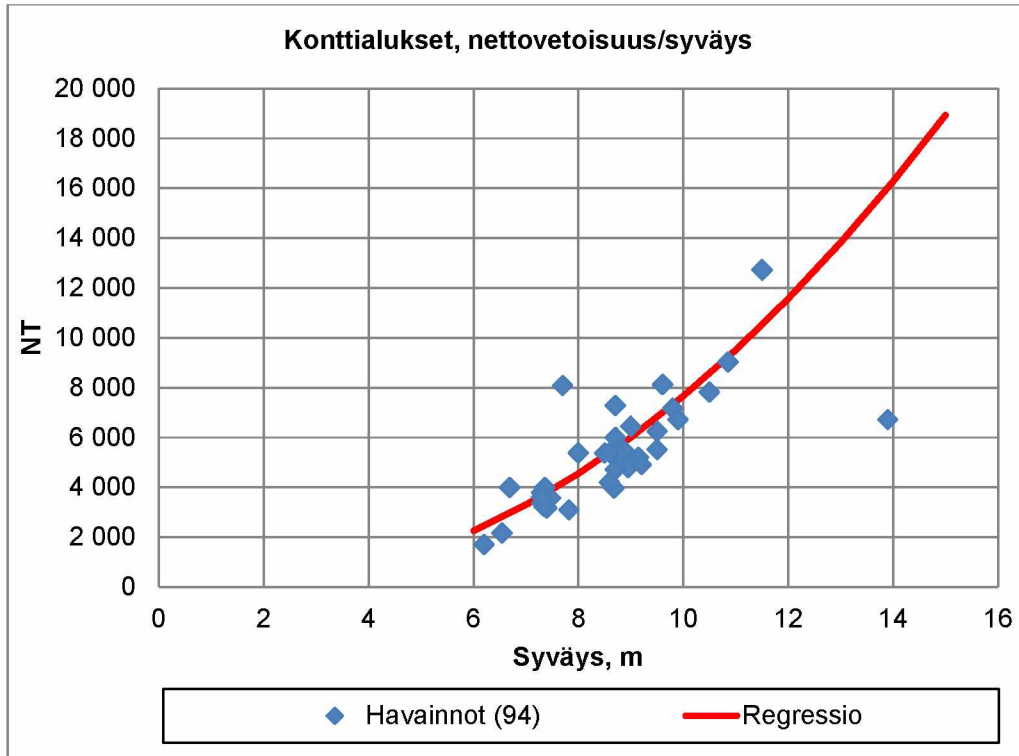


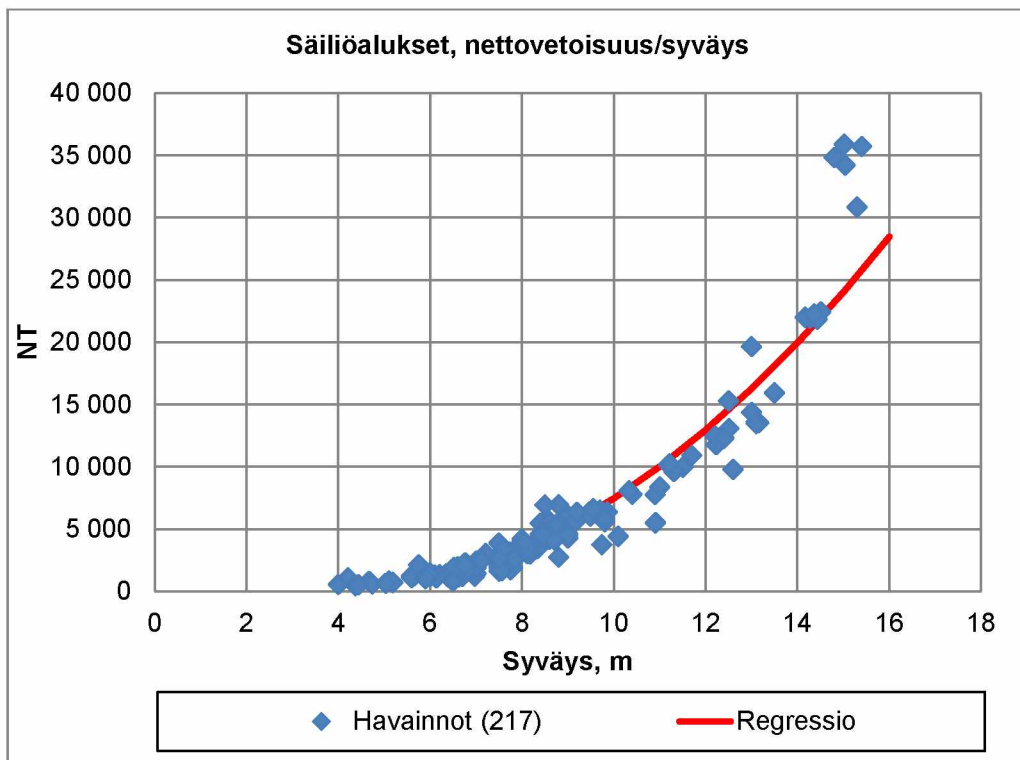
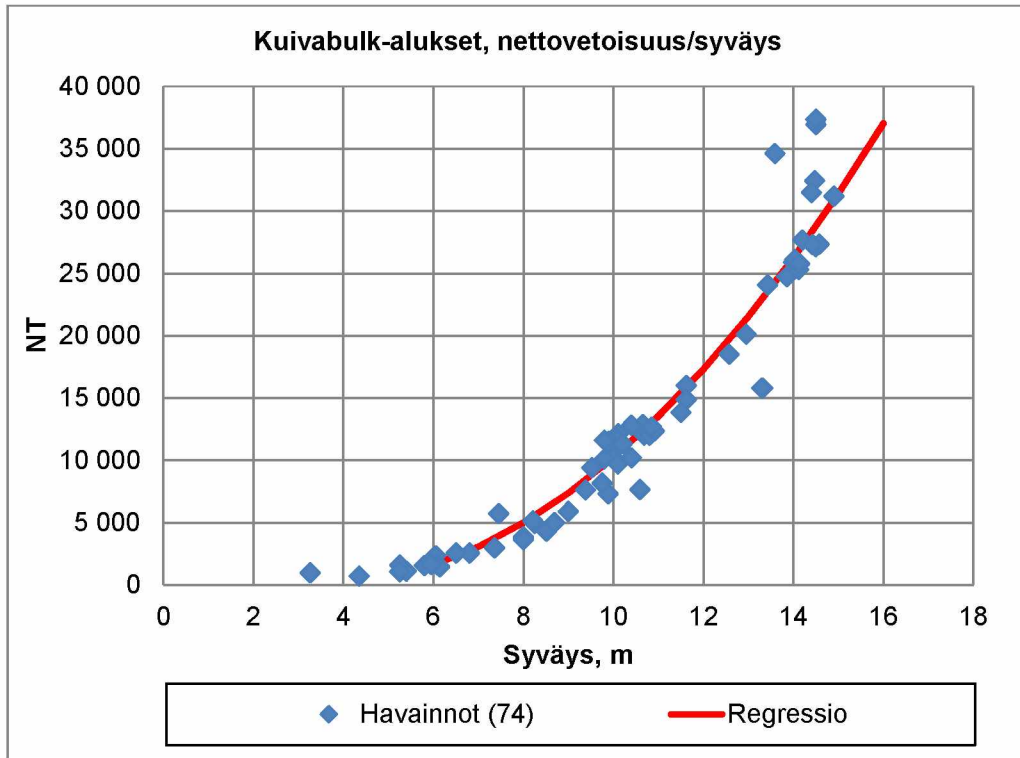


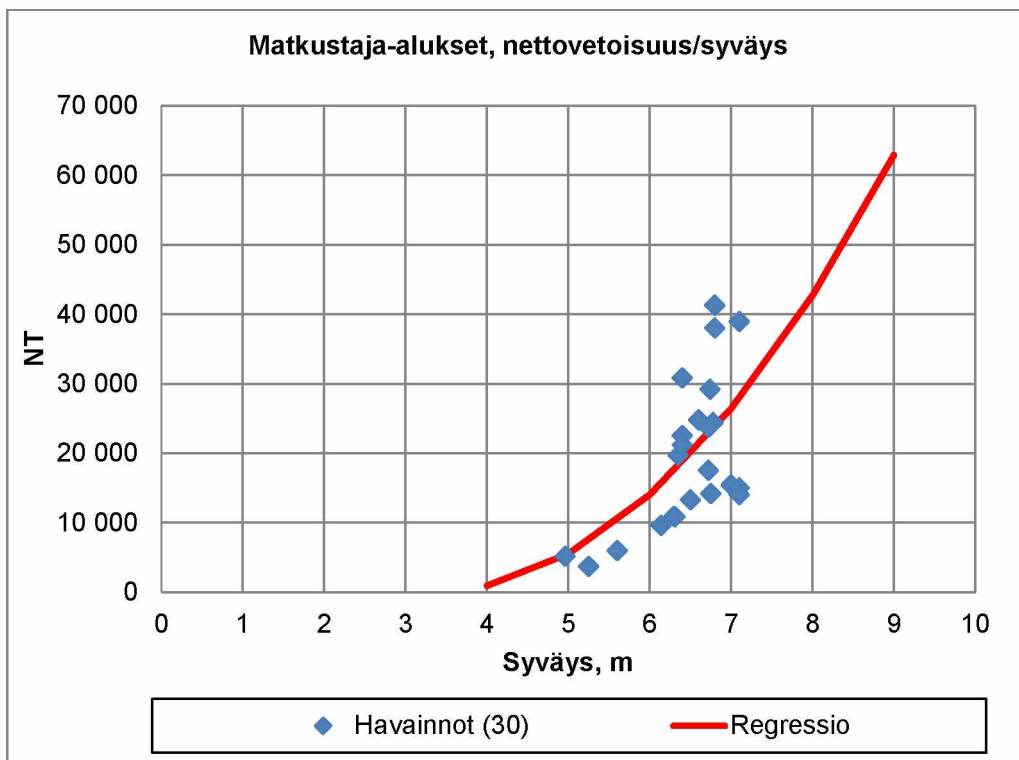
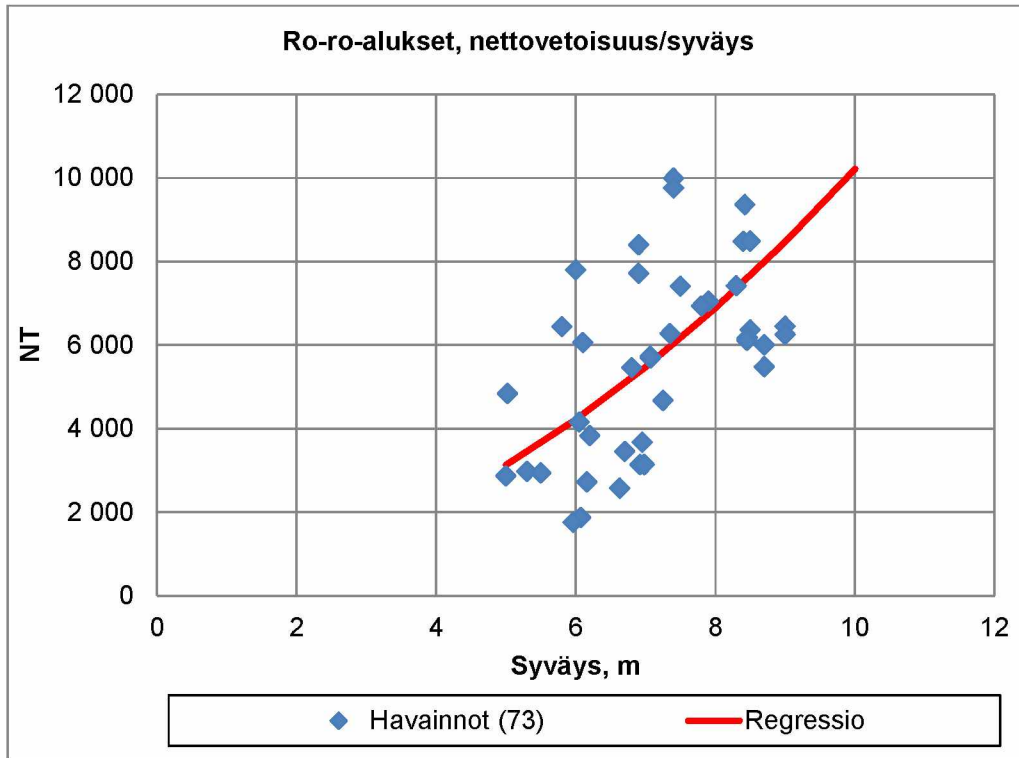




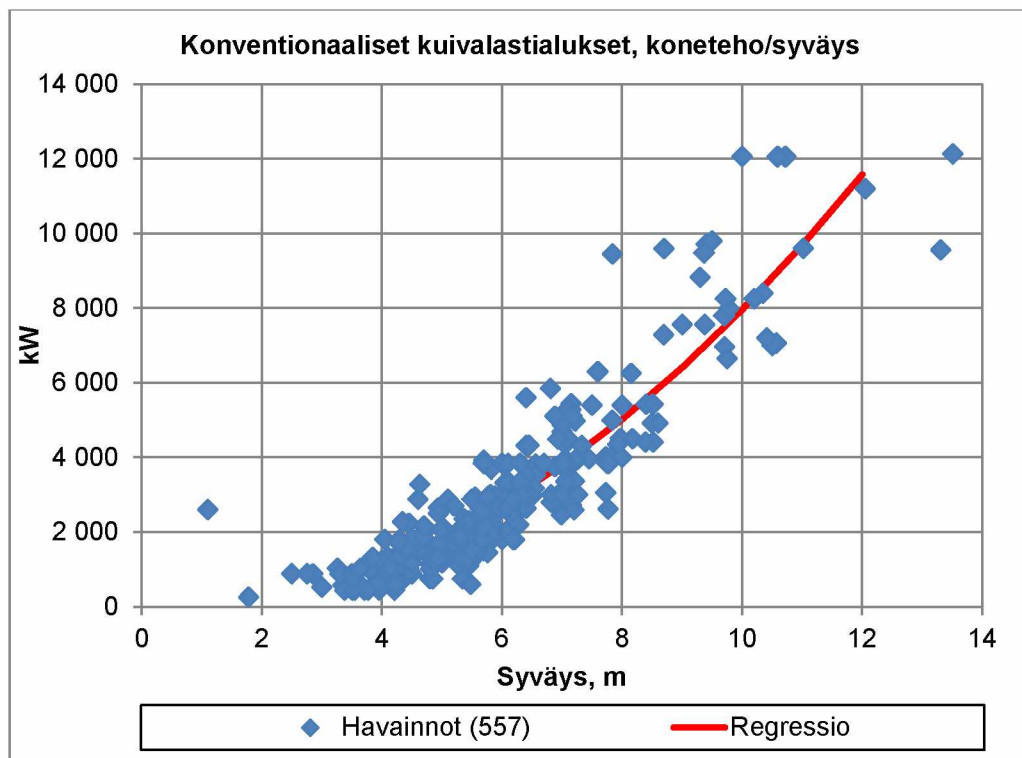
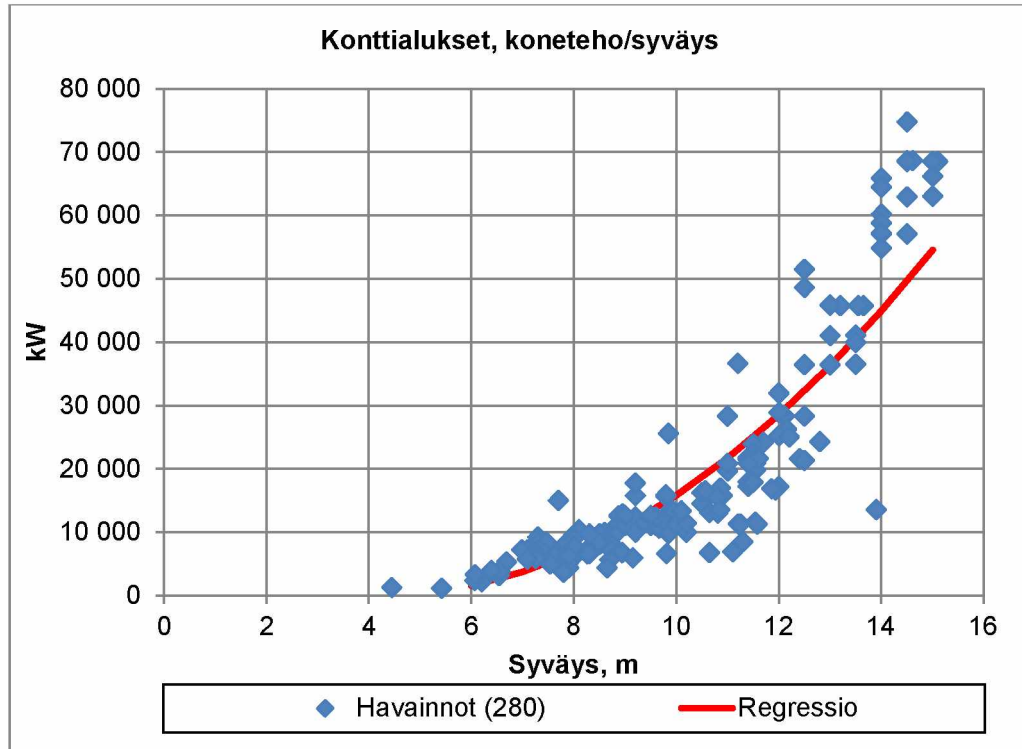
Alusten nettovetoisuuden ja syväyksen väliset regressioanalyysit

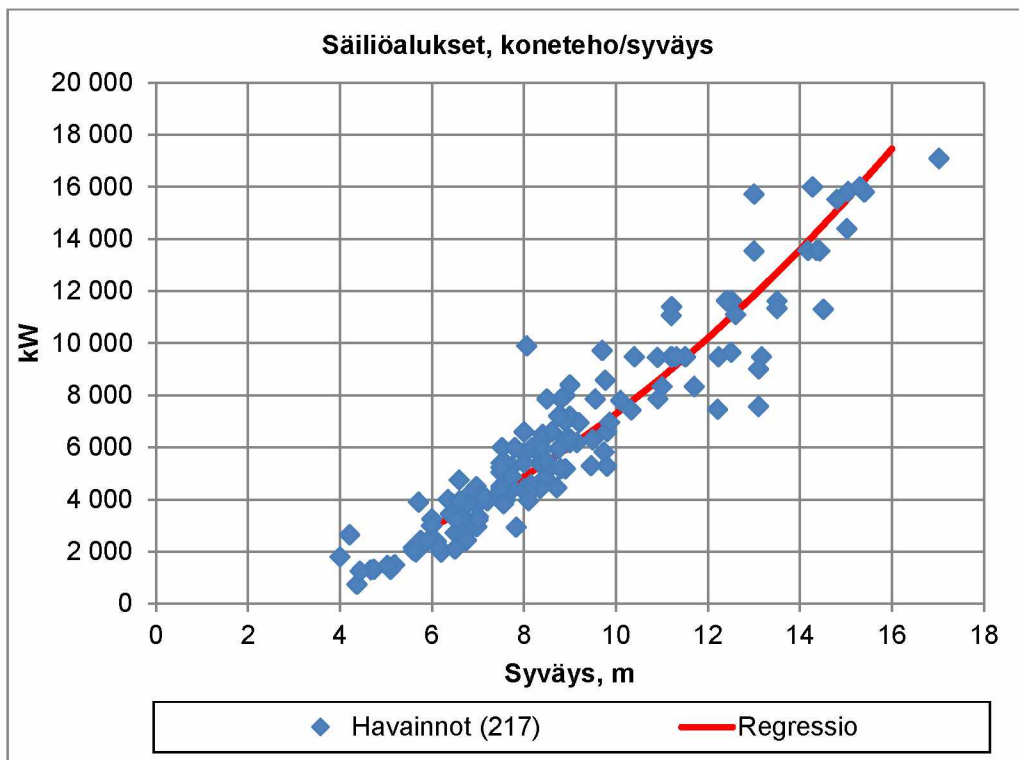
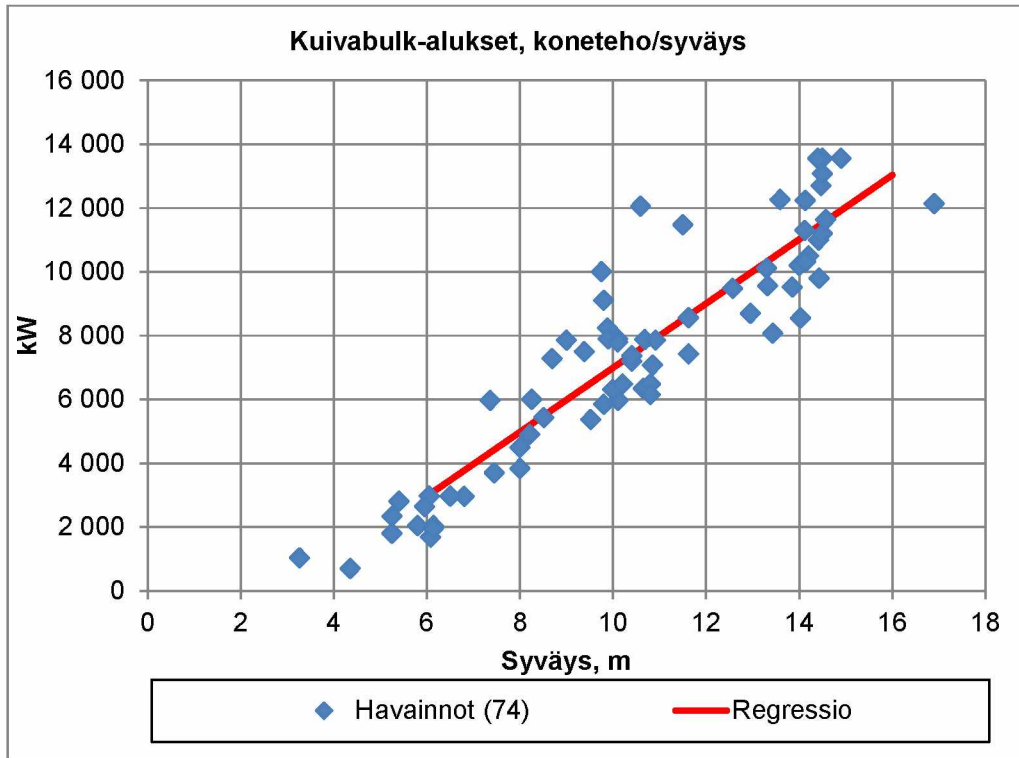


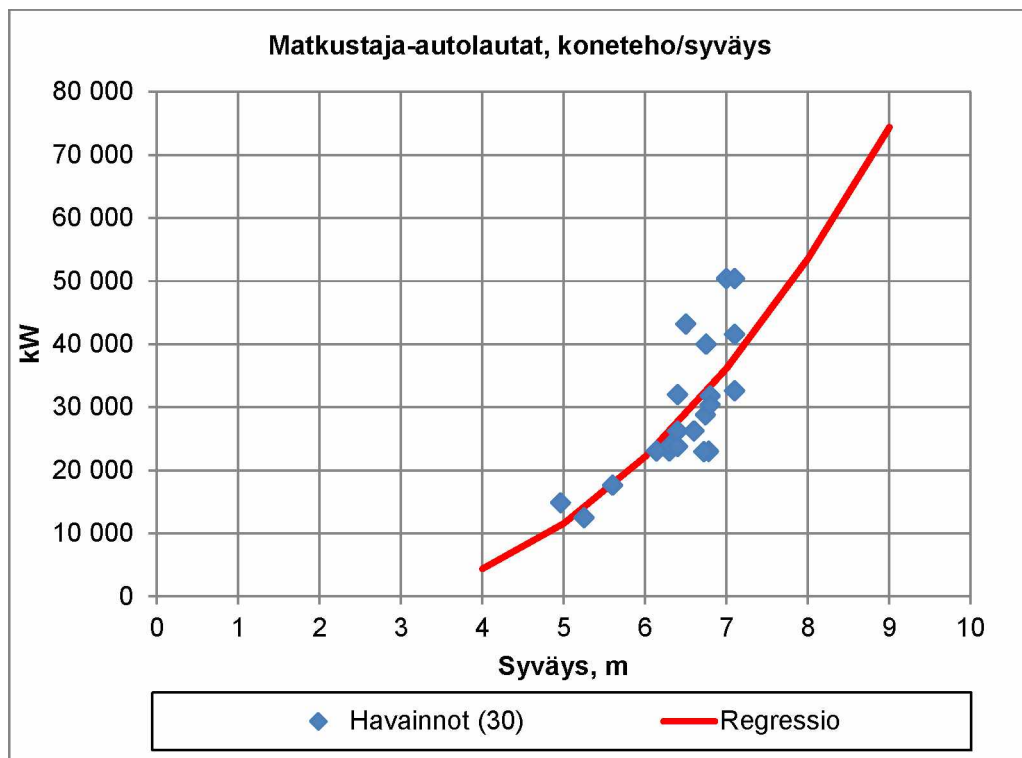
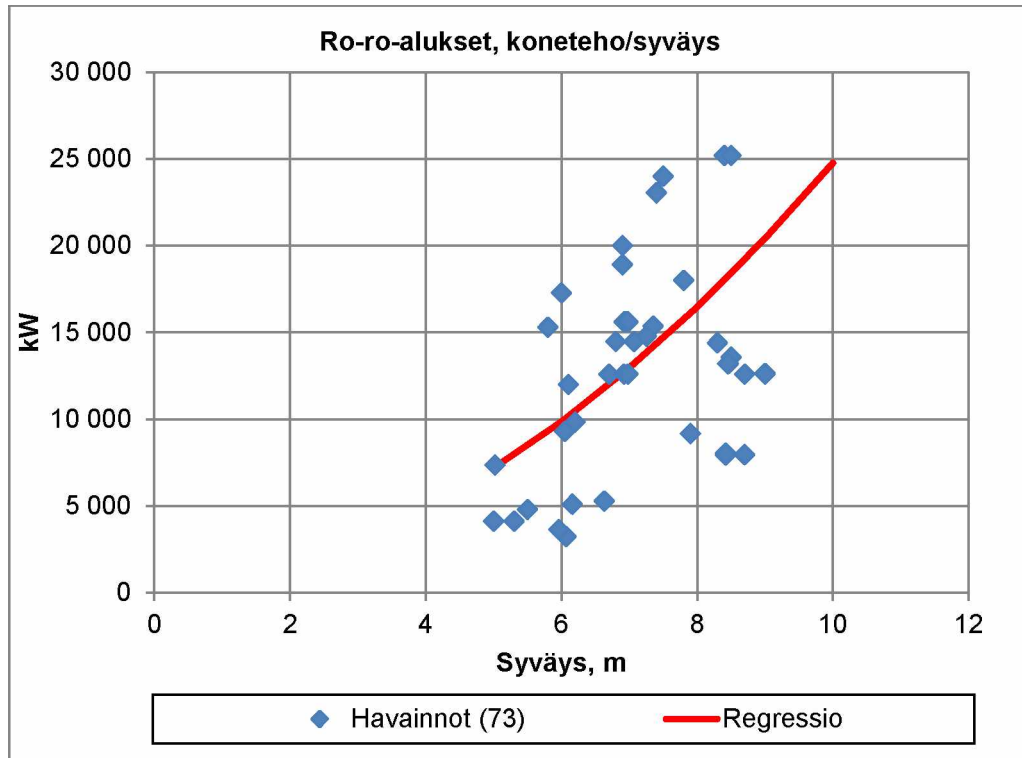




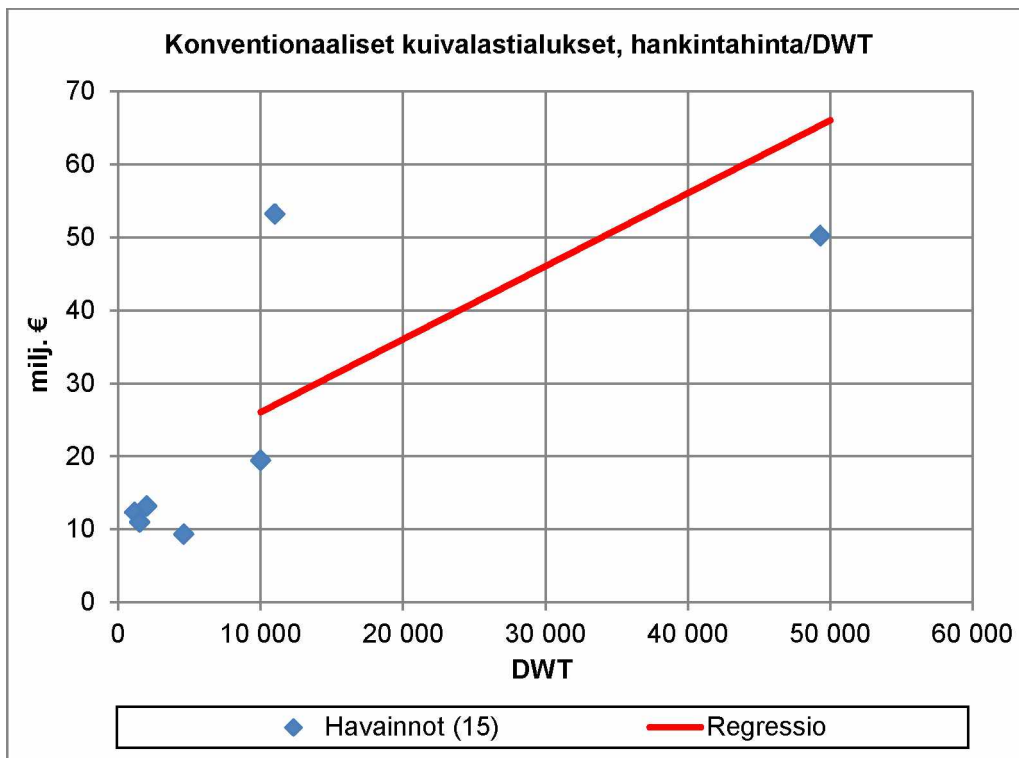
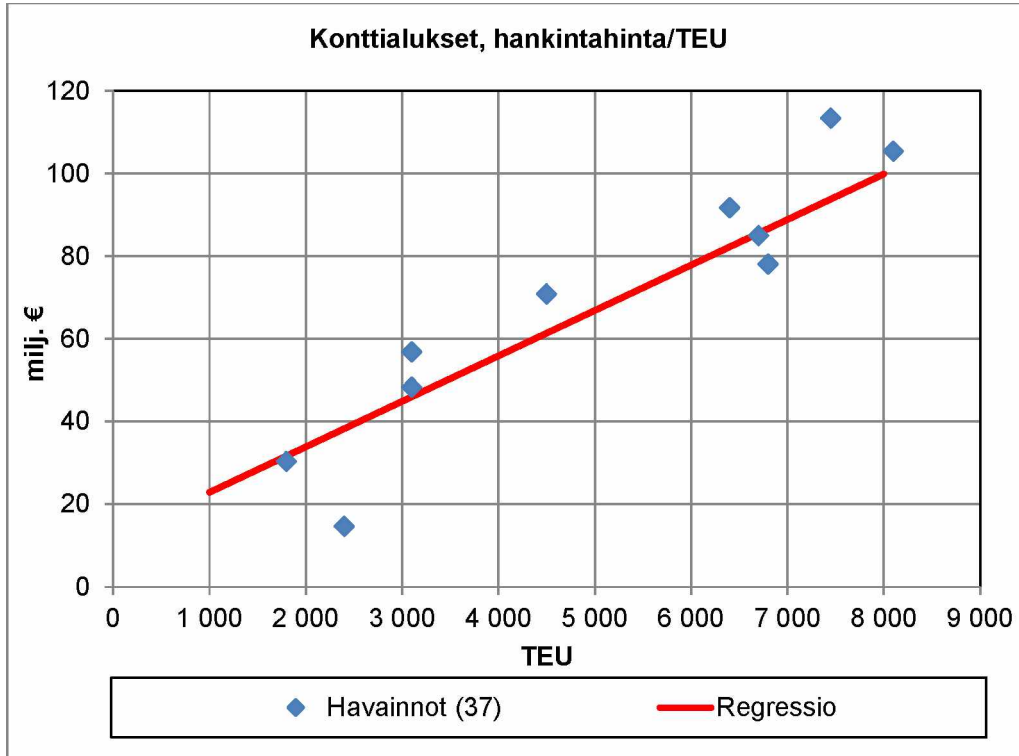
Alusten konetehon ja syväyksen väliset regressioanalyysit

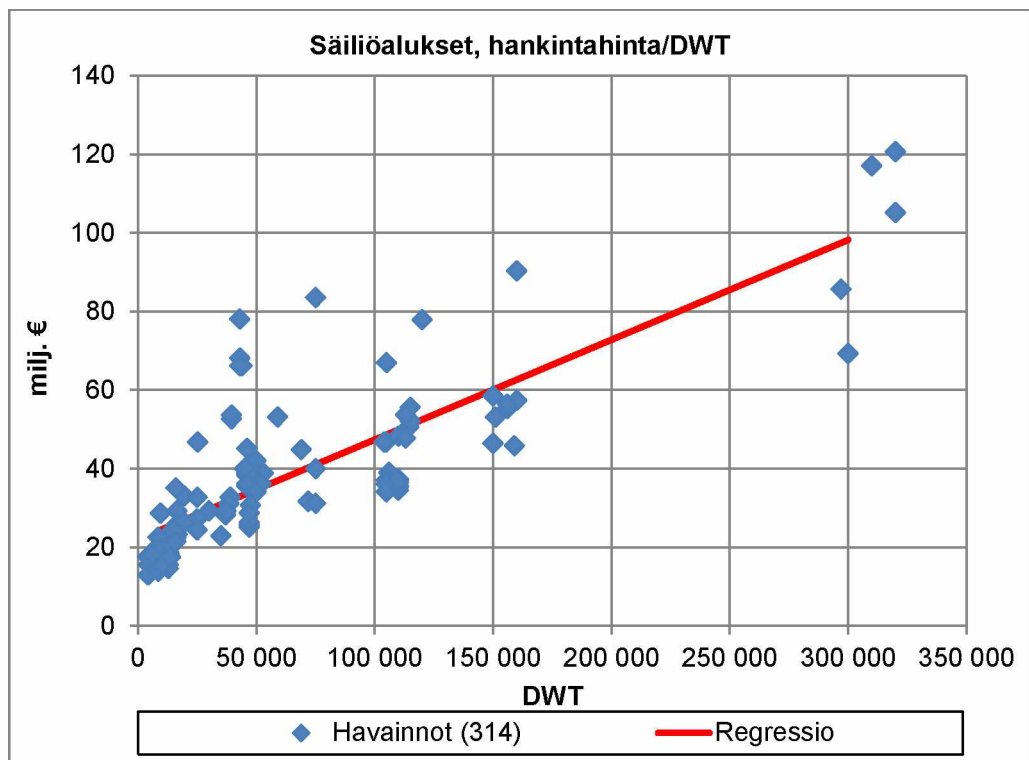
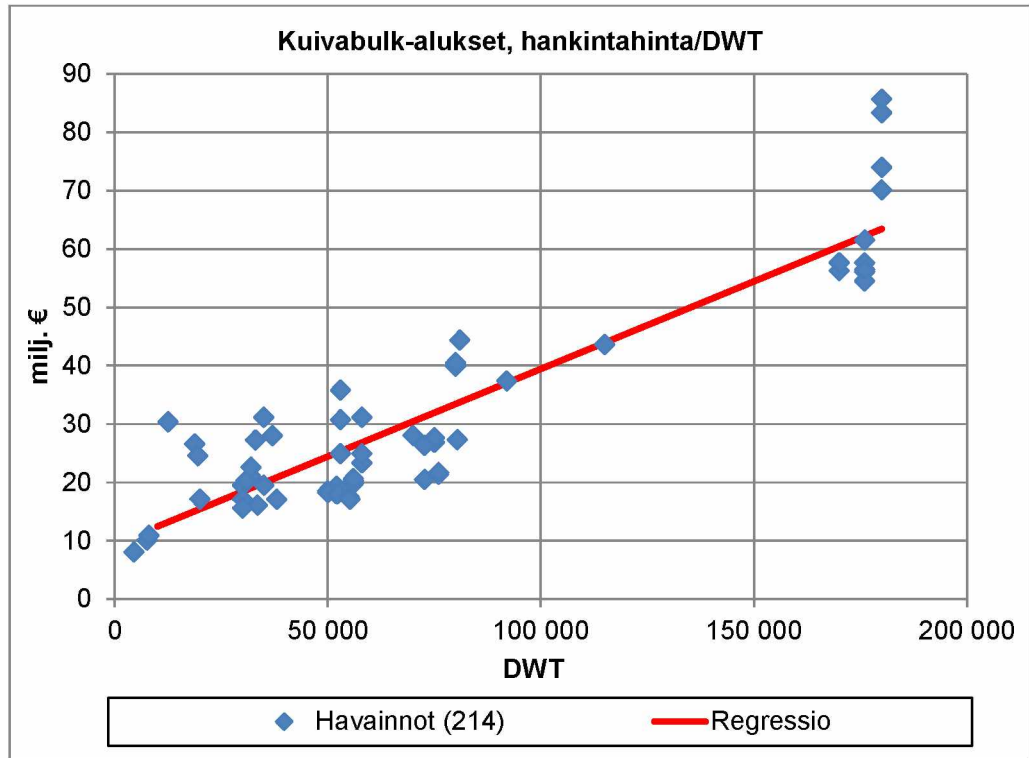


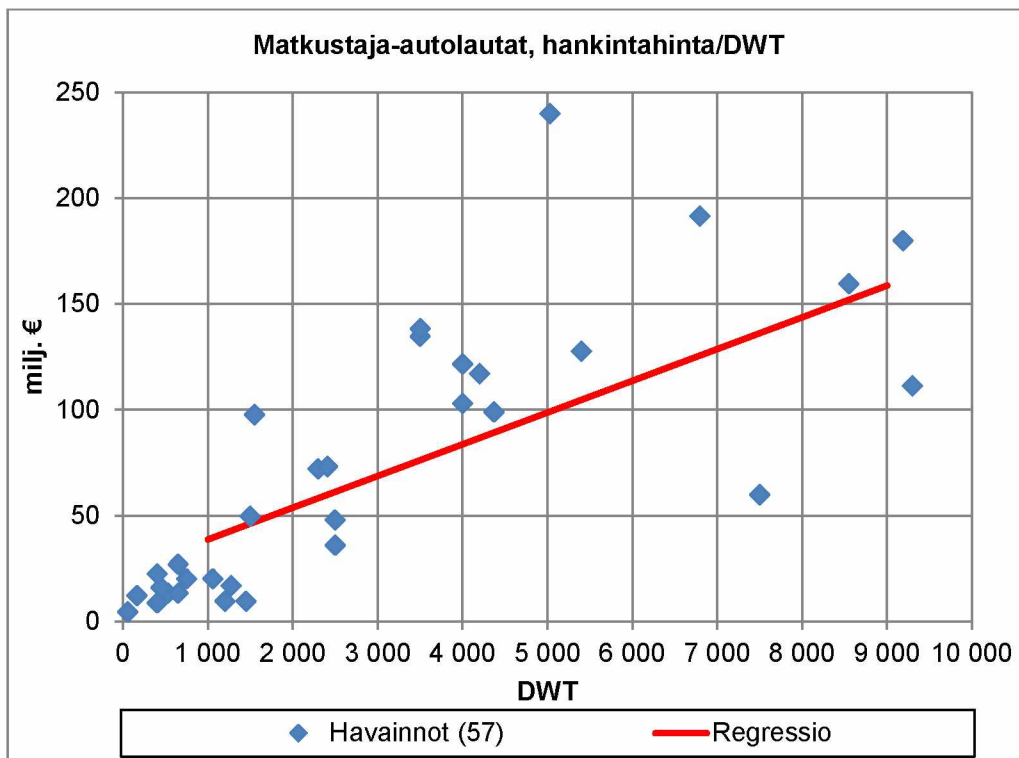
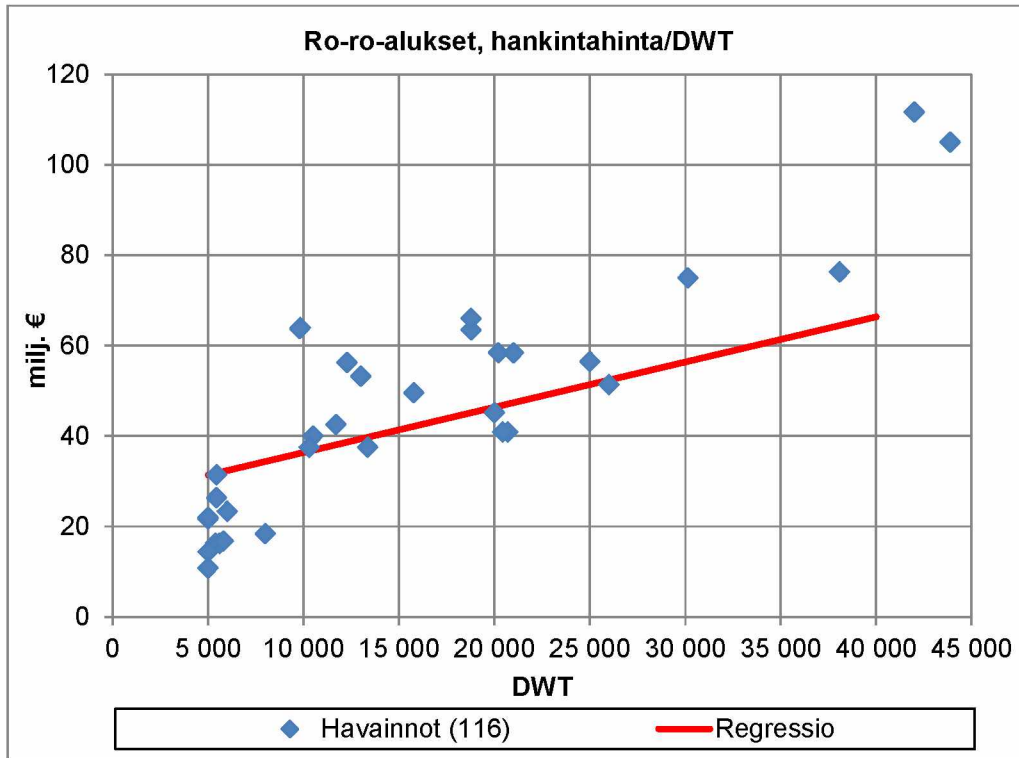




Alusten hankintahinnan ja lastikapasiteetin vä- liset regressioanalyysit







Aluskäyntien lukumäärä ja jakautuminen lippumaittain eri alustyypeissä Suomen satamissa vuonna 2013

Konv. kuivalastialukset		
NL	2093	33,21 %
FI	1159	18,39 %
AG	815	12,93 %
RU	472	7,49 %
GI	417	6,62 %
CY	358	5,68 %
GB	335	5,32 %
MT	152	2,41 %
DE	85	1,35 %
LR	85	1,35 %
AN	82	1,30 %
SE	52	0,83 %
VC	36	0,57 %
LT	31	0,49 %
PA	29	0,46 %
BS	17	0,27 %
FO	15	0,24 %
BB	13	0,21 %
HK	8	0,13 %
NO	8	0,13 %
CN	6	0,10 %
LV	5	0,08 %
MH	5	0,08 %
SG	5	0,08 %
VU	5	0,08 %
DM	3	0,05 %
CK	2	0,03 %
DK	2	0,03 %
EE	2	0,03 %
BE	1	0,02 %
DO	1	0,02 %
IE	1	0,02 %
IS	1	0,02 %
IT	1	0,02 %
	6302	100,00 %

Matkustaja-autolautat		
EE	4185	37,86 %
FI	4034	36,50 %
SE	2602	23,54 %
MT	232	2,10 %
	11053	100,00 %

Säiliöalukset		
NO	401	18,40 %
FI	319	14,64 %
MT	275	12,62 %
NL	244	11,20 %
DK	241	11,06 %
PT	168	7,71 %
SE	116	5,32 %
IT	93	4,27 %
DE	57	2,62 %
GB	57	2,62 %
CH	47	2,16 %
LR	26	1,19 %
GI	22	1,01 %
CY	20	0,92 %
MH	17	0,78 %
LU	15	0,69 %
BS	11	0,50 %
SG	10	0,46 %
FO	9	0,41 %
RU	9	0,41 %
PA	7	0,32 %
BE	3	0,14 %
TR	3	0,14 %
BM	2	0,09 %
GR	2	0,09 %
HR	2	0,09 %
SC	2	0,09 %
FR	1	0,05 %
	2179	100,00 %

Konttialukset		
CY	454	19,33 %
AG	400	17,03 %
DE	398	16,94 %
FI	240	10,22 %
LR	236	10,05 %
NL	178	7,58 %
GI	120	5,11 %
GB	118	5,02 %
PA	106	4,51 %
HK	40	1,70 %
MT	27	1,15 %
MH	14	0,60 %
VC	7	0,30 %
SG	4	0,17 %
CN	4	0,17 %
AN	1	0,04 %
BE	1	0,04 %
PL	1	0,04 %
	2349	100,00 %

Kuivabulk-alukset		
NL	143	28,54 %
FI	111	22,16 %
PA	38	7,58 %
LR	36	7,19 %
AG	32	6,39 %
SG	20	3,99 %
CY	16	3,19 %
MT	15	2,99 %
HK	14	2,79 %
BS	13	2,59 %
CN	12	2,40 %
MH	11	2,20 %
GB	10	2,00 %
RU	6	1,20 %
AN	3	0,60 %
DE	3	0,60 %
BB	2	0,40 %
BE	2	0,40 %
CH	2	0,40 %
GR	2	0,40 %
IT	2	0,40 %
TR	2	0,40 %
BM	1	0,20 %
HR	1	0,20 %
IN	1	0,20 %
NO	1	0,20 %
PH	1	0,20 %
SE	1	0,20 %
	501	100,00 %

Ro-ro-alukset		
FI	1751	37,64 %
SE	1408	30,27 %
DE	398	8,56 %
NL	374	8,04 %
GB	215	4,62 %
AG	165	3,55 %
MT	111	2,39 %
SG	97	2,09 %
CY	52	1,12 %
GI	34	0,73 %
BS	23	0,49 %
PA	9	0,19 %
PT	7	0,15 %
LR	7	0,15 %
MH	1	0,02 %
	4652	100,00 %

