

Merenkululaitoksen julkaisuja 5/2001

# Vesiliikenteen aluskohtaisten päästökustannusten yksikköarvot



Helsinki 2001  
ISBN 951-49-0947-X  
ISSN 1456-7814

08 MKL



8844

Merenkululaitoksen julkaisuja 5/2001

# Vesiliikenteen aluskohtaisten päästökustannusten yksikköarvot



Merenkululaitos

Helsinki 2001  
ISBN 951-49-0947-X  
ISSN 1456-7814

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) Electrowatt-Ekono Oy		Julkaisun laji tutkimus	
Kari Hämekoski ja Juha Tervonen		Toimeksiantaja Merenkulkulaitos, Väylä- ja satamatoimisto	
		Toimielimen asettamispäivämäärä	
Julkaisun nimi Vesiliikenteen aluskohtaisten päästökustannusten yksikköarvot			
Tiivistelmä			
<p>Tässä työssä on määritetty vesiliikenteen ilmapäästöjen alustyyppikohtaisia yksikkökustannuksia sekä pohdittu määrittämisen kehittämistarpeita. Yksikkökustannukset on arvioitu keskeisimmille päästökomponenteille, tarkastellen niitä erikseen ilman kasvihuonekaasujen vaikutusta sekä sen kanssa. Ilmapäästöjen yksikkökustannuksia tarvitaan vesiväylähankkeiden yhteiskuntataloudellisessa kannattavuusarvioinnissa, vesiliikenteen päästökustannusten arvioinnissa yleisesti sekä vesiliikenteen ja muiden liikennemuotojen aiheuttamien päästökustannusten vertailemisessa.</p> <p>Tätä työtä edelsi vuonna 2000 tehty selvitys 'Suomen vesiliikenteen päästöjen ympäristövaikutusten kustannukset', jossa arvioitiin vesiliikenteen päästökustannuksia koko liikennemuodon tasolla. Nyt tarkastelua on tarkennettu alustyyppien ja reitin osien mukaan. Vesiliikenteen ilmapäästöjen yksikkökustannusten määrittely alustyyppikohtaisesti on nyt aiempaa paremmin mahdollista, koska MEERI 2000 -järjestelmässä vesiliikenteen päästökertoimet on määritelty alustyypeille sekä eri moottorityypeille.</p> <p>Ilmapäästöjen yksikkökustannukset on määritelty rahtialusliikenteelle sisävesiväylillä, satamissa, rannikkoväylillä sekä Eurooppaan suuntautuvilla reiteillä. Rahtialuksia on käsitelty keskimääräisten päästöjä aiheuttavien ominaisuuksien mukaan seuraavissa luokissa: kuivabulk-alukset, konttialukset, konventionaaliset kuivalastialukset, ro-ro-alukset sekä säiliöalukset. Suoriteyksikkönä on tässä yhteydessä käytetty <i>mk/vrk</i>, koska myös muut aluskustannukset on määritetty hankearviointia varten samoin. Keskeisiä päästökustannukseen vaikuttavia tekijöitä ovat aluksen koko, koneteho ja -tyyppi, päästökertoimet sekä polttoaineen laatu.</p> <p>Ilmapäästöjen yksikkökustannukset on mahdollista määrittellä nykytiedon pohjalta suhteellisen luotettavasti alustyypeittäin keskimääräisesti sisävesi- ja rannikkoväylille. Satamakustannukset voidaan myös määrittellä suuntaa-antavasti keskimääräisille alustyypeille, mutta avomeriväylien osalta kustannusten määrittämiseen liittyy huomattavia epävarmuuksia. Avomeriväylille ei ole käytettävissä yhteneväisesti arvioituja eri päästökomponenttien haittakustannuksia (mk/t). Lisäksi päästöjen kohdentumiseen liittyy ongelmia. Erittäin pitkien reittien osalta törmätään väylän sijainnin vuoksi myös haittojen arvottamisongelmiin. Yksikkökustannusten määrittely on suuntaa-antavasti mahdollista, mikäli tyydytään karkeahkoihin yleistyksiin eri päästökomponenttien haittakustannuksista Euroopan liikenteessä. Työssä päädyttiinkin arvioimaan aluskohtaiset yksikkökustannukset suuntaa-antavasti 'avomeriliikenteelle Euroopassa', mutta ei 'globaalissa liikenteessä'.</p> <p>Jatkossa olisi mahdollista arvioida alustyyppikohtaiset ilmapäästöjen yksikkökustannukset myös matkustaja-aluksille. Yksikköarvojen määrittämistä voidaan edelleen kehittää jatkossa mm. reittikohtaisella mallintamisella <i>EcoSense</i> -mallin avulla. Yksikkökustannuksia olisi mahdollista määrittää nykyistä yksityiskohtaisemmin yhä useammille alus- ja väylätyypeille. Lisäanalyysillä, mm. leviämismallinnuksilla, voitaisiin edelleen parantaa tulosten edustavuutta.</p>			
Avainsanat (asiasanat)			
vesiliikenne, ympäristökustannukset, yksikkökustannukset, päästökustannukset, ilmanpäästöt			
Muut tiedot			
Sarjan nimi ja numero Merenkulkulaitoksen julkaisuja 5/2001		ISSN 1456-7814	ISBN 951-49-0947-X
Kokonaissivumäärä 20	Kieli suomi	Hinta 17 €	Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja Merenkulkulaitos		Kustantaja Merenkulkulaitos	

**ESIPUHE**

Electrowatt-Ekono Oy (Gynther ym., 2000) on aiemmin tehnyt selvityksen 'Suomen vesiliikenteen päästöjen ympäristövaikutusten kustannukset'<sup>1</sup>, jossa arvioitiin vesiliikenteen päästökustannuksia koko liikennemuodon tasolla. Liikennehankkeiden kannattavuusarvioinnissa ja eri liikennemuotojen ympäristökustannusten vertailussa tarvitaan kuitenkin alustyypeille suoritekohtaisesti määriteltäviä kustannustietoja.

Merenkululaitos (MKL) antoi Electrowatt-Ekono Oy:n ympäristökonsultointi ja ilmastostrategiat -osastolle huhtikuussa 2001 toimeksi arvioida vesiliikenteen ilmapäästöjen alustyyppikohtaisten yksikkökustannusten määrittämistä ja kehittämistarpeita sekä arvioida alustavat yksikkökustannukset olemassa olevan aineiston sallimissa rajoissa.

Työ jakautui kahteen vaiheeseen: ensin käytiin läpi olemassa oleva materiaali ja laskettiin alustavia yksikkökustannuksia. Toisessa vaiheessa saatiin käyttöön EP-Logistics'in Merenkululaitoksen toimeksiannosta laskemat alustyypeittaiset lähtötiedot tarkempien yksikkökustannusten määrittelyyn (mk/vrk). Lisäksi arvioitiin jatkoselvitystarpeita.

Projektipäällikkönä toimi konsultti KTM Juha Tervonen. Raportin kirjoitti suurelta osin johtava konsultti MMM Kari Hämekoski. Työ vastuullisena johtajana toimi johtaja DI Tomas Otterström. Tilaajan puolelta yhteyshenkilönä ja työn koordinaattorina toimi tutkija Emmi Saarinen Merenkululaitoksen väylä- ja satamatoimistosta. Työtä ohjasi ja kommentoi DI Jouko Vuoristo kartta- ja väyläyksiköstä. EP-Logistics'ista työtä avusti Aki Siitonen.

---

<sup>1</sup> Merenkululaitoksen julkaisuja 3/2000

**SISÄLLYSLUETTELO**

<b>1</b>	<b><u>JOHDANTO</u></b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b><u>VESILIIKENTEEN ILMAPÄÄSTÖJEN YMPÄRISTÖKUSTANNUSTEN YLEINEN MÄÄRITTELY</u></b> .....	<b>5</b>
2.1	<u>TAUSTA-AINEISTOT</u> .....	5
2.2	<u>ARVOTTAMISMENETELMÄ</u> .....	6
2.3	<u>AIKAISEMMAT TULOKSET</u> .....	7
2.3.1	<u>Meriliikenne</u> .....	8
2.3.2	<u>Sisävesiliikenne</u> .....	10
<b>3</b>	<b><u>ALUSTYYPPIKOHTAISTEN PÄÄSTÖKUSTANNUSTEN MÄÄRITTELY</u></b> .....	<b>12</b>
3.1	<u>YLEISTÄ</u> .....	12
3.2	<u>ALUS- JA SUORITEKOHTAISTEN YKSIKKÖPÄÄSTÖJEN MÄÄRITTÄMINEN</u> .....	12
3.2.1	<u>Alustyyppiluokittelu</u> .....	12
3.2.2	<u>Päästökertoimet</u> .....	12
3.2.3	<u>Päästöjen yksikkökustannukset</u> .....	13
3.2.4	<u>Suoriteyksikkö</u> .....	14
<b>4</b>	<b><u>ALUS- JA SUORITEKOHTAISET ILMAPÄÄSTÖJEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET</u></b> ..	<b>14</b>
<b>5</b>	<b><u>YMPÄRISTÖKUSTANNUSTEN ARVIOINNIN KEHITTÄMINEN</u></b> .....	<b>16</b>
5.1	<u>PÄÄSTÖARVIOT</u> .....	16
5.2	<u>PITOISUUSARVIOT</u> .....	16
5.3	<u>VAIKUTUKSET</u> .....	16
5.4	<u>YKSIKKÖKUSTANNUKSET</u> .....	17
5.5	<u>VÄYLÄTYYPIT</u> .....	17
5.6	<u>ALUSTYYPIT</u> .....	17
5.7	<u>YKSIKÖT</u> .....	17
<b>6</b>	<b><u>JOHTOPÄÄTÖKSET</u></b> .....	<b>18</b>

**LIITTEET**

- 1 Vesiliikenteen päästöt ja energiankulutus MEERI 2000 -järjestelmässä
- 2 Vesiliikenteen yksikköpäästöt MEERI 2000 -järjestelmässä
- 3 Päästöt ja yksikkökustannukset päästölajeittain ja alustyypeittäin

**1 JOHDANTO**

Liikenteen ilmapäästöille määriteltyjä ympäristökustannuksia käytetään tie-, rautatie- ja vesiliikenteen väylähankkeiden arvioinnissa (ks. esim. Tielaitos, 2000).. Ilmapäästöjen ympäristökustannukset on määritelty näillä liikennemuodoilla alunperin mk/tonni –yksikkökustannuksina (Gynther ym., 1999a, 1999b, 2000), joista on voitu edelleen johtaa erilaisia suoritekohtaisia kustannuksia.

Väylähankkeiden yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arviointiprosessille on määritelty vakiintunut muoto, ns. YHTALI –kehikko (Liikenneministeriö, 1994 ja 2000). Kehikkoa kehitetään jatkuvasti sekä yleisesti että kullakin liikennemuodolla erikseen. YHTALI –kehikon yhtenäistäminen edellyttää nyt vesiliikenteen ilmaan kohdistuvien päästöjen ympäristökustannusten määrittämistä alustyyppikohtaisesti. Tässä yhteydessä ei ole pohdittu muita ympäristökustannuksia (esim. jätevedet).

Yhtenäisin menetelmin eri liikennemuodoille määriteltyjen ilmapäästöjen yksikkökustannusten olemassaolo myös mahdollistaa liikennemuotojen sisäisen sekä keskinäisen vertailun henkilö- ja tavarakuljetuksissa. Myös Euroopan komissio on esittänyt, että liikenteen aiheuttamien kustannusten arviointi tulisi suorittaa mahdollisimman kattavasti ja yhtenäisesti läpi liikennejärjestelmän.

Vesiliikenteen ilmapäästöjen yksikkökustannusten määrittely alustyyppikohtaisesti on nyt aiempaa paremmin mahdollista. Liikenteen päästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän LIPASTO:n vesiliikennettä kuvaavaan alamalliin (MEERI 2000) on juuri arvioitu alusliikenteen keskimääräisiä yksikköpäästöjä (liite 2).<sup>2</sup>

Päästöihin ja muihin lähtötietoihin liittyy kuitenkin edelleen epävarmuuksia ja mm. parhaillaan selvitetään kenttäkokeissa erilaisten säiliö- ja ro-ro –aluksen ominaispäästöjä (Korhonen, 2000). Näillä tiedoilla päästään jatkossa parempaan käsitykseen aluspäästöistä ja niihin vaikuttavista tekijöistä.<sup>3</sup> Aivan uusimpia mittaustuloksia ei ole vielä hyödynnetty MEERI:ssä.

Avomeriväylille yksikkökustannukset on mahdollista määrittellä nykyisen tiedon pohjalta suhteellisen luotettavasti sisävesi- ja rannikkoväylille alustyyppittäin keskimääräisesti. Satamakustannukset voidaan myös määrittellä suuntaa-antavasti olemassa olevan tiedon pohjalta, mutta avomeriväyliä osalta kustannusten määrittämiseen liittyy huomattavia epävarmuuksia. Avomeriväylille ei ole käytettävissä yhteneväisesti arvioituja eri päästökomponenttien haittakustannuksia (mk/t). Lisäksi päästöjen ja haittojen kohdentumisen arviointiin sekä arvottamiseen liittyy ongelmia erittäin pitkillä reiteillä.

Yksikkökustannusten määrittely on suuntaa-antavasti mahdollista, mikäli tyydytään karkeahkoihin yleistyksiin eri päästökomponenttien haittakustannuksista Euroopan liikenteessä. Työssä päädyttiinkin arvioimaan aluskohtaiset yksikkökustannukset suuntaa-antavasti 'avomeriliikenteelle Euroopassa', mutta ei 'globaalissa liikenteessä'.

Tässä esiselvityksessä käydään läpi tietotarpeet ja vaiheet alustyyppikohtaisten yksikkökustannusten määrittämiseksi vesiliikenteelle. Olemassa olevan tiedon pohjalta on mää-

<sup>2</sup> Lähde: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. (<http://www.vtt.fi/rte/projects/lipasto/>)

<sup>3</sup> Yksikköpäästö tietojen tuottamista on rahoitettu molemmissa tapauksissa Mobile<sup>2</sup> –tutkimusohjelmassa (<http://www.vtt.fi/virtual/mobile/>).

ritelty alustyyppikohtaiset keskimääräiset yksikkökustannukset (mk/vrk) sisävesi- ja rannikkoväylille sekä suuntaa-antavat yksikkökustannukset satamapäästöille ja avomeriliikenteelle Eurooppaan. Työssä on keskitytty rahtialuksiin. Matkustaja-alukset, huvi-, kalastus- ja työvenet sekä jäänmurtajat on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

## 2 VESILIIKENTEEN ILMAPÄÄSTÖJEN YMPÄRISTÖKUSTANNUSTEN YLEINEN MÄÄRITTELY

### 2.1 Tausta-aineistot

Suomen vesialueilla tapahtuvan liikenteen päästöarviot perustuvat LIPASTO –laskentajärjestelmän alamalliin MEERI (Mäkelä ym., 1997 sekä 2000). Mallissa vesiliikenteen päästöt on laskettu liikennöintitilastojen perusteella arvioidun polttoaineen kulutuksen ja eri alustyyppien päästökertoimien tulona.

Ympäristökustannusten määrittely vesiliikenteelle (Gynther ym., 2000) pohjautuu vuoden 1996 päästöihin alustyyppikohtaisesti ja päästökomponenteittain (Taulukko 2-1). Päästöt ja energiankulutus ovat kasvaneet vuoteen 2000 mennessä (ks. liite 1), mutta yksikkökustannusten määrittelyn kannalta absoluuttisten päästöjen kohtuullisilla muutoksilla ei ole keskeistä vaikutusta mk/t-ympäristökustannuksiin.<sup>4</sup>

**Taulukko 2-1. Vesiliikenteen päästöt (t/a) ja polttoaineiden käyttö (TJ/a) alustyypeittäin Suomessa vuonna 1996 (Mäkelä ym., 1997).**

Alustyyppi	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Hiukkaset <sup>1</sup>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	Polttoaineiden käyttö TJ/a
	- t/a -						
Matkustaja-alukset	2 935	19 272	416	1 415	553	850 850	11 295
Matkustaja-alukset	117	772	17	57	22	34 067	452
Matkustaja-autolautat	2 817	18 500	399	1 358	530	816 783	10 842
Rahtialukset	16 242	39 109	1 018	1 825	964	1 460 100	19 771
Junalautta	295	734	20	30	18	26 360	359
Lastilautta	6 859	16 991	456	719	407	614 304	8 350
Konttialus	293	703	18	33	17	26 374	357
Irtolastialus	1 207	2 957	78	130	72	108 312	1 470
Muu kuivalastialus	4 069	9 202	222	523	241	368 742	4 953
Säiliöalus	2 585	6 236	163	290	154	232 299	3 147
Muu alus	933	2 286	61	100	55	83 708	1 136
Muut alukset	375	4 131	269	10 975	3 628	222 912	3 870
Huviveneet	47	1 300	190	9 300	3 400	110 000	1 803
Kalastus- ja työvenet	23	711	19	1 601	180	41 033	1 047
Jäänmurtajat	305	2 120	60	72	48	71 878	988
Yhteensä <sup>2</sup>	19 552	62 513	1 703	14 213	5 145	2 533 861	34 936

<sup>1</sup> Liikenteen hiukkaspäästöt ovat pääosin kooltaan alle 2,5 µm eli PM<sub>2.5</sub>. Summia on pyöristetty.

Kokonaispäästöarviot käsittävät kaupallisen alusliikenteen, huviveneilyn päästöt sekä kalastusalusten aiheuttamat päästöt. Päästöt on laskettu sekä väylillä että satamissa. Meriliikenteen liikennöintialue on määritelty Suomen, Ruotsin ja Viron talousalueiden kolmikantapisteeseen Ahvenanmaan eteläpuolella.

<sup>4</sup> Päästöjen ja pitoisuuksien suhde ei ole suoraviivainen. Mikäli päästöjen ja pitoisuuksien välinen suhde tunnetaan leviämismallinnuksen kautta, pitoisuuksien voidaan olettaa pääsääntöisesti muuttuvan etenkin päästölähteen läheisyydessä päästömuutosten suhteessa. Tällöin oletetaan, että ilmakeemiallisten reaktioiden vaikutus on vähäinen.

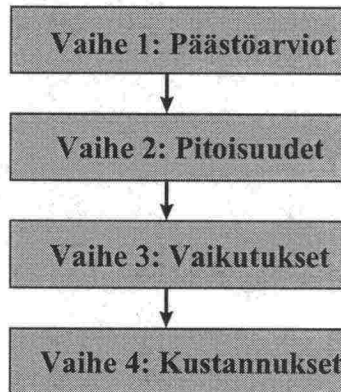


## 2.2 Arvottamismenetelmä

Ilman polttoaineperäisten epäpuhtauksien arvottaminen perustuu tieteelliseen menetelmään, josta käytetään nimitystä *vaikutuspolkumenetelmä* eli *Impact Pathway Method* (European Commission, 1999). Menetelmä käsittää vaiheet: *päästöarviot*, *pitoisuuksien arviointi*, *vaikutusten arviointi* sekä *kustannusten määrittäminen* (Kuva 2-1).<sup>5</sup>

Jokaiselle tarkastellulle komponentille on olemassa oma tilastollinen altistus- vaikutusfunktionsa, eli tietty pitoisuus tai laskeuma aiheuttaa tietyn haitan väestötasolla, materiaaleille ja/tai luontoon.

Vaikutukset kyetään nykytietämyksellä arvioimaan tietyille terveys-, materiaali- ja kasvillisuusvaikutuksille. Lisäksi ilmastomuutoksen vaikutuksia arvioidaan erillisiin tutkimuksiin perustuen suoraan päästömäärien suhteessa.



**Kuva 2-1. Ympäristökustannusten arviointi vaikutuspolkumenetelmällä.**

Vaikutustarkastelussa huomioituja komponentteja ovat:

- rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>),
- typenoksidit (NO<sub>x</sub>),
- hiukkaset (suorat hiukkaspäästöt ja ilmakehässä muodostuva sulfaatti ja nitraatti),
- hiilimonoksidi (CO),
- typenoksidi- ja hiilivetypäästöistä (HC) muodostuva alailmakehän otsoni (O<sub>3</sub>) ja
- hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>).

Eri yhdisteiden vaikutuksia tarkastellaan vaihtelevalla tarkkuudella, sillä joidenkin epäpuhtauksien pitoisuuksista tai vaikutuksista on saatavilla paremmin tietoa kuin toisista. Osa vaikutuksista on vahvasti paikallisia, osa taas alueellisia ja globaaleja. Tämän vuoksi arviointiprosessin kannalta on merkittävää missä päästöt aiheutuvat (kasvihuonekaasupäästöjä lukuun ottamatta) ja kuinka niistä muodostuvat pitoisuudet sekä laskeumat vaikuttavat ihmisiin, kasveihin ja materiaaleihin. Näin ollen päästöt satamaväylillä ja satamissa aiheuttavat suurempia vaikutuksia sekä edelleen kustannuksia kuin päästöt esimerkiksi avomerellä.

<sup>5</sup> Tarkempaa kuvausta varten, ks. Gynther ym. (2000).

Aiemmassa arvotusselvityksessä (Gynther ym., 2000) Merenkulkulaitokselle määritellyt yksikkökustannukset (mk/t) on arvioitu keskiarvona meri- ja sisävesiliikenteelle (ks. luku 2.3). Lisäksi työssä pohdittiin erikseen jäänmurtajien ja veneilyn haittojen arvottamista.

### 2.3

#### **Aikaisemmat tulokset**

Vesiliikenteen ilmapäästöjen aiheuttamat haitat on arvioitu erikseen sisävesi- ja meriliikenteelle. Satamapäästöjen vaikutus on huomioitu meriliikenteessä. Sen sijaan sisävesiliikenteen satamapäästöjä ei ole erikseen mallinnettu taustatietoihin liittyvien epävarmuuksien takia. Seikka aliarvioi hieman sisävesiliikenteelle laskettuja mk/t -ympäristökustannuksia.

Sisävesi- ja meriliikenteen käsittely sekä tulosten esittely poikkeavat hieman toisistaan. Menetelmä on selostettu tarkemmin jatkossa (luvut 2.3.1 ja 2.3.2). Molemmissa tapauksissa tulokset on esitetty alueellisen kohdentumisen mukaan jaettuna haittaluokittain sekä erikseen päästökomponenteille arvioituna, mutta ei kuitenkaan alustyypeille tai kuljetussuoritteelle kohdennettuna. Tuloksena on siis kyseessä olevan liikennemuodon kokonaishaitat (mmk/a) sekä haitat päästökomponenteittain (mk/t).

Tietyn päästön aiheuttama pitoisuus riippuu useista eri tekijöistä, mm. meteorologiasta, savukaasujen lämpötilasta, piipun korkeudesta, päästölähteen muodosta, ympäröivistä rakenteista yms. Pitoisuus on tunnettava, koska altistuminen, haitat ja kustannukset edelleen ovat suoraan riippuvaisia pitoisuudesta.

Laivojen osalta yksi eroava tekijä on piipun korkeus, eli esimerkiksi matkustaja-autolautan piipunkorkeus on keskimäärin noin 50 m, kun taas lastilautan piipunkorkeus on noin 25 m. Tällöin saman suuruinen päästö matkustaja-autolautasta aiheuttaa alhaisemmat pitoisuudet päästölähteen lähistöllä esimerkiksi matalapiippuiseen lastilautaan verrattuna (ks. Taulukko 2-2). Kauempana lähteestä suhteellinen ero pienenee, ja esimerkiksi taustapitoisuuksia arvioitaessa eroa ei voida havaita.

Tässä yhteydessä tutkituilla eri laivatyypeillä piipunkorkeudet sekä muut päästöjen leviämiseen vaikuttavat ominaisuudet ovat melko samanlaisia. Tämän perusteella on pääteltävissä, että eri alustyypeille voidaan soveltaa samoja mk/t-arvoja.

**Taulukko 2-2. SO<sub>2</sub>-päästö, pitoisuus sekä pitoisuuden ja päästön välinen suhde 2,5 ja 20 km etäisyydellä päästölähteistä Kotkassa.\***

Etäisyys, km:			2,5	20	2,5	20
Laivatyyppi	piipunkork., m	päästö, t/a	SO <sub>2</sub> -pitoisuus ng/m <sup>3</sup>		pitoisuus/päästö -suhde	
matkustaja-alus	25	9	8	2	0,9	0,2
matkustaja-autolaut.	50	9	4	1	0,5	0,1
junalautta	23	21	20	5	1,0	0,2
lastilautta	25	74	60	14	0,8	0,2
konttialus	22	4	4	1	0,9	0,2
irtolastialus	25	10	10	2	1,0	0,2
muu kuivalastialus	15	37	45	10	1,2	0,3
säiliöalus	28	24	19	6	0,8	0,2
muu alus	12	4	4	1	1,0	0,2

\* Laskelma pohjautuu Varjorannan ja Pietarilan (1999) leviämismallinnustuloksiin.

### 2.3.1 Meriliikenne

Päästöjen ympäristökustannusten taloudellinen määrittäminen on suoritettu vaikutuspolkumenetelmällä. Meriliikenteen päästöt pohjautuivat MEERI 96 -laskentajärjestelmään. Tarkastelussa on ollut mukana sekä matkustaja- että rahtilaivat ja ulkomaan- ja kotimaanliikenne sekä lisäksi jäänmurtajat. Liikennöinnin lisäksi tarkastelussa on huomioitu päästöt satamissa. Polttoaineiden käytön lisäksi on tarkasteltu polttoaineketjujen alkupään vaiheita eli tuotantoa, kuljetuksia, jalostusta ja jakelua.

Seuraavaksi on tarkasteltu millaisia pitoisuuksia meriliikenne aiheuttaa satamakaupungeissa, ja millainen on meriliikenteen vaikutus yleisiin taustapitoisuuksiin Suomessa. Valittu tarkastelutapa on johtanut myös vaikutustarkastelujen ja taloudellisen arvottamisen jakautumisen kahteen tarkasteluosioon: tarkasteluun satamakaupungeissa ja muussa Suomessa. Ulkomaille kulkeutuvat epäpuhtaudet on huomioitu lisäksi erikseen.

Meriliikenteen aiheuttamia pitoisuuksia on aiemmin mallinnettu mm. Helsingin, Turun ja Pansion satamissa. Sen sijaan väylillä liikkuvien alusten maalla aiheuttamista pitoisuuksista ei juurikaan ollut ennestään tietoa. Tämän vuoksi työn aikana teetettiin leviämislaskelma Kotkan satamasta lähtevän liikenteen aiheuttamille päästöille väylällä Kotkan edustalla, jotta saataisiin lisätietoa väylällä liikkuvien alusten aiheuttamista epäpuhtauspitoisuuksista rannikolla (Varjoranta ja Pietarila, 1999).

Tulokset yleistettiin koko maahan suhteuttamalla Kotkan liikennöintimäärät alustyypeittäin muiden satamien kautta tapahtuvaan liikennöintiin, jolloin saadaan suuntaantavasti selville väylillä liikkuvien alusten vaikutus pitoisuuksiin kussakin satamassa.

MEERI:ssä meriliikenteen päästöt on jaoteltu päästöihin satamissa ja väylillä. Päästöt satamissa sisältävät paitsi päästöt laiturissa myös satama-alueen väylällä. Päästöt satama-alueen väylillä sisältyvät leviämismallitarkasteluun. Satamakaupungeissa on arvioitu lisäksi laiturissa syntyvien päästöjen vaikutus paikallisiin pitoisuuksiin. Tarkastelu on tehty siten, että MEERI-järjestelmän laskemien laituripäästöjen on oletettu kohottavan kunkin satamakaupungin pitoisuuksia vastaavasti kuin mallinnetut väyläpäästöt. Menetelmä todennäköisesti aliarvioi hieman laituripäästöjen vaikutusta, koska päästölähde on lähempänä asutusta väyläpäästöihin verrattuna. Näin on menetelty, koska Gyntherin ym. (2000) selvityksessä ei ollut mahdollisuutta mallintaa erikseen laituripäästöjen aiheuttamia pitoisuuksia.

Meriliikenteen vaikutus yleiseen taustapitoisuuteen on arvioitu ns. top-down -periaatteella. Pitoisuusarviot pohjautuvat kunkin epäpuhtauskomponentin vallitseviin kokonaispitoisuuksiin, joista on vähennetty ensin se pitoisuusosuus, joka muodostuu Suomen rajojen ulkopuolelta tulevasta kaukokulkeumasta. Jäljelle jäävä, Suomen omien lähteiden aiheuttama pitoisuus on kohdistettu eri sektoreille (liikennesektori, energiantuotanto, teollisuus jne.). Allokoinnissa on hyödynnetty eri lähderyhmien päästöjen aiheuttamia pitoisuuksia sekä lisäksi eri sektoreiden päästöjen osuutta Suomen kokonaispäästöistä tietojen saatavuuden puitteissa.

Keskimääräiset, vallitsevat taustapitoisuudet tunnetaan mittausten perusteella hyvin Suomessa, mutta käytettävissä ei ole yhtenäistä arviota tai leviämismallinnusta kaukokulkeuman sekä eri lähderyhmien päästöjen aiheuttamista osuuksista vallitsevissa taustapitoisuuksissa Suomessa. Vastaavaa menetelmää on hyödynnetty myös muissa arvottamisselvityksissä (Gynther ym. 1999a, 1999b, 2000). Menetelmää myös kuvattu tarkemmin k.o. julkaisuissa

Seuraavaksi on arvioitu vaikutukset ihmisiin (eri tyyppinen oireilu ja vaikutus odotettavissa olevaan elinikään), rakennettuun ympäristöön (rakennusmateriaalien korrosio ja likaantuminen), luontoon (sato- ja metsävauriot sekä vesistöjen happamoituminen ja rehevöityminen). Altistuva väestömäärä huomioitiin laskelmissa erikseen satamakaupungeissa ja erikseen tausta-alueella. Lisäksi on arvioitu kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaman ilmastomuutoksen haittoja.

Kaikkia ilmaan kohdistuvien päästöjen vaikutuksia ei kuitenkaan ole voitu arvottaa taloudellisesti, koska käytettävissä ei ole ollut riittävän luotettavia altistus-vaikutusfunktioita tai haittojen arvottamistutkimuksia. Arvottamatta jääneitä vaikutuksia ovat esimerkiksi luonnon olemassaoloarvot, biodiversiteetti sekä kulttuurihistorialliset arvot. Eräille terveysvaikutuksille, kuten  $\text{NO}_x$ -päästöistä aiheutuvien  $\text{NO}_2$ -pitoisuuksien suorille terveysvaikutuksille, ei ole toistaiseksi ollut käytettävissä riittävän luotettavia altistusvaikutusfunktioita.  $\text{NO}_2$ -pitoisuuksien huomioiminen kohottaisi ympäristökustannuksia.

Gyntherin ym. (2000) selvityksessä on käytetty markkinahintoja arvioitaessa materiaalien korroosion (huolto- ja vaihtokustannukset), metsävaurioiden (kantohinnat), satotappioiden (maaloustuotteiden maailmanmarkkinahinnat) ja ilmaan kohdistuvien päästöjen vesistöjä happamoittavien vaikutusten (mm. kalasaaliiden arvo) kustannuksia arvioitaessa. Terveysvaikutusten, likaantumishaittojen sekä ilmastomuutoksen kohdalla on käytetty haittojen yksikköarvona maksuhalukkuustutkimuksissa laadittuja yksikköarvoja, markkinahintoja tai näiden yhdistelmiä.

Polttoaineketjujen alkupään eli käyttöä edeltävien vaiheiden ympäristökustannuksia on arvioitu käyttämällä työssä muodostettavia haittakertoimia Suomessa syntyneille ympäristökustannuksille. Näitä käytetään myös tarkasteltaessa Suomen ulkopuolelle kulkeutuvien vesiliikenteen päästöjen vaikutusten kustannuksia.

**Taulukko 2-3. Meriliikenteen ilmapäästöjen haitat yhteensä, milj. mk/a (1997 rahassa; Gynther ym., 2000).**

Vaikutus	Satama- kaupungit	Tausta- alue	Yhteensä
Kuolleisuus	53	95	148
Sairastuvuus	18	46	64
Materiaalivauriot, korroosio	2,1	0,5	2,6
Materiaalivauriot, likaantuminen	2,0	2,8	4,8
Metsävauriot, happamoituminen <sup>(1)</sup>			7,2
Metsävauriot, otsoni <sup>(1)</sup>			13
Satovauriot <sup>(1)</sup>			9,4
Vesistöt, happamoituminen <sup>(1)</sup>			2,8
Vesistöt, rehevöityminen <sup>(1)</sup>			1,0
Ilmastonmuutos <sup>(1)</sup>			488
<b>Yhteensä, milj. mk/a</b>			<b>741</b>
Jäänmurtajat, kaikki vaikutukset <sup>(1)</sup>			23
Polttoaineketjujen alkupää <sup>(2)</sup>			9
Ulkomaille kulkeutuvat päästöt <sup>(2)</sup>			193
<b>Yhteensä, milj. mk/a</b>			<b>965</b>

<sup>(1)</sup>Sisältävät sekä muun meriliikenteen että jäänmurtajien polttoaineketjujen alkupään ja ulkomaille kulkeutuvien päästöjen haitta-arvion. <sup>(2)</sup>Ei eritelty haitan luonteen vuoksi erikseen satamakaupunkeihin ja tausta-alueille

Meriliikenteen (pl. jäänmurtajat) yhteenlaskettu haitta on kohdistettu eri päästökomponeenteille (Taulukko 2-4). Kun päästökomponeentin aiheuttamat haitat on laskettu yhteen ja jaettu päästömäärillä, saadaan päästökomponeentin haittakerroin (mk/t).

**Taulukko 2-4. Meriliikenteen haittakustannukset päästökomponeenteittain, mk/t (1997 rahassa; Gynther ym., 2000).**

Komponentti	Keskimäärin
SO <sub>2</sub>	3 808
NO <sub>x</sub>	2 088
Suorat hiukkaset <sup>(1)</sup>	40 205
Hiilimonoksidi	14
Hiilivedyt	614
CO <sub>2</sub>	1,91

<sup>(1)</sup> Suorat hiukkaset tarkoittavat tässä yhteydessä poltosta syntyviä hiukaspäästöjä. Sulfaatin ja nitraatin aiheuttamat haitat on kohdistettu rikki- ja typpipäästöille.

### 2.3.2

#### Sisävesiliikenne

Sisävesiliikenteen aiheuttamien päästöjen terveys- ja materiaali vaikutusten ympäristökustannukset on arvioitu samalla tavoin kuin meriliikenteen kustannukset. Pitoisuusarviot väylien varrella perustuvat leviämismallinnukseen 20 km reitillä Saimaan kanavalla (Varjoranta, 2000), ja mallitulosta on hyödynnetty jatkotarkasteluissa suhteutta

malla tarkastellun alueen liikennöintimäärät liikennöintiin muilla sisävesialueilla. Tällöin saadaan suuntaa-antavasti selville sisävesiväylillä liikkuvien alusten vaikutus pitoisuuksiin väylien lähistöllä. Altistumisessa ja edelleen vaikutuksissa on huomioitu väylien varrella asuva väestö. Sisävesiliikenteen vaikutus yleiseen taustapitoisuuteen on arvioitu top-down -periaatteella. Tarkasteltavat päästökomponentit ja vaikutukset ovat samat kuin meriliikenteessä.

**Taulukko 2-5. Sisävesiliikenteen ilmapäästöjen ympäristökustannukset vuonna 1996, mk/a (1997 rahassa; Gynther ym., 2000).**

Vaikutus	Ympäristökustannus, mk/a
Terveysvaikutukset	1 200 000
Materiaalien korrosio	11 000
Likaantuminen	29 000
Metsävauriot, happamoituminen	24 000
Metsävauriot, otsoni	41 000
Satovauriot, otsoni	29 000
Vesistövaikutukset, happamoituminen	9 000
Vesistövaikutukset, rehevöityminen	-
Ilmastonmuutos	1 600 000
Yhteensä, mk/a	2 950 000
Polttoaineketjujen alkupää	35 000
Ulkomaille kulkeutuvat päästöt	640 000
Yhteensä, mk/a	3 600 000

Sisävesiliikenteen yhteenlaskettu haitta on kohdistettu eri päästökomponenteille (Taulukko 2-6). Kun kaikki kunkin päästökomponentin aiheuttamat haitat on laskettu yhteen ja jaettu päästöillä, on saatu kyseisen päästökomponentin haittakerroin (mk/t).

**Taulukko 2-6. Sisävesiliikenteen haittakustannukset keskimäärin päästökomponenteittain, mk/t (1997 rahassa; Gynther ym., 2000).**

Komponentti	Haittakustannus
SO <sub>2</sub>	5 000
NO <sub>x</sub>	3 400
Suorat hiukkaset <sup>1</sup>	68 000
Hiilimonoksidi	130
Hiilivedyt	900
CO <sub>2</sub>	191

<sup>1</sup> Suorat hiukkaset tarkoittavat tässä poltosta syntyviä hiukkaspäästöjä. Sulfaatin ja nitraatin aiheuttamat haitat on kohdistettu rikki- ja typpipäästöille.

Haittakertoimet poikkeavat hieman meriliikenteestä, sillä päästöjen leviäminen on erilaista ja mm. altistuvan väestön sijainti päästölähteeseen nähden on erilainen

### **3 ALUSTYYPPIKOHTAISTEN PÄÄSTÖKUSTANNUSTEN MÄÄRITTELY**

#### **3.1 Yleistä**

Aluskohtaisia ilmapäästöjen yksikkökustannuksia tarvitaan väylähankkeiden kannattavuusarvioinnissa, vesikuljetusten sisäisessä vertailussa sekä liikennemuotojen välisessä vertailussa. Jokaisella väylällä liikkuu hieman erilainen koostumus alusliikennettä, joilla kaikilla on hieman erilaiset päästöt ja siten erilaiset ympäristökustannukset. Myös väylän tyyppi ja sijainti vaikuttavat päästökustannukseen, eli tietyn suuruinen päästö aiheuttaa suuremmat haitat esimerkiksi kaupungin lähistöllä kuin avomerellä. Esimerkiksi maantie- ja rautatieliikenteelle on määritelty ajoneuvo- ja junatyypeittäisiä kustannuksia liikennesuoritteelle kohdennettuna erikseen taajamissa ja haja-asutusalueilla. Päästöjen aiheutumispaikasta ja aluksen tyypistä riippumaton keskimääräinen mk/t tai mk/km -kustannustieto onkin liian yleinen vesiliikenteen päästökustannuksen kuvaaja.

Alus- ja suoritekohtaisten ilmapäästöjen yksikkökustannusten tuottamismahdollisuudet ovat parantuneet Gynther ym. (2000) selvityksen tekemisen jälkeen, etenkin kun käyttöön on saatu yksityiskohtaiset alustyypeittäiset lähtötiedot (EP-Logistics, 2001). Jatkossa laivaliikennettä koskevat tiedot tulevat edelleen tarkentumaan mm. päästöjen osalta (mm. Mäkelä, 2000; Korhonen, 2000).

Nyt arvioidaan alus- ja suoritekohtaisia ilmapäästöjen yksikkökustannuksia tuoreen tutkimustiedon ja käytettävissä olevien lähtötietojen puitteissa. Koska aluskustannusten arvioinnissa käytetään yleisesti tarkasteluyksikkönä mk/vrk, on vesiliikenteen ympäristökustannukset määritelty nyt väylä- ja alustyypeittäin markkoina aluksen liikennöimää tai satamassa seisomaa vuorokautta kohti.

#### **3.2 Alus- ja suoritekohtaisten yksikköpäästöjen määrittäminen**

##### **3.2.1 Alustyyppiluokittelu**

Merenkululaitos käyttää väyläinvestointien arvioinnissa seuraavaa aluskustannusten alustyyppiluokittelua (Merenkukuhallitus, 1996 ja EP-Logistics, 2001):

- kuivabulk-alukset,
- konttialukset,
- konventionaaliset kuivalastialukset,
- ro-ro-alukset sekä
- säiliöalukset.

##### **3.2.2 Päästökertoimet**

MEERI 2000 -järjestelmässä vesiliikenteen päästökertoimet on määritelty alustyypeille sekä eri moottorityypeille (Taulukko 3-1). Eri alustyyppien käyttämät moottorityypit (2- ja 4-tahtinen) on jaoteltu bruttorekisteritonniin mukaan. EP-Logistics'in käyttämä DWT-luokittelu on nyt muunnettu bruttorekisteritonneiksi kertoimella 0,6. Polttonesteen rikkipitoisuutena on käytetty MEERIin pohjautuen raskaan polttoöljyn osalta 1 % ja dieselin osalta 0,15 %.

**Taulukko 3-1. Päästökertoimet (g/kWh) 80 % kuormituksella.**

Komponentti	2-tahti	4-tahti
CO	0,60	1,00
HC	0,39	0,39
NO <sub>x</sub>	16,8	13,3
Hiukkaset	0,48	0,29
CO <sub>2</sub>	588	608

### 3.2.3 Päästöjen yksikkökustannukset

Tässä yhteydessä Gyntherin ym. (2000) määrittelemiä ilmapäästöjen yksikkökustannuksia (mk/t) on tarkennettu seuraavasti (Taulukko 3-2):

- Sisävesiliikenteen osalta on käytetty suoraan Gyntherin ym. (2000) selvityksen tuottamia arvoja indeksikorjattuna (6 %) vuoden 1997 tasosta.
- Rannikkoväylien alkuperäisestä mk/t -kustannuksesta on poistettu niihin sisältyvien laituripäästöjen vaikutus. Terveysvaikutusten osalta korjaus on tehty siten, että sekä satamakaupungeissa että tausta-alueella vallitsevista meriliikenteen aiheuttamista pitoisuuksista on poistettu laituripäästöjen vaikutus päästösuhteiden avulla. Muiden vaikutusten osalta korjaus on tehty keskimääräisten päästömäärien suhteessa. Korjauksen jälkeen yksikkökustannukset alentuvat, koska pitoisuudet joille väestö altistuu alentuvat etenkin satamakaupungeissa.
- Satamapäästöjen yksikkökustannukset on määriteltä siten, että laituripäästöjen satamakaupunkeihin aiheuttamien pitoisuuksien suhde on vastaava kuin alkuperäisen leviämismallinnuksen satamaväylien päästöjen ja satamakaupungeissa valitsevien pitoisuuksien suhde. Käytettävissä ei ole ollut erillistä laituripäästöjen leviämismallinnusta. Menetelmä todennäköisesti hieman aliarvioi satamapäästöjen kustannuksia. Todellisuudessa päästöt laiturissa aiheuttavat korkeammat pitoisuudet altistuvalla väestöllä. Jatkossa satamapäästöjen aiheuttamia pitoisuuksia tulisikin selvittää tarkemmin.
- Avomeriväylien ympäristökustannukset on määritetty suuntaan antavina arvioina. Tässä yhteydessä on päädytty käyttämään Gyntherin ym. (1999) laskelmiin pohjautuvia arvioita rannikkoväylille korjattuna siten, että satamakaupungeissa syntyvät kustannukset on poistettu mk/t-arvoista. On huomattava, että kustannusten kohdentuminen on erilaista avomeriväylillä satamiin ja rannikkoväyliin verrattuna, mutta nyt aiheita ei ole pohdittu yksityiskohtaisesti. Avomerenä on käsitelty Suomen ja muun Euroopan välistä liikennettä, mutta ei liikennettä siitä etäämpänä.

Avomeriväylien, kuten myös satamavuorokausien, ympäristökustannusten tarkka arvioiminen vaatisi oman vaikutuspolkumenetelmään perustuvan arvottamisselvityksen leviämismallinnuksineen (ks. Kuva 2-1).



**Taulukko 3-2. Eri päästökomenttien yksikkökustannukset (mk/t) rannikko- ja sisävesiväylillä sekä satamissa.**

Komponentti	avomeri	rannikko	sisävesi	satama
CO*	2	10	140	100
HC**	720	720	950	1 010
NO <sub>x</sub>	1 700	2 100	3 600	5 900
Hiukkaset	24 600	40 600	72 100	176 200
CO <sub>2</sub> ***	15	15	15	15
SO <sub>2</sub>	2 600	3 900	5 300	15 600

\* Laskentamenetelmän pyöristysten yms. syiden takia satamien CO:n mk/t kustannus on pienempi sisävesiliikenteeseen nähden, todellisuudessa kustannus on todennäköisesti hieman suurempi.

\*\* HC vaikuttaa otsoninmuodostukseen, ja avomerellä sekä rannikkoväylällä vaikutus on arvioitu samaksi.

\*\*\* CO<sub>2</sub>-päästöistä aiheutuva ilmastonmuutos on globaali haikka.

**3.2.4****Suoriteyksikkö**

Suoriteyksikön osalta on tässä yhteydessä päädytty *mk/vrk* -yksikköön, koska myös muut aluskustannukset on määritetty vastaavassa yksikössä.

Mielenkiintoinen piirre vesiliikenteessä on se, että lastin vaikutus päästöihin on varsin vähäinen, eli laivan päästöt esimerkiksi kilometriä kohden ovat miltei samat tyhjänä ja täydessä lastissa (ks. Mäkelä ym., 2000).

**4****ALUS- JA SUORITEKOHTAISET ILMAPÄÄSTÖJEN YKSIKÖKUSTANNUKSET**

Tässä yhteydessä on määritelty ilmapäästöjen yksikkökustannukset (mk/vrk) eri alustyypeille sisävesiliikenteessä ja rannikkoväylillä. Lisäksi on määritelty suuntaa-antavat yksikkökustannukset satamavuorokausille sekä avomeriväylillä (Euroopan liikenne; mk/vrk). Arvot on esitetty sekä ilman ilmastonmuutoksen kanssa että ilman sitä (Taulukko 4-1). Suuruusluokaltaan ympäristökustannukset ovat noin kymmenesosa kaikista aluskustannuksista (vrt. EP-Logistics, 2001). Yksityiskohtaisemmat tiedot päästömääristä ja ympäristökustannuksista löytyvät päästölajeittain ja alustyypeittäin liitteestä 3.

Huomattavimmat epävarmuudet yksikkökustannusten arvioinnissa liittyvät ilmastonmuutokseen (CO<sub>2</sub>-päästöt). Niillä on keskeinen vaikutus lopputulokseen, ja siksi ympäristökustannusarviot usein esitetään myös ilman ilmastonmuutokseen liittyviä kustannuksia. Uusimmat ympäristökustannuslaskelmat käyttävät kuitenkin kertaluokkaa alhaisempia yksikkökustannuksia CO<sub>2</sub>-päästöille (European Commission, 2000), ja tältä osin yksikkökustannustieto on päivitetty.

Tutkimuksen edetessä yksikkökustannustieto tulee tarkentumaan, ja nykyinen arvio vaikuttaa alhaiselta esimerkiksi päästöjen vähentämisen kustannuksiin verrattuna. Nykyisen laskelman pohjalta CO<sub>2</sub>:een liittyvät kustannukset ovat suuruusluokaltaan n. 10 % muista ympäristökustannuksista, mutta voivat nousta jatkossa merkittävästikin tutkimustuloksista riippuen.

**Taulukko 4-1. Ilmapäästöjen yksikkökustannukset alustyypeittäin (mk/vrk).**

Syväys m	Teho kW	Avomeriväylä (suuntaa-antava arvio)			Rannikkoväylä			Sisävesiväylä			Satama (suuntaa-antava arvio)		
		ymp.kust.yht	ei ilmasto	ilmasto	ymp.kust.yht	ei ilmasto	ilmasto	ymp.kust.yht	ei ilmasto	ilmasto	ymp.kust.yht	ei ilmasto	ilmasto
<b>Kuivabuik -alukset</b>													
8	3 800	5 300	4 500	800	7 000	6 200	800	-	-	-	1 500	1 500	40
9	4 900	6 900	5 900	1 000	9 000	8 000	1 000	-	-	-	2 000	2 000	50
10	6 000	8 400	7 200	1 200	11 000	9 800	1 200	-	-	-	2 400	2 300	100
11	7 100	9 900	8 400	1 400	13 000	11 500	1 400	-	-	-	2 700	2 600	100
12	8 200	11 400	9 700	1 700	14 900	13 300	1 700	-	-	-	3 000	2 900	100
13	9 300	12 900	11 000	1 900	16 900	15 000	1 900	-	-	-	3 300	3 200	100
14	10 400	14 400	12 300	2 100	18 900	16 800	2 100	-	-	-	3 600	3 500	100
15	11 500	15 900	13 600	2 300	20 900	18 500	2 300	-	-	-	3 900	3 800	100
16	12 700	17 400	14 800	2 600	22 800	20 300	2 600	-	-	-	4 100	4 000	100
<b>Konttialukset</b>													
6	4 400	5 180	4 300	900	6 700	5 800	900	10 400	9 500	900	1 700	1 700	50
7	5 100	6 700	5 600	1 100	8 700	7 700	1 100	-	-	-	2 000	1 900	100
8	8 300	11 550	9 900	1 700	15 200	13 500	1 700	-	-	-	3 100	3 000	100
9	10 200	14 300	12 200	2 100	18 700	16 700	2 100	-	-	-	3 800	3 700	100
10	13 900	19 300	16 500	2 800	25 400	22 600	2 800	-	-	-	4 900	4 800	100
11	17 400	24 200	20 700	3 500	31 800	28 300	3 500	-	-	-	6 000	5 900	100
12	18 300	25 900	22 200	3 700	34 200	30 400	3 700	-	-	-	7 000	6 900	100
13	36 700	51 600	44 100	7 500	67 900	60 400	7 500	-	-	-	13 400	13 100	300
14	45 500	63 600	54 400	9 200	83 700	74 400	9 200	-	-	-	16 100	15 700	300
<b>LoLo -alukset</b>													
4	1 500	1 600	1 300	300	2 100	1 800	300	3 300	3 000	300	500	500	10
5	1 900	2 200	1 800	400	2 800	2 400	400	4 400	4 000	400	600	600	20
6	2 600	3 010	2 500	500	3 900	3 400	500	6 000	5 500	500	1 000	900	30
7	3 500	4 000	3 300	700	5 200	4 500	700	-	-	-	1 300	1 300	40
8	4 700	6 000	5 000	1 000	7 900	6 900	1 000	-	-	-	2 000	2 000	50
9	6 200	8 800	7 600	1 300	11 700	10 400	1 300	-	-	-	2 700	2 700	60
10	8 300	11 600	9 900	1 700	15 300	13 600	1 700	-	-	-	3 100	3 100	70
<b>RoRo -alukset</b>													
5	7 100	7 900	6 400	1 500	10 200	8 700	1 500	15 900	14 400	1 500	2 000	2 000	60
6	9 400	10 600	8 700	2 000	13 700	11 700	2 000	21 300	19 300	2 000	2 900	2 800	80
7	11 600	14 700	12 300	2 400	19 100	16 700	2 400	-	-	-	4 100	4 000	90
8	13 800	19 300	16 400	2 800	25 300	22 500	2 800	-	-	-	4 800	4 700	100
9	16 100	22 300	19 100	3 300	29 400	26 100	3 300	-	-	-	5 400	5 300	110
<b>Säiliöalukset</b>													
5	2 200	2 500	2 000	500	3 200	2 700	500	5 000	4 500	500	700	700	20
6	2 700	3 100	2 500	600	3 900	3 400	600	6 100	5 600	600	900	900	30
7	3 300	3 800	3 100	700	4 900	4 200	700	-	-	-	1 100	1 100	30
8	4 000	5 100	4 300	800	6 700	5 800	800	-	-	-	1 700	1 600	40
9	4 900	6 800	5 900	1 000	9 000	8 000	1 000	-	-	-	2 100	2 000	50
10	5 900	8 400	7 200	1 200	11 000	9 800	1 200	-	-	-	2 500	2 500	100
11	7 200	10 100	8 600	1 500	13 300	11 800	1 500	-	-	-	2 900	2 900	100
12	8 700	12 200	10 400	1 800	16 000	14 300	1 800	-	-	-	3 300	3 200	100
13	10 600	14 700	12 600	2 200	19 300	17 200	2 200	-	-	-	3 800	3 700	100
14	12 900	17 700	15 100	2 600	23 300	20 700	2 600	-	-	-	4 200	4 200	100
15	15 700	21 400	18 200	3 200	28 100	24 900	3 200	-	-	-	4 800	4 700	100
16	19 100	25 900	22 000	3 900	33 900	30 000	3 900	-	-	-	5 400	5 200	100

## **5 YMPÄRISTÖKUSTANNUSTEN ARVIOINNIN KEHITTÄMINEN**

### **5.1 Päästöarviot**

Ympäristökustannusten arvioinnin kehittäminen voidaan jakaa päästöarvioiden kehittämiseen sekä muuhun ympäristökustannusten arviointiin (ks. Kuva 2-1). Ympäristökustannusten arviointi vaikutuspolkumenetelmällä käyttää päästötietoja suoraan lähtötietoina. Tässä yhteydessä ei pohdita vesiliikenteen päästöarvioiden kehittämistä. Päästöarvioita tarkennetaan parhaillaan muiden tahojen toimesta (mm. Korhonen, 2000).

Ympäristökustannusten arviointia on tarpeen kehittää monilta muilta vaikutuspolkumenetelmän vaiheiden osalta (pitoisuusarviot, vaikutukset, kustannukset). Ohessa on käsitelty muutamia osa-alueita, joita tulisi selvittää lisää. Käsitely ei ole tyhjentävä tässä esiselvitysvaiheessa.

### **5.2 Pitoisuusarviot**

Vesiliikenteen aiheuttamat pitoisuusarviot perustuvat Gyntherin ym. (2000) raportissa korkeatasoiseen leviämismallinnukseen sekä meri- että sisävesiliikenteen osalta (Varjoranta ja Pietarila, 1999; Varjoranta, 2000).

Pitoisuusarvioita voitaisiin edelleen kehittää. Nyt kustannusarviot perustuvat yhteen mallinnukseen meri- ja sisävesiliikenteen osalta, ja tulokset on yleistetty koko maan tasolle liikennöintimäärien suhteella. Tulosten edustavuutta voitaisiin parantaa useammalla mallinnustuloksella. Edelleen laituripäästöjen aiheuttamien pitoisuusvaikutuksia tulisi tarkentaa. Nyt laituripäästöt on huomioitu keskimääräisellä, päästömääriin suhteutetulla korjauskertoimella. Sisävesiliikenteessä satamapäästöjä ei ole toistaiseksi huomioitu. Lisäksi avomeriväylien päästöjen pitoisuusvaikutuksista tulisi saada mallinnustuloksia.

### **5.3 Vaikutukset**

Vaikutusten arviointi kehittyy jatkuvasti, ja vaikutusten arvioinnissa käytetyt altistusvaikutusfunktiot tulisi päivittää uusimman tiedon mukaisiksi. Gyntherin ym. (2000) selvityksen jälkeen funktioihin on tullut joitakin tarkennuksia. Alustavan arvion mukaan tarkennuksilla ei liene kovin suurta vaikutusta nyt tehtyihin arvioihin - todennäköisesti kustannukset hieman alentuisivat käytettäessä uusimpia funktioita.

Tässä yhteydessä on pohdittu vain ilmapäästöjen vaikutuksia, ja kaikille epäpuhtauksille ei ole vielä käytettävissä yleisesti hyväksyttyjä altistusvaikutusfunktiota (esim. NO<sub>2</sub>) vaikutuksista. Vesiliikenteestä aiheutuu lisäksi lukuisia muita vaikutuksia, joille yksikkökustannusten määrittäminen olisi ehkä mahdollista.

Vaikutusten arvioinnissa keskeinen merkitys on altistuvan väestö arvioinnilla. Tarkennuksia tarvitaan lähinnä sisävesiliikenteen osalta, mutta merkitys on suhteellisen vähäinen. Suurimmat epävarmuudet voidaan arvioida liittyvän ilmastomuutoksen aiheuttamiin vaikutuksiin. Avomeriväylien osalta erityinen kysymys on kustannusten kohdentuminen. Kun muilla väylillä ja satamissa kustannukset pääosin kohdentuvat Suomeen, tilanne avomeriväylien osalta on päinvastainen.

#### 5.4 Yksikkökustannukset

Eri vaikutuksien yksikkökustannukset muuttuvat tutkimuksen edistyessä. Gyntherin selvityksessä on hyödynnetty sekä suomalaisia että yleisiä eurooppalaisia yksikkökustannuksia. Kustannustiedoissa ei ole tapahtunut viime vuosina ratkaisevia muutoksia ilmastomuutosta lukuun ottamatta. Ilmastomuutoksen osalta ExternE –projektien yhteydessä on kuitenkin siirrytty käyttämään kertaluokkaa alhaisempaa arvioita aiempiin, mm. Gyntherin selvityksessä hyödynnettyihin yksikkökustannuksiin verrattuna.

Ilmastomuutoksen arviointiin liittyy todennäköisesti suurimmat epävarmuudet, jolloin CO<sub>2</sub> –päästöjen yksikköhaitat saattavat muuttua – mahdollisesti kohota – jatkossa merkittävästi. Tulokset on perusteltua esittää myös ilman kasvihuonekaasupäästöihin liittyviä kustannuksia. Muita kasvihuonekaasupäästöjä (N<sub>2</sub>O ja CH<sub>4</sub>) ei ole käsitelty tässä esiselvitysvaiheessa. Niiden vaikutus olisi kuitenkin suhteellisen vähäinen.

#### 5.5 Väylätyypit

Tässä yhteydessä on pystytty määrittelemään yksikkökustannukset sisävesi- ja rannikkoväylille, suuntaa-antavasti satamapäästöille ja avomeriväylille Euroopassa – ei kuitenkaan ’globaaleille väylille’.

Satamapäästöjen ja avomeriväyliä yksikkökustannusten määrittämistä tulisi jatkossa kehittää, ja etenkin globaalissa skaalassa yksikkökustannusten määrittäminen vaatisi erillisen tutkimusprojektin. Kaukoliikenteessä päästöjen kohdentuminen ja haittojen aiheutuminen sekä erityisesti arvottaminen ovat erityisen vaikeasti arvioitavia seikkoja.

Satamapäästöjen ja avomeriväyliä yksikkökustannukset voitaisiin määritellä yksityiskohtaisemmin myös tietyille väylälle esimerkiksi ExternE –projekteissa kehitettyä *EcoSense* –mallia hyödyntäen. Malli on integroitu työkalu ympäristökustannusten arviointiin vaikutuspolkumenetelmällä. Mallia on sovellettu Suomessa useissa hankkeissa.

#### 5.6 Alustyypit

Tässä yhteydessä yksikkökustannukset on määritelty vain erilaisille rahtialuksille. Jatkossa yksikkökustannuksia voitaisiin määritellä myös matkustaja-aluksille sekä huvi-, kalastus- ja työveneille sekä mahdollisesti myös jäänmurtajille. Myös tarkat aluksen ominaispiirteet huomioon ottavat arviot ovat mahdollisia *EcoSense* –mallia hyödyntäen.

#### 5.7 Yksiköt

Tonnikilometriin sidottuihin yksikköihin liittyvien ongelmien vuoksi (päästöt ja edelleen kustannukset eivät juurikaan suhteudu lastin määrään) tässä yhteydessä päästökustannus on määritelty mk/vrk –yksikkökustannuksena. Aihetta tulisi kuitenkin pohtia edelleen, etenkin riippuen siitä, miten päästöjä jatkossa käsitellään (esim. laivojen kokoluokittain). Edelleen on huomattava, että nyt käytetty yleistävä luokittelu ei tee eroa yksittäisten laivojen kohdalla – tämä saattaa olla ongelma esimerkiksi tietyssä yksittäistapauksissa, kun väylällä liikennöi alus jonka päästöt ovat selvästi keskimääräistä alhaisempia.

**6 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Tässä esiselvityksessä on arvioitu vesiliikenteen ilmapäästöjen yksikkökustannusten määrittämistä ja kehittämistä sekä arvioitu olemassa olevan aineiston pohjalta yksikkökustannukset sisävesi- ja rannikkoväylille. Lähtötietoihin liittyvien puutteiden ja epävarmuuksien takia yksikkökustannukset satamapäästöille ja etenkin 'eurooppalaisille avo-meriväylille' on toistaiseksi määritetty suuntaa-antavasti.

Ilmapäästöihin liittyvät ympäristökustannukset ovat suuruusluokaltaan n. kymmenesosa kaikista aluskustannuksista. Ilmastonmuutokseen liittyvien kustannusten osuus ympäristökustannuksista on noin kymmenesosa, mutta niiden määrittelyyn liittyy huomattavimmat epävarmuudet. Nyt käytetty menetelmä antaa suhteellisen alhaisia arvoja ilmastomuutoksen kustannuksille, mutta kustannustasoarvion merkittävä kohoaminen on mahdollista tutkimuksen edetessä. On joka tapauksessa suositeltavaa käsitellä ilmastonmuutokseen liittyviä kustannuksia erillään muista ilmapäästöihin liittyvistä ympäristökustannuksista.

Sekä päästötiedoissa että ympäristökustannusten arvioimisessa on kehittämistarpeita. Päästötiedot tarkentuvat parhaillaan meneillään olevissa projekteissa, ja uusia tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää ympäristökustannusten arvioimisprosessissa.

Yksikkökustannusten määrittämistä voidaan kehittää mm. reittikohtaisella mallintamisella *EcoSense* -mallin avulla. Yksikkökustannuksia olisi mahdollista määrittää nykyistä yksityiskohtaisemmin useammille alus- ja väylätyypeille. Lisäanalyysillä, mm. leviämismallinnuksilla, voitaisiin edelleen parantaa tulosten edustavuutta. Lisäksi vesiliikenteen ympäristökustannusarviot olisi jatkossa perusteltua päivittää kansainvälisen tutkimuksen tuottamia uusimpia altistus-vaikutusfunktioita ja yksikkökustannustietoja hyödyntäen.

**LÄHTEET**

Davies, M.E., Plant, G., Cosset, C., Harrop, O. & Petts, J.W. (2000). Study on the economic, legal, environmental, and practical implications of a European Union system to reduce ship emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>. BMT. No 3623. Final Report for European Commission Contract B4-3040/98/000839/MAR/B1.

EP-Logistics (2001). Aluskustannusten tarkistus 2001, Lastialusten käytön yhteiskuntataloudelliset kustannukset vesitieinvestointien hankearviointeja varten. EP-Logistics, Merenkululaitos, Helsinki

European Commission (1997). External Costs of Transport in ExternE. JOULE III Programme. Bickel B., Schmid S., Krewitt W. ja Friedrich R. IER (toim.).

European Commission (1999). High Level Group on transport infrastructure charging. Final report on estimating transport costs.

European Commission (2000). External costs of energy conversion – improvement of the ExternE methodology and assessment of energy-related transport externalities. Eds. P. Bickel, S. Schmid, W. Krewitt and R. Friedrich, IER, Germany. JOULE III Program. Final report.

Gynther, L., Otterström, T., ja Hämekoski, K. (1999a). Suomen tieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 23/1999. Helsinki.

Gynther, L., Hämekoski, K. ja Otterström, T. (1999b). Suomen rautatieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 2/1999. Helsinki.

Gynther, L., Torkkeli, S. ja Hämekoski, K. (2000). Suomen vesiliikenteen päästöjen ympäristövaikutusten kustannukset. Merenkululaitoksen julkaisuja 3/2000. Helsinki.

Jonson, J.E., Tarrason, L. & Bartnicki, J. (2000). Effects of international shipping on European pollution levels. EMEP/MSC-W Note 5/2000. The Norwegian Meteorological Institute, Research Report No. 41.

Korhonen, R. (2000). Merenkulun ominaissavukaasupäästöjen selvittäminen. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Mobile<sup>2</sup> –vuosikirja 2000.

Krewitt, W. & Heck, T. (2000). Environmental Costs: Estimation and integration into decision-making. Case energy policy scenario reducing CO<sub>2</sub> emissions. TTI GmbH and der Universität Stuttgart.

Liikenneministeriö (1994). Liikenteen väylähankkeiden vaikutus selvitysten yhdenmukaistaminen. Liikenneministeriön julkaisuja LM 26/91.

Liikenneministeriö (2000). Liikenteen väylähankkeiden hankearvioinnin yleisohje. Liikenneministeriön julkaisuja. L 8/2000.

Leksell, I. (1999). Ekonomisk värdering av luftföroreningar från trafiken. Rapport till SIKA, juli 1999. Tillämpad miljövetenskap, Göteborgs universitet.

Merenkulkuhallitus (1996). Vesitieinvestointien vaikutusten arvioinnissa käytettävien aluskustannusten tarkistus. EP-Logistics Oy

Mäkelä, K., Tuominen, A. & Pääkkönen, E. (1997). Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 96. VTT Yhdyskuntatekniikka, tutkimusraportti 428.

Mäkelä, K. (2000). Liikennevälineiden yksikköpäästöt –projekti. Mobile2 –vuosikirja 2000.

SIKA (1999). Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet (ASEK II). Rapport 1999:6.

SIKA (2000). Översyn av förutsättningarna för marginalkostnadsbaserade avgifter i transportsystemet. Rapport 2000:10.

Svensson, U. (2001). Samhällsekonomisk marginalkost för Vänersjöfartens externa kostnader. SSPA Sweden AB.

Tielaitos (2000). Ajokustannukset 2000. Ehdotus. Tielaitos. Tie- ja liikennetekniikka.

VBB Viak (2000). Samhällsekonomisk analys avseende utbyggnad av slussarna i Trollhätte kanal. Rapport till Sjöfartsverket. Juni 2000.

Varjoranta, R. (2000) Sisävesiliikenteen reittipäästöjen leviämismallilaskelmat eteläiselle Saimaalle. Ilmatieteen laitos - Ilmanlaadun tutkimus. Helsinki.

Varjoranta, R. ja Pietarila, H. (1999). Laivaliikenteen väyläpäästöjen leviämislaskelma Kotkan edustalla, 26.11.1999. Ilmatieteen laitos - Ilmanlaadun tutkimus. Helsinki.

## LIITE 1

### VESILIIKENTEEN PÄÄSTÖT JA ENERGIANKULUTUS MEERI 2000 – JÄRJESTELMÄSSÄ

**Taulukko 1. Suomen vesiliikenteen päästöt ja energiankulutus vuonna 2000 [t].  
(MEERI 2000 –laskentajärjestelmä).**

	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Hiuk- kaset	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Polttoaineen kulutus	Energian- kulutus
Satamat	595	219	7 268	148	2 378	333 979	110 129	4 532
Väylät	3 258	1 567	58 648	1 475	16 503	2 449 547	818 840	33 700
Huviveneet	23 524	8 315	1 288	349	73	180 439	58 436	2 504
Kalastus- ja työ- veneet	388	126	2 851	61	95	134 138	43 107	1 819
Jäänmurtajat	59	38	1 643	46	204	57 321	19 648	812
Yhteensä	27 824	10 265	71 698	2 080	19 253	3 155 423	1 050 161	43 367

<http://www.vtt.fi/rte/projects/lipasto/meeri/meeri.htm>

Tässä taulukossa Suomen vesiliikenteen päästöiksi vastoin yleistä kansainvälistä käytäntöä on laskettu Suomen talous-  
vyöhykkeen sisällä kulkevan laivaliikenteen päästöt (eli käytännössä kaiken ulkomaanliikenteen kulkema matka "kolmi-  
kantapisteeseen" Ahvenanmaan eteläpuolelle).



## LIITE 2

### VESILIIKENTEN YKSIKKÖPÄÄSTÖT MEERI 2000 –JÄRJESTELMÄSSÄ

#### Tavaraliikenne

**Taulukko 1. Vesiliikenteen keskimääräiset päästöt tonnikipometriä kohden Suomessa 1999. (MEERI 2000 –laskentajärjestelmä;  
<http://www.vtt.fi/rte/projects/lipasto/meeri/meeri.htm>).**

TAVARALIIKENNE							
Yksikköpäästöt [g/tkm]	CO	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Energia [MJ/tkm]
lastilautta	0,039	0,022	0,90	0,024	0,32	33	0,46
konttialus	0,026	0,013	0,52	0,013	0,19	20	0,28
irtolastialus	0,021	0,011	0,44	0,011	0,16	17	0,23
muu kuivalastialus	0,037	0,017	0,63	0,015	0,24	26	0,35
säiliöalus	0,021	0,011	0,45	0,011	0,16	17	0,23
autolautta <sup>1)</sup>	0,039	0,022	0,90	0,024	0,32	33	0,46

<sup>1)</sup> Päästöjen on arvioitu vastaavan lastilautojen päästöjä

CO = hiilidioksidi, HC = hiilivedyt, NOx = typen oksidit, PM = pakokaasujen kokonaishiukkasmäärä, SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi, CO<sub>2</sub> = hiilidioksidi, MJ = MegaJoule, g/tkm = grammaa tonnikipometriä kohden.

#### Henkilöliikenne

**Taulukko 2. Vesiliikenteen keskimääräiset päästöt henkilökilometriä kohden Suomessa 1999. (MEERI 2000 –laskentajärjestelmä;  
<http://www.vtt.fi/rte/projects/lipasto/meeri/meeri.htm>).**

HENKILÖLIIKENNE							
Yksikköpäästöt [g/hkm]	CO	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Energia [MJ/hkm]
matkustaja-alus <sup>1)</sup>	0,95	0,37	13	0,28	1,7	596	8,0
matkustaja-autolautta <sup>2)</sup>	0,50	0,20	6,7	0,15	0,93	318	4,3

<sup>1)</sup> Alusten koko päästö on kohdistettu matkustajille.

<sup>2)</sup> Alusten päästöistä n. 80% on kohdistettu matkustajille.

CO = hiilidioksidi, HC = hiilivedyt, NOx = typen oksidit, PM = pakokaasujen kokonaishiukkasmäärä, SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi, CO<sub>2</sub> = hiilidioksidi, MJ = MegaJoule, g/hkm = grammaa henkilökilometriä kohden.

LIITE 3

PÄÄSTÖT JA YKSIKKÖKUSTANNUKSET PÄÄSTÖLAJEITTAIN JA ALUSTYYPEITTÄIN

Ympäristökustannukset 2001  
(vuoden 2000 rahassa)

Satamat

Kuivabulk -alukset

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	ymp. kustannus mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	ymp. kustannus mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	ymp. kustannus mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	ymp. kustannus mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	ymp. kustannus mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	ymp. kustannus mk/vrk
8	3 787	0,003	100	0,26	0,002	1011	1,7	0,07	5860	426	0,002	176 174	362	0,05	15 640	722	2,5	14	37
9	4 895	0,003	100	0,34	0,002	1011	2,2	0,09	5860	552	0,003	176 174	468	0,06	15 640	960	3,3	14	47
10	6 004	0,004	100	0,39	0,003	1011	2,5	0,11	5860	633	0,003	176 174	537	0,07	15 640	1132	3,8	14	54
11	7 112	0,004	100	0,44	0,003	1011	2,9	0,12	5860	713	0,003	176 174	605	0,08	15 640	1304	4,3	14	61
12	8 221	0,005	100	0,48	0,003	1011	3,1	0,13	5860	779	0,004	176 174	662	0,09	15 640	1475	4,6	14	67
13	9 329	0,005	100	0,52	0,003	1011	3,4	0,14	5860	850	0,004	176 174	721	0,11	15 640	1647	5,1	14	73
14	10 438	0,006	100	0,56	0,004	1011	3,7	0,16	5860	916	0,004	176 174	777	0,12	15 640	1819	5,5	14	79
15	11 546	0,006	100	0,60	0,004	1011	3,9	0,17	5860	977	0,005	176 174	830	0,13	15 640	1991	5,8	14	84
16	12 655	0,006	100	0,62	0,004	1011	4,1	0,17	5860	1008	0,005	176 174	856	0,14	15 640	2163	6,0	14	87
<b>Konttialukset</b>																			
5	3 271																		
6	4 422	0,006	100	0,55	0,002	1011	2,2	0,07	5860	431	0,002	176 174	278	0,06	15 640	948	3,4	14	48
7	5 136	0,006	100	0,64	0,002	1011	2,5	0,08	5860	494	0,002	176 174	319	0,07	15 640	1105	3,9	14	55
8	6 324	0,005	100	0,49	0,003	1011	3,2	0,14	5860	802	0,004	176 174	681	0,10	15 640	1518	4,8	14	69
9	10 226	0,006	100	0,58	0,004	1011	3,8	0,16	5860	954	0,005	176 174	810	0,12	15 640	1919	5,7	14	82
10	13 875	0,007	100	0,71	0,005	1011	4,7	0,20	5860	1169	0,006	176 174	993	0,17	15 640	2595	7,0	14	100
11	17 362	0,009	100	0,87	0,006	1011	5,7	0,24	5860	1418	0,007	176 174	1204	0,21	15 640	3261	8,5	14	122
12	18 318	0,010	100	1,01	0,007	1011	6,6	0,28	5860	1653	0,008	176 174	1404	0,24	15 640	3801	9,9	14	142
13	36 730	0,019	100	1,93	0,013	1011	12,7	0,54	5860	3163	0,015	176 174	2886	0,47	15 640	7273	18,9	14	272
14	45 515	0,023	100	2,32	0,015	1011	15,3	0,65	5860	3792	0,018	176 174	3220	0,56	15 640	8718	22,6	14	326
<b>LoLo -alukset</b>																			
4	1 453	0,002	100	0,16	0,001	1011	0,6	0,02	5860	123	0,000	176 174	79	0,02	15 640	251	1,0	14	14
5	1 944	0,002	100	0,21	0,001	1011	0,9	0,03	5860	166	0,001	176 174	107	0,02	15 640	338	1,3	14	19
6	2 601	0,003	100	0,32	0,001	1011	1,3	0,04	5860	250	0,001	176 174	161	0,03	15 640	523	1,9	14	28
7	3 480	0,004	100	0,43	0,002	1011	1,7	0,06	5860	332	0,001	176 174	214	0,03	15 640	711	2,6	14	37
8	4 656	0,003	100	0,34	0,002	1011	2,2	0,09	5860	553	0,003	176 174	469	0,06	15 640	967	3,3	14	47
9	6 229	0,004	100	0,44	0,003	1011	2,9	0,12	5860	727	0,004	176 174	617	0,08	15 640	1314	4,3	14	62
10	8 335	0,005	100	0,50	0,003	1011	3,3	0,14	5860	821	0,004	176 174	697	0,10	15 640	1555	4,9	14	71
<b>RoRo -alukset</b>																			
5	7 137	0,006	100	0,65	0,003	1011	2,6	0,09	5860	506	0,002	176 174	326	0,07	15 640	1143	3,9	14	57
6	9 374	0,009	100	0,87	0,003	1011	3,5	0,12	5860	679	0,002	176 174	438	0,11	15 640	1696	5,3	14	76
7	11 611	0,006	100	0,63	0,004	1011	4,1	0,18	5860	1030	0,005	176 174	875	0,14	15 640	2128	6,1	14	89
8	13 847	0,007	100	0,70	0,005	1011	4,6	0,20	5860	1148	0,006	176 174	975	0,16	15 640	2565	6,8	14	99
9	16 084	0,008	100	0,78	0,005	1011	5,2	0,22	5860	1285	0,006	176 174	1091	0,19	15 640	2953	7,7	14	110
<b>Säiliöalukset</b>																			
5	2 221	0,002	100	0,23	0,001	1011	0,9	0,03	5860	179	0,001	176 174	115	0,02	15 640	367	1,4	14	26
6	2 701	0,003	100	0,29	0,001	1011	1,2	0,04	5860	229	0,001	176 174	147	0,03	15 640	480	1,8	14	28
7	3 284	0,004	100	0,35	0,001	1011	1,5	0,05	5860	295	0,001	176 174	190	0,04	15 640	626	2,3	14	33
8	3 993	0,003	100	0,28	0,002	1011	1,8	0,08	5860	457	0,002	176 174	389	0,05	15 640	783	2,7	14	39
9	4 856	0,003	100	0,34	0,002	1011	2,3	0,10	5860	580	0,003	176 174	476	0,06	15 640	980	3,3	14	48
10	5 905	0,004	100	0,41	0,003	1011	2,7	0,12	5860	678	0,003	176 174	575	0,08	15 640	1225	4,0	14	58
11	7 180	0,005	100	0,47	0,003	1011	3,1	0,13	5860	774	0,004	176 174	657	0,09	15 640	1431	4,6	14	66
12	8 731	0,005	100	0,52	0,003	1011	3,4	0,15	5860	851	0,004	176 174	723	0,11	15 640	1671	5,1	14	73
13	10 617	0,006	100	0,58	0,004	1011	3,8	0,16	5860	954	0,005	176 174	810	0,12	15 640	1919	5,7	14	82
14	12 911	0,006	100	0,64	0,004	1011	4,2	0,18	5860	1054	0,005	176 174	895	0,14	15 640	2202	6,3	14	91
15	15 699	0,007	100	0,70	0,005	1011	4,6	0,20	5860	1147	0,006	176 174	974	0,16	15 640	2528	6,8	14	99
16	19 090	0,008	100	0,77	0,005	1011	5,1	0,22	5860	1262	0,006	176 174	1072	0,19	15 640	2903	7,5	14	108

**Ympäristökustannukset 2001**

(vuoden 2000 rahassa)

Sisävesi

Kuivabulk -alukset

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus	
		t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk
8	3 787	0,055	138	8	0,04	954	34	1,5	3 604	5 508	0,04	72 080	3 112	0,31	5 300	1 630	53	14	770
9	4 895	0,070	138	10	0,05	954	44	2,0	3 604	7 120	0,06	72 080	4 023	0,41	5 300	2 168	69	14	995
10	6 004	0,086	138	12	0,06	954	54	2,4	3 604	8 732	0,07	72 080	4 933	0,48	5 300	2 557	85	14	1 220
11	7 112	0,102	138	14	0,07	954	64	2,9	3 604	10 344	0,08	72 080	5 844	0,56	5 300	2 945	100	14	1 445
12	8 221	0,118	138	16	0,08	954	74	3,3	3 604	11 957	0,09	72 080	6 755	0,63	5 300	3 333	116	14	1 671
13	9 329	0,134	138	19	0,09	954	84	3,8	3 604	13 569	0,11	72 080	7 666	0,70	5 300	3 721	132	14	1 896
14	10 438	0,150	138	21	0,10	954	94	4,2	3 604	15 181	0,12	72 080	8 577	0,78	5 300	4 109	147	14	2 121
15	11 546	0,166	138	23	0,11	954	104	4,7	3 604	16 793	0,13	72 080	9 488	0,85	5 300	4 498	163	14	2 346
16	12 655	0,182	138	25	0,12	954	114	5,1	3 604	18 406	0,14	72 080	10 399	0,92	5 300	4 886	179	14	2 572
<b>Konttialukset</b>																			
5	3 271																		
6	4 422	0,106	138	15	0,04	954	40	1,4	3 604	5 066	0,03	72 080	2 180	0,40	5 300	2 141	64	14	928
7	5 136	0,099	138	14	0,05	954	46	1,9	3 604	6 689	0,05	72 080	3 376	0,47	5 300	2 497	74	14	1 061
8	6 324	0,120	138	17	0,08	954	75	3,4	3 604	12 107	0,09	72 080	6 840	0,65	5 300	3 429	117	14	1 692
9	10 226	0,147	138	20	0,10	954	92	4,1	3 604	14 873	0,12	72 080	8 403	0,82	5 300	4 336	144	14	2 078
10	13 875	0,200	138	28	0,13	954	125	5,6	3 604	20 180	0,16	72 080	11 401	1,11	5 300	5 862	196	14	2 820
11	17 362	0,250	138	35	0,16	954	156	7,0	3 604	25 252	0,20	72 080	14 267	1,39	5 300	7 367	245	14	3 528
12	18 318	0,264	138	36	0,17	954	164	7,4	3 604	26 642	0,21	72 080	15 052	1,62	5 300	8 586	258	14	3 722
13	36 730	0,529	138	73	0,35	954	330	14,8	3 604	53 421	0,42	72 080	30 181	3,10	5 300	16 430	518	14	7 464
14	45 515	0,655	138	90	0,43	954	409	18,4	3 604	66 199	0,52	72 080	37 401	3,72	5 300	19 695	642	14	9 249
<b>LoLo -alukset</b>																			
4	1 453	0,035	138	5	0,01	954	13	0,5	3 604	1 671	0,01	72 080	716	0,11	5 300	567	21	14	305
5	1 944	0,047	138	6	0,02	954	17	0,6	3 604	2 236	0,01	72 080	958	0,14	5 300	764	28	14	408
6	2 601	0,062	138	9	0,02	954	23	0,8	3 604	2 992	0,02	72 080	1 282	0,22	5 300	1 183	38	14	546
7	3 480	0,084	138	12	0,03	954	31	1,1	3 604	4 003	0,02	72 080	1 716	0,30	5 300	1 607	51	14	731
8	4 656	0,089	138	12	0,04	954	42	1,7	3 604	6 064	0,04	72 080	3 061	0,41	5 300	2 184	67	14	962
9	6 229	0,090	138	12	0,06	954	56	2,5	3 604	9 060	0,07	72 080	5 119	0,56	5 300	2 969	88	14	1 266
10	8 335	0,120	138	17	0,08	954	75	3,4	3 604	12 122	0,10	72 080	6 849	0,66	5 300	3 513	118	14	1 694
<b>RoRo -alukset</b>																			
5	7 137	0,171	138	24	0,07	954	64	2,3	3 604	8 210	0,06	72 080	3 519	0,49	5 300	2 582	104	14	1 499
6	9 374	0,225	138	31	0,09	954	84	3,0	3 604	10 783	0,06	72 080	4 621	0,72	5 300	3 809	137	14	1 968
7	11 611	0,223	138	31	0,11	954	104	4,2	3 604	15 122	0,11	72 080	7 632	0,91	5 300	4 802	167	14	2 399
8	13 847	0,199	138	28	0,13	954	124	5,6	3 604	20 140	0,16	72 080	11 379	1,09	5 300	5 795	195	14	2 814
9	16 084	0,232	138	32	0,15	954	144	6,5	3 604	23 394	0,18	72 080	13 217	1,26	5 300	6 672	227	14	3 269
<b>Säiliöalukset</b>																			
5	2 221	0,053	138	7	0,02	954	20	0,7	3 604	2 555	0,02	72 080	1 095	0,16	5 300	830	32	14	466
6	2 701	0,065	138	9	0,03	954	24	0,9	3 604	3 107	0,02	72 080	1 332	0,20	5 300	1 084	39	14	567
7	3 284	0,079	138	11	0,03	954	29	1,0	3 604	3 776	0,02	72 080	1 619	0,27	5 300	1 415	48	14	690
8	3 993	0,077	138	11	0,04	954	36	1,4	3 604	5 201	0,04	72 080	2 625	0,33	5 300	1 770	57	14	825
9	4 856	0,070	138	10	0,05	954	44	2,0	3 604	7 063	0,06	72 080	3 990	0,42	5 300	2 213	69	14	987
10	5 905	0,085	138	12	0,06	954	53	2,4	3 604	8 588	0,07	72 080	4 852	0,52	5 300	2 768	83	14	1 200
11	7 180	0,103	138	14	0,07	954	64	2,9	3 604	10 443	0,08	72 080	5 900	0,61	5 300	3 233	101	14	1 459
12	8 731	0,126	138	17	0,08	954	78	3,5	3 604	12 699	0,10	72 080	7 175	0,71	5 300	3 775	123	14	1 774
13	10 617	0,153	138	21	0,10	954	95	4,3	3 604	15 442	0,12	72 080	8 724	0,82	5 300	4 334	150	14	2 158
14	12 911	0,186	138	26	0,12	954	116	5,2	3 604	18 778	0,15	72 080	10 609	0,94	5 300	4 976	182	14	2 624
15	15 699	0,226	138	31	0,15	954	141	6,3	3 604	22 834	0,18	72 080	12 900	1,08	5 300	5 712	222	14	3 190
16	19 090	0,275	138	38	0,18	954	171	7,7	3 604	27 766	0,22	72 080	15 687	1,24	5 300	6 557	269	14	3 879

**Ympäristökustannukset 2001**

(vuoden 2000 rahassa)

**Väylät**

**Kuivabulv -alukset**

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk
8	3 787	0,05	10,6	0,58	0,04	715	25	1,53	2 104	3 216	0,04	40 615	1 753	0,31	3 871	1 191	53	14	770
9	4 895	0,07	10,6	0,75	0,05	715	33	1,98	2 104	4 157	0,06	40 615	2 267	0,41	3 871	1 584	69	14	995
10	6 004	0,09	10,6	0,92	0,06	715	40	2,42	2 104	5 099	0,07	40 615	2 780	0,48	3 871	1 867	85	14	1 220
11	7 112	0,10	10,6	1,08	0,07	715	48	2,87	2 104	6 040	0,08	40 615	3 293	0,56	3 871	2 151	100	14	1 445
12	8 221	0,12	10,6	1,25	0,08	715	55	3,32	2 104	6 981	0,09	40 615	3 806	0,63	3 871	2 434	116	14	1 671
13	9 329	0,13	10,6	1,42	0,09	715	63	3,76	2 104	7 923	0,11	40 615	4 320	0,70	3 871	2 718	132	14	1 896
14	10 438	0,15	10,6	1,59	0,10	715	70	4,21	2 104	8 864	0,12	40 615	4 833	0,78	3 871	3 001	147	14	2 121
15	11 546	0,17	10,6	1,76	0,11	715	78	4,66	2 104	9 805	0,13	40 615	5 346	0,85	3 871	3 285	163	14	2 346
16	12 655	0,18	10,6	1,93	0,12	715	85	5,11	2 104	10 747	0,14	40 615	5 859	0,92	3 871	3 568	179	14	2 572

**Konttialukset**

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk
5	3 271																		
6	4 422	0,11	10,6	1,12	0,04	715	30	1,41	2 104	2 970	0,03	40 615	1 228	0,40	3 871	1 564	64	14	928
7	5 136	0,10	10,6	1,04	0,05	715	35	1,88	2 104	3 906	0,05	40 615	1 902	0,47	3 871	1 824	74	14	1 061
8	8 324	0,12	10,6	1,27	0,08	715	56	3,36	2 104	7 069	0,09	40 615	3 854	0,85	3 871	2 504	117	14	1 692
9	10 226	0,15	10,6	1,56	0,10	715	69	4,13	2 104	8 684	0,12	40 615	4 735	0,82	3 871	3 167	144	14	2 078
10	13 875	0,20	10,6	2,12	0,13	715	93	5,60	2 104	11 783	0,16	40 615	6 424	1,11	3 871	4 281	196	14	2 820
11	17 362	0,25	10,6	2,65	0,16	715	117	7,01	2 104	14 744	0,20	40 615	8 039	1,39	3 871	5 380	245	14	3 528
12	18 318	0,26	10,6	2,79	0,17	715	123	7,39	2 104	15 556	0,21	40 615	8 481	1,62	3 871	6 270	258	14	3 722
13	36 730	0,53	10,6	5,60	0,35	715	247	14,82	2 104	31 191	0,42	40 615	17 006	3,10	3 871	11 999	518	14	7 464
14	45 515	0,66	10,6	6,94	0,43	715	306	18,37	2 104	38 653	0,52	40 615	21 074	3,72	3 871	14 383	642	14	9 249

**LoLo -alukset**

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk
4	1 453	0,03	10,6	0,37	0,01	715	10	0,46	2 104	976	0,01	40 615	404	0,11	3 871	414	21	14	305
5	1 944	0,05	10,6	0,49	0,02	715	13	0,62	2 104	1 306	0,01	40 615	540	0,14	3 871	553	28	14	408
6	2 601	0,06	10,6	0,66	0,02	715	17	0,83	2 104	1 747	0,02	40 615	722	0,22	3 871	864	38	14	546
7	3 480	0,08	10,6	0,88	0,03	715	23	1,11	2 104	2 337	0,02	40 615	967	0,30	3 871	1 174	51	14	731
8	4 656	0,09	10,6	0,95	0,04	715	31	1,68	2 104	3 540	0,04	40 615	1 725	0,41	3 871	1 595	67	14	962
9	6 229	0,09	10,6	0,95	0,06	715	42	2,51	2 104	5 290	0,07	40 615	2 884	0,56	3 871	2 168	88	14	1 266
10	8 335	0,12	10,6	1,27	0,08	715	56	3,36	2 104	7 078	0,10	40 615	3 859	0,66	3 871	2 566	118	14	1 694

**RoRo -alukset**

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk
5	7 137	0,17	10,6	1,81	0,07	715	48	2,28	2 104	4 794	0,05	40 615	1 993	0,43	3 871	1 888	104	14	1 499
6	9 374	0,22	10,6	2,38	0,09	715	63	2,99	2 104	6 298	0,06	40 615	2 804	0,72	3 871	2 782	137	14	1 968
7	11 611	0,22	10,6	2,36	0,11	715	78	4,20	2 104	8 829	0,11	40 615	4 301	0,91	3 871	3 507	167	14	2 399
8	13 847	0,20	10,6	2,11	0,13	715	93	5,59	2 104	11 759	0,16	40 615	6 412	1,09	3 871	4 232	195	14	2 814
9	16 084	0,23	10,6	2,45	0,15	715	108	6,49	2 104	13 659	0,18	40 615	7 447	1,26	3 871	4 872	227	14	3 269

**Säiliöalukset**

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk	päästöt t/vrk	ymp. kustannus mk/t	mk/vrk
5	2 221	0,05	10,6	0,56	0,02	715	15	0,71	2 104	1 492	0,02	40 615	617	0,16	3 871	606	32	14	466
6	2 701	0,06	10,6	0,69	0,03	715	18	0,86	2 104	1 814	0,02	40 615	750	0,20	3 871	791	39	14	567
7	3 284	0,08	10,6	0,83	0,03	715	22	1,05	2 104	2 206	0,02	40 615	912	0,27	3 871	1 033	48	14	690
8	3 993	0,08	10,6	0,81	0,04	715	27	1,44	2 104	3 037	0,04	40 615	1 479	0,33	3 871	1 292	57	14	825
9	4 856	0,07	10,6	0,74	0,05	715	33	1,96	2 104	4 124	0,06	40 615	2 248	0,42	3 871	1 616	69	14	987
10	5 905	0,09	10,6	0,90	0,06	715	40	2,38	2 104	5 015	0,07	40 615	2 734	0,52	3 871	2 022	83	14	1 200
11	7 180	0,10	10,6	1,09	0,07	715	48	2,90	2 104	6 098	0,08	40 615	3 325	0,61	3 871	2 381	101	14	1 459
12	8 731	0,13	10,6	1,33	0,08	715	59	3,52	2 104	7 415	0,10	40 615	4 043	0,71	3 871	2 757	123	14	1 774
13	10 617	0,15	10,6	1,62	0,10	715	71	4,28	2 104	9 016	0,12	40 615	4 916	0,82	3 871	3 165	150	14	2 158
14	12 911	0,19	10,6	1,87	0,12	715	87	5,21	2 104	10 964	0,15	40 615	5 978	0,94	3 871	3 634	182	14	2 624
15	15 699	0,23	10,6	2,39	0,15	715	106	6,34	2 104	13 332	0,18	40 615	7 269	1,08	3 871	4 172	222	14	3 190
16	19 090	0,27	10,6	2,91	0,18	715	128	7,70	2 104	16 212	0,22	40 615	8 839	1,24	3 871	4 789	289	14	3 879

**Ympäristökustannukset 2001**

(vuoden 2000 rahassa)

Avomeriväylät

Kuivabuik -alukset

Syväys m	Teho kw	CO			HC			NOx			PM			SO2			CO2		
		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus		päästöt	ymp. kustannus	
		t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk	t/vrk	mk/t	mk/vrk
8	3 787	0,05	2,24	0,12	0,04	715	25	1,53	1 727	2 639	0,04	24 621	1 063	0,31	2 575	792	53	14	770
9	4 895	0,07	2,24	0,16	0,05	715	33	1,98	1 727	3 411	0,06	24 621	1 374	0,41	2 575	1 054	69	14	995
10	6 004	0,09	2,24	0,19	0,06	715	40	2,42	1 727	4 184	0,07	24 621	1 685	0,48	2 575	1 242	85	14	1 220
11	7 112	0,10	2,24	0,23	0,07	715	48	2,87	1 727	4 956	0,08	24 621	1 996	0,56	2 575	1 431	100	14	1 445
12	8 221	0,12	2,24	0,27	0,08	715	55	3,32	1 727	5 729	0,09	24 621	2 307	0,63	2 575	1 619	116	14	1 671
13	9 329	0,13	2,24	0,30	0,09	715	63	3,76	1 727	6 501	0,11	24 621	2 619	0,70	2 575	1 808	132	14	1 896
14	10 438	0,15	2,24	0,34	0,10	715	70	4,21	1 727	7 274	0,12	24 621	2 930	0,78	2 575	1 997	147	14	2 121
15	11 546	0,17	2,24	0,37	0,11	715	78	4,66	1 727	8 046	0,13	24 621	3 241	0,85	2 575	2 185	163	14	2 346
16	12 655	0,18	2,24	0,41	0,12	715	85	5,11	1 727	8 819	0,14	24 621	3 552	0,92	2 575	2 374	179	14	2 572
<b>Konttialukset</b>																			
5	3 271																		
6	4 422	0,11	2,24	0,24	0,04	715	30	1,41	1 727	2 437	0,03	24 621	745	0,40	2 575	1 040	64	14	928
7	5 136	0,10	2,24	0,22	0,05	715	35	1,86	1 727	3 205	0,05	24 621	1 153	0,47	2 575	1 213	74	14	1 061
8	8 324	0,12	2,24	0,27	0,08	715	56	3,36	1 727	5 801	0,09	24 621	2 336	0,65	2 575	1 666	117	14	1 692
9	10 226	0,15	2,24	0,33	0,10	715	69	4,13	1 727	7 126	0,12	24 621	2 870	0,82	2 575	2 107	144	14	2 078
10	13 875	0,20	2,24	0,45	0,13	715	93	5,60	1 727	9 669	0,16	24 621	3 894	1,11	2 575	2 848	196	14	2 820
11	17 362	0,25	2,24	0,56	0,16	715	117	7,01	1 727	12 099	0,20	24 621	4 873	1,39	2 575	3 579	245	14	3 528
12	18 318	0,26	2,24	0,59	0,17	715	123	7,39	1 727	12 765	0,21	24 621	5 141	1,62	2 575	4 172	258	14	3 722
13	36 730	0,53	2,24	1,19	0,35	715	247	14,82	1 727	25 595	0,42	24 621	10 309	3,10	2 575	7 983	518	14	7 464
14	45 515	0,66	2,24	1,47	0,43	715	306	18,37	1 727	31 718	0,52	24 621	12 775	3,72	2 575	9 569	642	14	9 249
<b>LoLo -alukset</b>																			
4	1 453	0,03	2,24	0,08	0,01	715	10	0,46	1 727	801	0,01	24 621	245	0,11	2 575	276	21	14	305
5	1 944	0,05	2,24	0,10	0,02	715	13	0,62	1 727	1 071	0,01	24 621	327	0,14	2 575	371	28	14	408
6	2 601	0,06	2,24	0,14	0,02	715	17	0,83	1 727	1 433	0,02	24 621	438	0,22	2 575	575	38	14	546
7	3 480	0,08	2,24	0,19	0,03	715	23	1,11	1 727	1 918	0,02	24 621	586	0,30	2 575	781	51	14	731
8	4 656	0,09	2,24	0,20	0,04	715	31	1,68	1 727	2 905	0,04	24 621	1 045	0,41	2 575	1 081	67	14	962
9	6 229	0,09	2,24	0,20	0,06	715	42	2,51	1 727	4 341	0,07	24 621	1 748	0,56	2 575	1 442	88	14	1 266
10	8 335	0,12	2,24	0,27	0,08	715	56	3,36	1 727	5 808	0,10	24 621	2 339	0,66	2 575	1 707	118	14	1 694
<b>RoRo -alukset</b>																			
5	7 137	0,17	2,24	0,38	0,07	715	48	2,28	1 727	3 934	0,05	24 621	1 202	0,49	2 575	1 255	104	14	1 499
6	9 374	0,22	2,24	0,50	0,09	715	63	2,99	1 727	5 167	0,06	24 621	1 679	0,72	2 575	1 851	137	14	1 968
7	11 611	0,22	2,24	0,50	0,11	715	78	4,20	1 727	7 245	0,11	24 621	2 607	0,91	2 575	2 333	167	14	2 399
8	13 847	0,20	2,24	0,45	0,13	715	93	5,59	1 727	9 650	0,16	24 621	3 887	1,09	2 575	2 816	195	14	2 814
9	16 084	0,23	2,24	0,52	0,15	715	108	6,49	1 727	11 209	0,18	24 621	4 515	1,26	2 575	3 242	227	14	3 269
<b>Säiliöalukset</b>																			
5	2 221	0,05	2,24	0,12	0,02	715	15	0,71	1 727	1 224	0,02	24 621	374	0,16	2 575	403	32	14	466
6	2 701	0,06	2,24	0,15	0,03	715	18	0,86	1 727	1 489	0,02	24 621	455	0,20	2 575	527	39	14	567
7	3 284	0,08	2,24	0,18	0,03	715	22	1,05	1 727	1 810	0,02	24 621	553	0,27	2 575	687	48	14	690
8	3 993	0,08	2,24	0,17	0,04	715	27	1,44	1 727	2 492	0,04	24 621	897	0,33	2 575	860	57	14	825
9	4 856	0,07	2,24	0,16	0,05	715	33	1,96	1 727	3 384	0,06	24 621	1 363	0,42	2 575	1 075	69	14	987
10	5 905	0,09	2,24	0,19	0,06	715	40	2,38	1 727	4 115	0,07	24 621	1 657	0,52	2 575	1 345	83	14	1 200
11	7 180	0,10	2,24	0,23	0,07	715	48	2,90	1 727	5 004	0,08	24 621	2 015	0,61	2 575	1 571	101	14	1 459
12	8 731	0,13	2,24	0,28	0,08	715	59	3,52	1 727	6 085	0,10	24 621	2 451	0,71	2 575	1 834	123	14	1 774
13	10 617	0,15	2,24	0,34	0,10	715	71	4,28	1 727	7 389	0,12	24 621	2 980	0,82	2 575	2 106	150	14	2 158
14	12 911	0,19	2,24	0,42	0,12	715	87	5,21	1 727	8 997	0,15	24 621	3 624	0,94	2 575	2 418	182	14	2 624
15	15 699	0,23	2,24	0,51	0,15	715	106	6,34	1 727	10 940	0,18	24 621	4 406	1,08	2 575	2 775	222	14	3 190
16	19 090	0,27	2,24	0,62	0,18	715	128	7,70	1 727	13 303	0,22	24 621	5 358	1,24	2 575	3 186	269	14	3 879