

VESILIIKENTEEEN YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
Taloustieteellinen tiedekunta
Ympäristöjohtaminen
Pro gradu – tutkielma

Anu Keltaniemi

Jyväskylän yliopisto

Taloustieteellinen tiedekunta

KELTANIEMI, ANU: Vesiliikenteen ympäristöindikaattorit

Pro gradu – tutkielma, 77 sivua, 31 liites.

Ympäristöjohtaminen

Marraskuu 1999

Tutkielma käsittelee vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden laatimista kestävän kehityksen vaatimukset huomioon ottaen. Tutkielmassa esitetään 29 vesiliikenteen kehitystä kuvaavaa ympäristöindikaattoria vesiliikenteen kehittämistä silmälläpitäen. Työssä selvitetään myös tilastoinnin kehittämismahdollisuudet mahdollisten uusien vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden laatimiseksi.

Työ jakautuu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa käsitellään kestävää kehitystä käsitteenä sekä kestävän kehityksen toteuttamista Suomessa. Ensimmäisessä osassa käsitellään myös sekä kansainvälisiä että kansallisia ympäristöindikaattorijärjestelmiä ja vesiliikenteen aiheuttamia päästöjä sekä ilmaan että veteen. Työn toisessa osassa käsitellään vesiliikenteelle laadittuja ympäristöindikaattoreita ja niille asetettuja vaatimuksia.

Tutkimuksen ensimmäinen osa perustuu kirjallisuustutkimukseen. Toisen osan tutkimusmenetelmänä on soveltava tutkimus, jossa on hyödynnetty Merenkulkulaitoksen, ympäristöministeriön ja Länsi-Suomen lääninhallituksen tilastoja.

Vesiliikenteen 29 ympäristöindikaattoriin sisältyy 13 vesiliikenteen päästöjä kuvaavaa indikaattoria, neljä vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavaa indikaattoria ja kaksi aluksilta vastaanotettujen ongelmajätteen määrää kuvaavaa indikaattoria sekä yhdeksän vesiliikenteen tavarankulun ja matkustajien määrää kuvaavaa indikaattoria. Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreihin sisältyy myös rekisteröityjen veneiden määrää kuvaava indikaattori.

ALKUSANAT

Kiitän Merenkululaitosta tilaisuudesta laatia vesiliikenteelle ympäristöindikaattorit pro gradu -tutkielmanani Jyväskylän yliopiston kauppätieteiden maisterin tutkintoon ympäristöjohtamisen oppiaineeseen. Erityiset kiitokset Merenkulunylitarkastajalle Jorma Kämäräiselle arvokkaasta tuesta ja neuvoista.

Jyväskylässä, 8. marraskuuta 1999

Anu Keltaniemi

SISÄLLYS

I. JOHDANTO.....	1
1.1 Työn taustaa	1
1.2 Tutkimustehtävä ja tavoite.....	2
1.3 Aineisto ja menetelmät	2
II. KESTÄVÄ KEHITYS.....	4
2.1 Kestävä kehitys.....	4
2.1.1 Kestävän kehityksen käsitteen historia ja nykyisyys	4
2.1.2 Kestävän kehityksen määritelmä.....	6
2.1.3 Kestävän kehityksen edistäminen Suomessa	7
2.2 Kestävä liikenne.....	8
2.2.1 Kestävän liikenteen määritelmä ja tavoitteet Itämeren alueella	8
2.2.2 Kestävä vesiliikenne ja sen toteuttaminen Suomessa	10
III. YMPÄRISTÖINDIKAATTOREISTA.....	11
3.1 Yleistä ympäristöindikaattoreista	11
3.2 Ympäristöindikaattoreiden historia.....	12
3.3 Indikaattoreille esitetyt vaatimukset	13
3.3.1 Yleiset vaatimukset	13
3.3.2 Liikennesektorin asettamat vaatimukset indikaattoreille	14
3.4 Nykyiset ympäristöindikaattorijärjestelmät	14
3.4.1 OECD:n ympäristöindikaattorit	14
3.4.1.1 Taustaa indikaattoreille.....	14
3.4.1.2 OECD:n ympäristöindikaattoreista.....	15
3.4.2 Euroopan unionin TERM-indikaattorit.....	17
3.4.2.1 Taustaa Euroopan unionin liikennesektorin ympäristöindikaattoreille	17
3.4.2.2 TERM-indikaattoreista	17
3.4.3 Baltic Agenda 21.....	20
3.4.3.1 Taustaa Baltic Agenda 21:lle	20
3.4.3.2 Baltic Agenda 21:n indikaattoreista.....	21
3.4.4 Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi	23
3.4.4.1 Tausta Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiden laatimiselle	23
3.4.4.2 Suomen kestävän kehityksen indikaattorit.....	24
3.4.5 Liikenneministeriön ympäristöindikaattorit.....	25
3.4.5.1 Tausta liikenneministeriön ympäristöindikaattoreille	25
3.4.5.2 Liikenneministeriön ympäristöindikaattoreista	25

IV. VESILIIKENTEEN PÄÄSTÖT ILMAKEHÄÄN27

4.1 Yleistä vesiliikenteen päästöistä ilmakehään.....	27
4.2 Veneliikenteen päästöt ilmakehään.....	28
4.2.1 Pakokaasut.....	29
4.2.1.1 Lyijy.....	29
4.2.1.2 Rikki.....	30
4.2.1.3 Hiilivedyt.....	31
4.2.1.4 Typen oksidit.....	31
4.2.1.5 Muut päästökäkomponentit.....	32
4.3 Laivaliikenteen päästöt ilmakehään.....	33
4.3.1 Laivaliikenteen pakokaasupäästöt.....	33
4.3.1.1 Yleistä pakokaasuista.....	33
4.3.1.2 Rikki.....	34
4.3.3 Typen oksidit.....	36
4.3.1.4 Hiilidioksidi.....	37
4.3.1.5 Muut epäpuhtaudet.....	38
4.3.2 Halonit.....	38
4.3.3 Kylmäaineet.....	39
4.3.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC).....	40

V. VESILIIKENTEEN PÄÄSTÖT VETEEN41

5.1 Yleistä vesiliikenteen päästöistä veteen.....	41
5.2 Veneliikenteen päästöt veteen.....	42
5.2.1 Käymäläjätteet.....	42
5.2.2 Biologisen likaantumisen torjuminen (antifouling).....	43
5.2.2.1 Fouling.....	43
5.2.2.2 Biologisen likaantumisen torjuminen (antifouling).....	43
5.3 Alusliikenteen päästöt mereen.....	44
5.3.1 Öljy.....	44
5.3.2 Mustavesi.....	46
5.3.3 Harmaavesi.....	46
5.3.4 Antifouling.....	47
5.3.5 PCB-yhdisteet.....	48
5.3.6 Alusliikenteen kemikaalipäästöt mereen.....	49

VI. VESILIIKENTEEN YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT51

6.1 Tausta vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille.....	51
6.2 Ympäristöindikaattoreiden valintakriteerit ja niiden toteutuminen.....	51
6.2.1 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden valintakriteerit.....	51
6.2.2 Valintakriteerien toteutuminen.....	52
6.3 Vesiliikenteen ympäristöindikaattorit.....	53
6.3.1 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetetut tavoitteet.....	53

6.3.2 Ympäristöindikaattoreiden laadintaan käytetyt tilastot.....	54
6.3.2.1 Vesiliikenteen pakokaasupäästöjen ja energian kulutuksen tilastointi.....	54
6.3.2.2 Meriliikenteen tilastointi.....	55
6.3.2.3 Kotimaan vesiliikenteen tilastointi.....	55
6.3.2.4 Muut tilastot.....	56
6.3.3 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden laadinnan lähtötilanne.....	57
6.3.4 Vesiliikenteen ympäristöindikaattorit.....	58
6.3.4.1 Vesiliikenteen päästöjä kuvaavat ympäristöindikaattorit.....	58
6.3.4.2 Suomen vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavat indikaattorit.....	59
6.3.4.3 Aluksilta vastaanotettujen ongelmajätteiden määrää kuvaavat indikaattorit.....	60
6.3.4.4 Suomen vesiliikenteen tavaran ja matkustajien kuljetusta kuvaavat indikaattorit.....	60
6.3.4.4.1 Kotimaan vesiliikenteen tavaran kuljetusmäärää ja kuljetussuoritetta kuvaavat indikaattorit.....	61
6.3.4.4.2 Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetusmäärää ja kuljetussuoritetta.....	61
kuvaavat indikaattorit.....	62
6.3.4.4.3 Kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä kuvaavat indikaattorit.....	62
6.3.4.4.4 Merikuljetuksia Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaava indikaattori.....	64
6.3.4.4.5 Vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaava indikaattori.....	64
6.3.4.5 Rekisteröityjen moottoriveneiden määrää kuvaava indikaattori.....	65
6.4 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tuleva kehitys.....	68
6.4.1 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tuleva kehitys.....	68
6.4.2 Tilastoinnin kehittämismahdollisuudet tulevaisuudessa.....	69
6.4.3 Ympäristöindikaattoreiden kehitys kansainvälisellä tasolla.....	70

VII. TULOSTEN ARVIOINTIA.....71

VIII. LOPUKSI.....74

LÄHTEET.....75

LIITTEET

I. JOHDANTO

1.1 Työn taustaa

Liikenneministeriön hallinnonalalla on ollut kaikki liikennemuodot kattava toimenpideohjelma ”Toimenpideohjelma liikenteen ympäristöhaittojen vähentämiseksi” vuodesta 1994 alkaen. Toimenpideohjelma on konkretisoitunut kansallisen ympäristöpolitiikan ja Suomea sitovat kansainväliset sopimukset hallinnonalan ympäristötoimiksi ja yhteistyötarpeiksi. (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999.)

Suomen liittyminen Euroopan unioniin on ollut merkittävä muutos ympäristöpolitiikan toteuttamisen kannalta, sillä liittyminen on lisännyt kansainvälisen toiminnan merkitystä ja tarvetta pohtia eri toiminta-alueilla tehtävän työn yhteensovittamista. Myös kotimaassa on vuoden 1994 toimenpideohjelman jälkeen tehty uusia linjauksia. (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999.) Tämän vuoksi liikenneministeriö laatii parhaillaan uutta toimenpideohjelmaa liikenteen ympäristöhaittojen vähentämiseksi.

Liikennesektorille on alustavan toimenpideohjelman mukaan tarkoitus laatia indikaattoreita, joiden avulla pyritään seuraamaan liikenteestä aiheutuvien ympäristöhaittojen kehitystä. Vesiliikenteelle laadittavat ympäristöindikaattorit ovat osa tätä projektia. Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tehtävänä on seurata vesiliikenteen osalta kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumista sekä vesiliikenteen tavara- ja matkustajamäärien kehitystä.

Indikaattorilla tarkoitetaan OECD:n (Organisation for Economic Co-operation and Development) mukaan muuttujaa tai muuttujasta johdettua arvoa, joka osoittaa, antaa tietoa tai kuvaa ilmiön, alueen tai ympäristön tilaa tavalla, joka ylittää merkitykseltään muuttujan arvon antaman informaation (OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance).

1.2 Tutkimustehtävä ja tavoite

Tutkimukseni tehtävänä on tutkia ympäristöindikaattoreiden kehittämistä alusliikennettä, veneilyä sekä väylien ja satamien rakentamista silmällä pitäen. Tavoitteenani on selvittää, mitä ympäristöindikaattoreita olisi järkevintä ylläpitää ja seurata kestävän kehityksen kannalta. Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden olemassa olevan tilastopohjan selvitän tutkimalla muun muassa Merenkululaitoksen, Suomen ympäristökeskuksen ja ympäristöministeriön tilastoja. Tavoitteenani on myös selvittää mahdollisuudet tilastoinnin kehittämiseen mahdollisesti tarvittavien uusien indikaattoreiden käyttöönottamiseksi.

Tutkimuksessani tulen ottamaan huomioon kansainvälisesti sovitut indikaattorit, esimerkiksi Euroopan unionin piirissä olevat indikaattorit sekä Baltic Agenda 21:n indikaattorit vesiliikenteen osalta.

Tutkimukseni tavoitteena on myös selvittää, mitä kestäväällä kehityksellä tarkoitetaan liikennesektorin ja erityisesti vesiliikenteen kannalta. Tutkimuksessani on lisäksi tarkoitus selvittää sekä vene- että alusliikenteen aiheuttamat päästöt ilmaan ja veteen.

1.3 Aineisto ja menetelmät

Työni jakautuu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa (kpl 2 – 5) tarkastelen kestäväää kehitystä käsitteenä, kestävän kehityksen toteuttamista Suomessa ja sen merkitystä liikennesektorin ympäristöasioissa toiminnan kannalta. Ensimmäisessä osassa tarkastelen myös vesiliikenteen aiheuttamia päästöjä ilmaan ja veteen sekä niiden vaikutusta ympäristöön. En käsittele työssäni melun aiheuttamia ongelmia, sillä ne ovat usein paikallisia ongelmia ja toisaalta liittyvät enemmän esimerkiksi työturvallisuuteen kuin ympäristöön. En ole myöskään käsitellyt työssäni detergentejä (tehokkaita puhdistusaineita, joita käytetään kone-, pumppu- ja muissa vastaavissa tiloissa) ja painolastivesien mukana leviävä vieraita eliöitä, sillä ne eivät liity kiinteästi vesiliikenteen ympäristöindikaattoreihin. Käsitelen myös kan-

sainvälisiä ja kansallisia indikaattorijärjestelmiä, jotka ovat osaltaan vaikuttaneet vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden laatimiseen.

Tutkimuksen toisessa osassa, kappaleessa 6, esittelen vesiliikenteelle laaditut ympäristöindikaattorit, niiden laatimiseen käytetyt tilastot sekä vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetetut vaatimukset. Lopuksi (kpl 7 ja 8) tarkastelen työn tavoitteiden saavuttamista ja esitän yhteenvedon työn tuloksista.

Tutkimukseni rajoittuu tarkastelemaan alusliikenteen päästöjä Suomen vesialuetta ja talousvyöhykettä vastaavaan alueeseen. Tällöin myös Ahvenanmaa kuuluu tutkimusalueeseen. Tutkimuksessa ei huomioida Suomen sotalaivaston aiheuttamia päästöjä ympäristöön kansainvälisen yleisen käytännön vuoksi. Sen sijaan Suomen jäänmurtaajien aiheuttamista päästöistä on olemassa tilastollista tietoa, joten jäänmurtaajat ovat mukana tutkimuksessa.

Tutkimukseni on toisaalta käsitetutkimus ja toisaalta sekä kehitystutkimus että soveltava tutkimus, jossa on tarkoituksena laatia vesiliikenteelle ympäristöindikaattorit. Tutkimuksen ensimmäisen osan aineistona käytin aikaisempia tutkimuksia, tilastotietoa ja kirjallisuutta sekä erilaista indikaattoreita ja kestävästä kehitystä käsittelevää materiaalia sekä kotimaasta että ulkomailta. Tutkimuksen toisen osan aineistona käytin Merenkululaitoksen ja ympäristöministeriön sekä Länsi-Suomen lääninhallitukselta saatuja tilastoja, joiden perusteella laadin vesiliikenteelle ympäristöindikaattorit.

II. KESTÄVÄ KEHITYS

2.1 Kestävä kehitys

2.1.1 Kestävän kehityksen käsitteen historia ja nykyisyys

Ajatus kestävästä kehityksestä on ollut olemassa yhtä kauan kuin huoli ihmisen aiheuttamista ympäristöongelmista. Ensimmäinen raportti, joka herätti laajaa keskustelua ihmisen aiheuttamista ekologisista uhkista ja niiden ratkaisumahdollisuuksista, oli vuonna 1972 ilmestynyt *The Limits to Growth*, suomeksi *Kasvun rajat*. Raportti ennusti ekologista katastrofia, joka toteutuessaan uhkaisi ihmiskunnan ja nykymuotoisen yhteiskuntajärjestyksen olemassaoloa. Ratkaisuksi raportin kirjoittajat (Meadows, Meadows, Randers & Behrens) tarjosivat aineellisen kasvun voimaperäistä rajoittamista, joka mahdollistaisi kestävä kehityksen tilan saavuttamisen.

Kasvun rajat –raportin jälkeen kestävä kehityksen käsitettä käsiteltiin useissa tutkimuksissa, mutta yleisempään tietoisuuteen käsite nousi vasta 1980-luvun taitteessa Kansainvälisen Luonnonsuojeluliiton (IUCN) yhteistyössä Maailman Luonnon Säätiön ja YK:n ympäristöohjelman kanssa laaditun raportin, *Maailman luonnonsuojelustrategia (World Conservation Strategy)* myötä. (Peltomäki, 1998, 4 - 5.)

Joulukuussa 1983 silloista Norjan pääministeriä sekä Ympäristön ja kehityksen maailmankomission puheenjohtajaa, Gro Harlem Bruntlandia pyydettiin muodostamaan riippumaton erityiskomissio, jonka tehtävänä oli kehittää koko maapallon kattava pitkän aikavälin ympäristöstrategia sekä paneutua ympäristökysymysten kansainvälisiin ratkaisumahdollisuuksien löytämiseen. (Yhteinen tulevaisuutemme, 1988, 5.) Komission työn tuloksena syntyi YK:n Ympäristön ja kehityksen maailman komission raportti *Yhteinen tulevaisuutemme, Our Common Future* (1987), joka varsinaisesti nosti kestävä kehitystä koskevan keskustelun

maailmanpolitiikan huipulle. Paremmiin raportti tunnetaan Bruntlandin komission raporttina komission puheenjohtajan mukaan. (Peltomäki, 1998, 5.)

Kestävän kehityksen pohjalta on järjestetty useita kansainvälisiä ympäristökokouksia, kuten Rio de Janeiron konferenssi kesällä 1992. Myös YK:n ilmastokokoukset, muun muassa Kiotossa 1997, liittyvät asiaan läheisesti, joskaan niissä ei suoranaisesti ole käsitelty kestävästä kehityksestä. Rio de Janeiron konferenssissa saavutettiin tähän asti maailmanlaajuisesti merkittävimmät ympäristöä koskevat päätökset: ympäristöä ja kehitystä koskeva Rion julistus ja 21. vuosisadalle ulottuva toimintaohjelma Agenda 21. Rion julistus luo perustan yhdessä Agenda 21 kanssa kestävästä kehityksestä edistämiseksi paikallisesti, kansallisesti ja alueellisesti sekä kansainvälisen yhteistyön kehittämiseksi. Rion kokouksen muita merkittäviä tuloksia olivat puitesopimus ilmastomuutoksen torjumiseksi, aavikoitumisen estämistä koskeva sopimus sekä biodiversiteettisopimus.

Viisi vuotta Rion kokouksen jälkeen vuonna 1997 New Yorkissa pidettiin YK:n erityisistuntona Rion seurantakokous, Earth Summit+5, jonka tarkoituksena oli arvioida Rion kokouksen päätösten toteutumista. Istunnossa todettiin, ettei Rion kokouksessa allekirjoitettuja tavoitteita oltu saavutettu ja pohdittiin syitä epäonnistumisiin sekä arvioitiin, mitkä keinot olivat osoittautuneet tehokkaiksi kestävästä kehityksestä globaaliin edistämiseen. (Peltomäki, 1998, 6.)

Valtioneuvosto julkaisi oman selontekonsa kestävästä kehityksestä Suomessa vuonna 1990. Lisäksi keskeiset toimijatahot (kauppa, teollisuus, maa- ja metsätaloustuottajat, kunnat) julkaisivat vuonna 1997 omat toimintaohjelmansa kestävästä kehityksestä edistämiseksi. (Peltomäki, 1998, 7.) Hallituksen kestävästä kehityksestä ohjelma hyväksyttiin kesäkuussa 1998 ja se sisältää peruslinjaukset ekologisen kestävyden edistämiseksi sekä sitä tukevien sosiaalisten, kulttuuristen ja taloudellisten edellytysten turvaamiseksi ja luomiseksi (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999).

2.1.2 Kestävän kehityksen määritelmä

Bruntlandin komissio on määritellyt kestävän kehityksen seuraavasti: ”Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa” (Yhteinen tulevaisuutemme, 1988).

Bruntlandin komission mietintö jättää laajat tulkintamahdollisuudet kestävän kehityksen määritelmälle ja termillä onkin lukuisia erilaisia määritelmiä. Termin määritelmillä on merkitystä silloin, kun tehdään ympäristö- ja yhteiskuntapoliittisia päätöksiä kestävän kehityksen määritelmiin vedoten. Lähes kaikille kestävän kehityksen erilaisille määritelmille on kuitenkin yhteistä se, että ne painottavat näkökulmasta riippuen luonnon arvoja ja moninaisuutta tai tulevia sukupolvia ja heidän oikeuksiaan tai talouden kasvua ja hyvinvointia sekä näiden erilaisia yhdistelmiä. (Peltomäki, 1998, 8.)

Tutkijayhteisö ei ole löytänyt kestävälle kehitykselle yhtä ainoaa yleisesti hyväksyttyä johtoaseman saavuttanutta määritelmää. Lisäksi osa määritelmistä on jyrkästi ristiriidassa keskenään. Tieteen avulla ei voidakaan määrittää kestävälle kehitykselle yksiselitteisiä ja objektiivisia sekä arvovapaita kriteereitä. (Peltomäki, 1998, 9.) Kestävän kehityksen käsitteen voidaan katsoa olevan paikallisesti, kulttuurisesti ja historiallisesti sekä ajallisesti ehdollinen. Lisäksi käsitteen sisältö on arvosidonnainen ja sen toteuttaminen edellyttää ihmisen ja luonnon suhteiden määrittämistä sekä demokratia- ja hyvinvointikäsitteiden tulkintaa. Käsitteen määrittelemättömyys ja keskenään ristiriitaisten määritelmien lukuisuus ovatkin haitanneet kestävän kehityksen muuttumista operationaaliseksi suunnittelua ohjauvaksi periaatteeksi. Toisaalta käsitteen väljyyttä on pidetty hyvänä ja edistävän suunnittelun tavoitteista käytävää keskustelua. (Valli, 1998, 73 - 74.)

2.1.3 Kestävän kehityksen edistäminen Suomessa

Kestävän kehityksen edistämisestä on valmisteltu Suomessa kolme laajaa asiakirjaa. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle kestävään kehitykseen tähtäävistä toimista, ”Kestävä kehitys ja Suomi”, annettiin vuonna 1990 ja se oli osa valmistautumista vuoden 1992 YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssiin. Toinen asiakirja oli vuonna 1995 esitetty Suomen kestävä kehityksen toimikunnan listaus kestävä kehityksen edellyttämistä toimista. (Hallituksen kestävä kehityksen ohjelma, 2.11.1999.)

Vuonna 1993 perustetun Suomen kestävä kehityksen toimikunnan tehtävänä on edistää kestävä kehitystä ja toimia neuvoa antavana elimenä YK:ta ja erityisesti sen kestävä kehityksen toimikuntaa (CSD) koskevissa asioissa. Toimikunta edistää kestävä kehitystä antamalla painoarvoa sen tärkeinä pitämille asioille ja toimii poliittisena keskustelufoorumina sekä tekee tarvittavia aloitteita viranomaisvalmistelua varten. Suomen poliittisen johdon sitoutuminen toimikunnan työhön on tukenut toimikunnan toimintaa. (Kestävä kehityksen toimikunta, 1999.)

Kolmas kestävä kehityksen edistämistä koskeva asiakirja on hallituksen antama periaatepäätös ekologisen kestävyuden edistämiseksi eli hallituksen kestävä kehityksen ohjelma vuodelta 1998. Periaatepäätöksellä valtio on antanut kaikkia toimijoita koskevat peruslinjaukset ekologisen kestävyuden edistämiseksi sekä sitä edistävien sosiaalisten, kulttuuristen ja taloudellisten edellytysten luomiseksi. Periaatepäätöksessä esitetään myös tärkeimpiä kestävä kehityksen toiminta-alueita koskevat strategiset toimintalinjat ja tavoitteet.

Hallituksen kestävä kehityksen ohjelman tarkoituksena on ohjata kestävä kehitystä koskevaa suunnittelua, päätöksentekoa ja toimintaa valtion hallinnossa. Ohjelmalla ei kuitenkaan ole välittömiä velvoittavia vaikutuksia muihin yhteiskunnan toimijoihin tai yksittäisiin kansalaisiin, mutta sen pohjalta on mahdollista käydä muiden tahojen kanssa vuoropuhelua. Ohjelma tarjoaa lisäksi yhden viitekehityksen muiden tahojen toiminnansuunnittelulle.

Hallituksen kestävän kehityksen ohjelman yleisinä vaikutustavoitteina on pyrkiä ekologiseen kestävyYTEEN ja sitä edistäviin taloudellisten, sosiaalisten ja kulttuuristen edellytysten luomiseen. Ekologisen kestävyYDEN kannalta tavoitteena on ensisijaisesti uusiutumattomien luonnonvarojen käytön vähentäminen, luonnonarvojen ja luonnon tuottokyvyn säilyminen sekä ympäristön tilan parantuminen. Ohjelma antaa samalla toimintalinjat laajavaikutteisten ympäristöongelmien ratkaisemiseksi kansainvälisellä yhteistyöllä. Elinympäristön laadun ja ympäristön tilan paranemisella on myös myönteisiä vaikutuksia ihmisten terveyteen.

Ohjelma pyrkii sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyYDEN osalta siihen, että yhteiskunta pystyy kohtaamaan kestävän kehityksen haasteet entistä paremmin tiedoin ja taidoin ja pystyy siten turvaamaan kansalaisten hyvinvoinnin. Taloudellisen kestävyYDEN lähtökohtana ohjelmassa on, että se toimeenpannaan tavalla, joka parantaa kansantalouden kilpailukykyä ja työllisyyttä samalla, kun se tavoittelee kulutuksen ja tuotannon muuttamista vähemmän ympäristöä kuormittavaksi.

Ohjelman toteutuksen tarkoituksena on kehittää hallinnonalat ja elinkeinosektorit kestävän kehityksen tavoitteet huomioon ottaviksi.

Suomen kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamista tukevat Euroopan Unionin tasapainoinen kehittyminen sekä EU:n toimet. EU:n laajentuminen ja pohjoisen ulottuvuuden kehittäminen sekä yhteistyö Itämeren alueella puolestaan tukevat lähialueiden vakaata ja kestävää kehitystä.

2.2 Kestävä liikenne

2.2.1 Kestävän liikenteen määritelmä ja tavoitteet Itämeren alueella

Kestävällä liikenteellä tarkoitetaan sitä, että liikennesektori ottaa huomioon toiminnassaan kestävän kehityksen asettamat tavoitteet. Tämä tarkoittaa, että jokainen liikennesektorin hallinnonala tunnistaa ympäristö-, terveys- ja turvallisuusvaikutukset valmistettaessa pitkän aikavälin suunnitelmia ja strategioita, tulosta-

voitteita ja talousarvioesityksiä sekä toiminta- ja taloussuunnitelmia. Ympäristö-, terveys- ja turvallisuusvaikutukset tulee huomioida myös liikennejärjestelmien suunnittelussa ja hoidossa sekä tutkimustoiminnan ja lainsäädännön kehittämisessä. Lisäksi vastuun tulee toteutua kansainvälisessä yhteistyössä, virastojen ja laitosten ohjauksessa ja omistajapolitiikassa sekä kehitettäessä yhteistoimintaa liikenne- ja viestintäaloilla toimivien yritysten ja järjestöjen sekä kuntien ja maakuntien liittojen kanssa. (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999, 7.)

Kestävän liikenteen tavoite Itämeren alueella on Baltic Agenda 21:n mukaan kahtalainen. Toisaalta tavoitteena on suojella ihmisen terveyttä ja ympäristöä, erityisesti alueen herkkiä ekosysteemejä, minimoimalla kielteiset ympäristövaikutukset, uusiutumattomien luonnonvarojen kulutus ja liikenteen tarvitsema maankäyttö. Toisaalta pyritään säilyttämään liikenteen mahdollisuudet palvella Itämeren alueen taloudellista ja yhteiskunnallista kehitystä. (Itämeren alueen kestävän kehityksen ohjelma – Baltic 21, 1998, 17 – 18.)

Kestävä liikenne pyritään toteuttamaan Itämeren alueella liikennesektorin toimintaohjelman avulla. Toimintaohjelman tehokas toteuttaminen edellyttää, että ensisijaiset toimenpiteet sisällytetään kansallisten ja paikallisten hallintoelinten suunnitteluprosesseihin (Itämeren alueen kestävän kehityksen ohjelma..., 1998, 29). Toimintaohjelman tavoitteena on kehittää tarpeelliset lainsäädännölliset ja institutionaaliset puitteet sekä perustaa kestävän liikenteen säännöllinen pitkän aikavälin yhteistyöprosessi. Tavoitteena on myös välttää muiden instituutioiden toimintaohjelmien toistamista ja hyödyntää paremmin nykyisiä yhteistyöelimiä, kuten Itämeren suojelukomissiota, HELCOMia ja Itämeren kaupunkien liittoa (UBC) sekä VASABia (Visions and Strategies Around the Baltic Sea 2010). (Itämeren alueen kestävän kehityksen ohjelma..., 1998, 40.)

Liikennesektorin tehtävänä on kestävän kehityksen toteuttamiseksi Itämeren alueella toteuttaa projekti, jossa kehitetään ohjeita, suosituksia ja kriteerejä kestävään liikennejärjestelmään tehtäviä perusrakennelinvestointeja varten. Lisäksi liikennesektorin tulee käynnistää ja vahvistaa hallitustenvälistä yhteistyötä, joka tähtää tavaraliikenteen tehostamiseen erityisesti laiva- ja raideliikennettä parantamalla.

Liikennesektorin tehtävänä on myös kehittää kestävästä meriliikennettä tukevia alueellisia strategioita. (Itämeren alueen kestävästä kehityksen ohjelma..., 1998, 6.)

2.2.2 Kestävä vesiliikenne ja sen toteuttaminen Suomessa

Kuten muidenkin liikennemuotojen päätöksentekoa, myös vesiliikennettä koskevaa työtä ohjaavat hallituksen tekemä periaatepäätös ekologisen kestävyysedistämistä sekä Liikenteen toimintalinjat vuoteen 2020 –toimintaohjelma, joka tarkentaa periaatepäätöksessä esitettyjä toimintalinjoja. (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999, 5.) Lisäksi päätöksenteossa tulee huomioida sekä Agenda 21 ja Baltic Agenda 21 toimintaohjelmien asettamat päämäärät. Liikennejärjestelmien suunnittelun ja liikenteen hoidon lähtökohtana on kestävästä kehityksen toteuttaminen.

Vesiliikenteen osalta kestävästä kehityksen toteuttaminen edellyttää muun muassa, että toiminnassa huomioidaan kulttuurihistoriallisesti maisemat ja ympäristökohteet. Kestävästä kehityksen toteutumisen seuraamisen kannalta olisi myös tärkeää yhtenäistää maa- ja vesirakentamisen kiviainesten käyttöä, jätteiden määrää ja hyötykäyttöä koskevat tilastot ja sovittaa ko. tilastot yhteen valtakunnallisten tilastojen kanssa. Tällä tavoin voidaan varmistaa luotettavan ja vertailukelpoisen tiedonsaanti. (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999, 13.)

Kestävästä kehityksen edistämisen kannalta on myös oleellista, että jätteiden talteenottoa ja käsittelyä tehostetaan. Vesiliikenteen osalta tämä tarkoittaa Suomessa esimerkiksi sitä, että laivojen ja veneiden jätehuoltoa tehostetaan saattamalla voimaan Helsingin komission (HELCOM) maaliskuussa 1998 hyväksymät suositukset sekä valmistelemalla veneiden jätehuoltoa koskevat määräykset. Lisäksi tulisi edistää sivutuotteiden ja jättemateriaalin käyttöä vesirakentamisessa muun muassa koerakentamisella ja tutkimuksella. Kestävästä kehityksen edistämiseen vesiliikenteen osalta kuuluu myös vesiliikenteen haitallisten päästöjen vähentäminen muun muassa typenoksideja vähentämällä. Lisäksi tulee pyrkiä tutkimaan mahdollisuudet säiliöaluksiin ja öljysatamiin haihtuvien hiilivetyjen (VOC) talteenottolaitteistojen järjestämiseksi. (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999, 14; 16.)

III. YMPÄRISTÖINDIKAATTOREISTA

3.1 Yleistä ympäristöindikaattoreista

OECD:n (Organisation for Economic Co-operation and Development) mukaan indikaattorilla tarkoitetaan muuttujaa tai muuttujasta johdettua arvoa, joka osoittaa, antaa tietoa tai kuvaa ilmiön, ympäristön tai alueen tilaa tavalla joka ylittää merkitykseltään muuttujan arvon antaman informaation (OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews, 1993).

Indikaattoreilla on useita käyttötarkoituksia. Ne tiivistävät suuria, eri tietovarastoissa olevia tietoja helpommin hallittavaan ja ymmärrettävään muotoon. Indikaattoreiden avulla voidaan seurata asetettujen tavoitteiden toteutumista, jolloin ne toimivat apuna suunnittelussa ja päätöksenteossa. Niiden avulla voidaan myös toteuttaa eri maiden välisiä vertailuja. Monet kansainväliset järjestöt, kuten YK, OECD ja EU, ovatkin kehittäneet omat indikaattorinsa. Järjestöt keräävät jäsenmailta tietoja, jotka perustuvat yksityiskohtaisiin ohjeisiin ja julkaisevat niitä säännöllisin väliajoin. Laajasti maailmalla käytössä olevilla indikaattoreilla on suuri merkitys kerättävän tiedon laatuun ja sitä kautta myös tietojen vertailtavuuden parantamiseen. (Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi 1999, 6 - 7.)

Varmojen johtopäätösten tekeminen yhden tai muutaman indikaattorin avulla on epävarmaa, sillä indikaattori on luonteeltaan asioita yksinkertaistava. Indikaattori ei selitä muutoksen syytä, joten käsiteltävästä asiasta ei välttämättä muodostu riittävää kokonaiskuvaa. Kokonaiskuvan saaminen edellyttääkin laadullisten arviointien sisällyttämistä tulkintoihin. (Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi 1999, 7.)

3.2 Ympäristöindikaattoreiden historia

OECD aloitti G7-kokouksen pyynnöstä ympäristöindikaattoreiden kehitystyön vuonna 1990. OECD:n työ on johtanut ympäristöindikaattoreiden ydinjoukon muodostumiseen. Tätä ydinjoukkoa on täydennetty erilaisilla alueellisilla indikaattoreilla, joiden tarkoitus on ollut auttaa kehittämään ympäristöstä koetun huolen integroimista osaksi alueellisia menettelytapoja. OECD:n työn tulokset, esimerkiksi PSR -viitekehys (viitekehyyksen tarkoituksena on tarkastella vuorovai- kutusta ihmistoiminnan ja ympäristön välillä, *ks. myös 3.4.1.2*), ovat vaikuttaneet useiden maiden ja kansainvälisten organisaatioiden indikaattoreiden kehitystyöhön.

Ympäristöindikaattoreiden yksi vanhimmista alkulähteistä on OECD:n Core Set -indikaattorit. Ne seuraavat OECD-maiden ympäristöllistä kehitystä ja kehitykseen liittyviä tekijöitä säännöllisesti. (Moldan & Billharz, 1997, 157 - 158.)

Kesäkuussa 1992 Rio de Janeirossa pidettiin maailmankokous, joka teki kestävän kehityksen edistämiseksi hallitusten välisen yhteistyön uuden päämäärän. YK:n ympäristö- ja kehityskokouksessa solmittiin maailmanlaajuisesti hyväksytyt Rion julistus ja kestävän kehityksen ohjelma "Agenda 21", jotka ovat tähän asti globaalilla tasolla merkittävimmät ympäristöä koskevat päätökset. Rion julistus sisältää 27 poliittista periaatetta. Julistus on luonteeltaan suositus, mutta sitoo kuitenkin julistuksen allekirjoittaneita valtioita poliittisesti. Agenda 21:ssä puolestaan sovitaan, kuinka julistuksen periaatteita tulee toteuttaa käytännössä. (Peltomäki, 1998, 6.) Vesiliikennettä ja sen ekologisesti kestävä kehitystä koskevat erityisesti Agenda 21:n luvut 9 ja 17. Luvussa 9 käsitellään ilmakehän suojelua ja luvussa 17 puolestaan merien ja rannikkoalueiden sekä niiden elävien varojen suojelua, jär- keväää käyttöä ja kehitystä (Agenda 21, Chapter 9, 1999).

3.3 Indikaattoreille esitetyt vaatimukset

3.3.1 Yleiset vaatimukset

Ympäristöindikaattoreille voidaan esittää lukuisia eri vaatimuksia. Aina ei ole mahdollista, että indikaattori täyttää kaikki esitetyt vaatimukset, mutta kriteerit tulisi kuitenkin ottaa huomioon indikaattoreita valittaessa. Minkä tahansa uuden indikaattorijärjestelmän tulee kuitenkin käyttää mahdollisimman tehokkaalla tavalla olemassa olevaa tietoa ja rohkaista kustannustehokkaisiin innovaatioihin, jotka vastaavat poliittisten päätöntekijöiden uusiin tarpeisiin (Towards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 15).

OECD:n mukaan indikaattoreiden tulisi olla herkkiä ihmistoiminnan aiheuttamille muutoksille ympäristössä. Niiden tulisi mahdollistaa kansainväliset vertailut sekä olla yksinkertaisia ja helppoja tulkita. Indikaattoreiden tulisi myös mahdollistaa trendien seuraaminen. Edelleen niiden tulisi olla teoreettisesti hyvin perusteltuja sekä teknisin että tieteellisin termein. Lisäksi indikaattoreiden tulisi soveltaa käytettäväksi yhdessä taloudellisten mallien ja erilaisten ennusteiden sekä informaatiojärjestelmien kanssa. (OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Review, 1993, 7.)

Indikaattoreiden tulee välittää eri ympäristönäkökulmien tärkeys yhteiskunnalle ja kertoa tärkeistä asioista sekä olla helposti ymmärrettäviä. Indikaattoreiden tulee myös auttaa kohdistamaan käsiteltävä informaatio vastaamaan tärkeisiin kysymyksiin ja olla apuna päätöksenteossa. (A Guidebook to Environmental Indicators, 1999.)

Indikaattoreiden tulisi perustua kansainväliseen standardiin ja yhteisymmärrykseen. Indikaattoreita varten tarvittavan tiedon tulisi olla valmiina tai hankittavissa kohtuullisin kustannuksin. Edelleen tiedon tulisi olla luotettavaa ja tarkoitukseen soveltuen dokumentoitua sekä säännöllisesti päivitettyä. (Riijärvi, 1998, 43.)

3.3.2 Liikennesektorin asettamat vaatimukset indikaattoreille

Liikennejärjestelmän kehittämisen tavoite on lisätä ihmisten hyvinvointia ja kuljetuksen hyötyjä. Toisaalta liikennejärjestelmän kehittämällä on joitakin tiettyjä vahingollisia ja ei-suotavia sivuvaikutuksia. Yleiset tavoitteet liikennejärjestelmälle määrittelevät liikennejärjestelmän hyötyjen ja haittojen suhteen sekä sen, kuinka liikennejärjestelmän hyödyt ja haitat voidaan jakaa. Indikaattoreille asetetaankin seuraavia vaatimuksia: indikaattoreiden tulee selvittää, että todellinen liikennejärjestelmä sopii yhteen toivotun järjestelmän kanssa. Indikaattoreiden tulee myös sallia todellisen kehityksen seuranta ja indikaattoritrendien ennustaminen. Lisäksi indikaattoreiden tulee sallia mittauksen vaikutusten seurannan toteuttaminen eri hallintotasoilla ja eri aikaväleillä.

Indikaattoreiden valinnassa ja formuloinnissa tulee lisäksi ottaa huomioon myös seuraavat kriteerit: indikaattoreilla tulee olla käytännöllisiä tekijöitä, kuten esimerkiksi tiedon saatavuus ja kustannukset, sekä toiminnallisia tekijöitä, kuten esimerkiksi vertailtavuus, luotettavuus, ennustettavuus ja yhteensopivuus laskentatarkoituksiin. (Indicators for General Objectives of the Transport System, 1999, 6 - 7.)

3.4 Nykyiset ympäristöindikaattorijärjestelmät

3.4.1 OECD:n ympäristöindikaattorit

3.4.1.1 Taustaa indikaattoreille

OECD aloitti yksityiskohtaisen ympäristöindikaattoriohjelman vuoden 1989 G7-kokouksen pyynnöstä vuonna 1990. Ympäristöindikaattoriohjelma johti sopimukseen OECD-maiden kesken terminologiasta ja käsitteellisestä viitekehystä (esimerkiksi PSR-viitekehys). Lisäksi indikaattorit identifioitiin ja määriteltiin kolmen peruskriteerin perusteella. Peruskriteereitä ovat menettelytapaviittaukset, analyttinen luotettavuus ja mitattavuus. OECD:n indikaattoreita käytetään lukui-

sisä maissa ja niitä käytetään säännöllisesti myös OECD:n analyttisessä työssä sekä ympäristötyön tarkastelussa.

OECD:n indikaattorityön tarkoituksena on mahdollistaa, että indikaattorit seuraavat ympäristön tilan kehitystä ja yhdistävät ympäristöasiat paremmin sekä alueellisiin että taloudellisiin menettelytapoihin. (Moldan & Billharz, 1997, 157.)

3.4.1.2 OECD:n ympäristöindikaattoreista

OECD on jakanut indikaattorinsa kolmeen eri ryhmään, jotka pyrkivät kohti samaa päämäärää: ympäristöllisten tekijöiden ja niiden hallinnan tarkastelua (*reviewing environmental performance*) OECD:n ympäristöindikaattoreita ovat ympäristöindikaattoreiden ydinryhmä ja alueelliset indikaattorit. Lisäksi indikaattoreita tarvitaan ympäristölaskentatoimissa. (Moldan & Billharz, 1997, 158.)

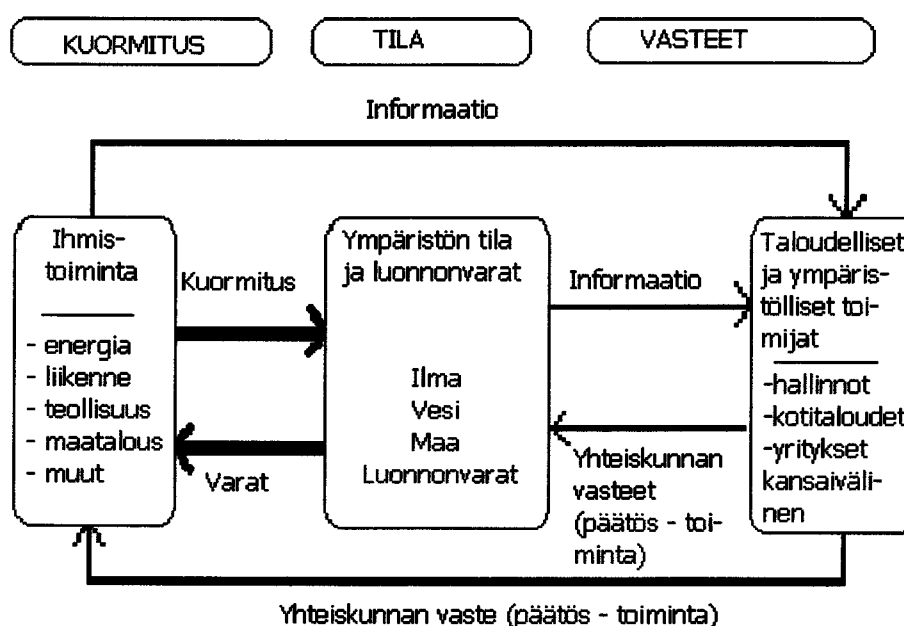
Indikaattoreiden järjestämiseksi on olemassa useita erilaisia viitekehyksiä, jotka voivat muuttua ajan kuluessa indikaattoreiden tieteellisen ymmärryksen lisääntyessä ja yhteiskunnallisten arvojen kehittyessä (OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Review, 1993, 5). Ympäristöindikaattoreiden ydinryhmän tarkoituksena on seurata ympäristöön liittyvää kehitystä. Tätä tarkoitusta varten OECD on kehittänyt PSR-viitekehyksen, joka perustuu kausaalisuuden konseptiin. Ihmistoiminta aiheuttaa kuormitusta ympäristöön ja muuttaa sen luonnonvarojen laatua ja määrää. Yhteiskunta vastaa ihmistoiminnan aiheuttamiin muutoksiin ympäristöllisillä, alueellisilla ja yleisillä taloudellisilla toimilla. PSR-viitekehyksen tarkoituksena on löytää suorat vaikutussuhteet ihmistoiminnan ja ympäristön vuorovaikutusten välillä, mutta sen ei pitäisi sulkea pois monimutkaisempien suhteiden näkökulmaa ekosysteemistä ja ympäristön sekä talouden vuorovaikutuksesta. (OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Review, 1993, 5.)

PSR-viitekehyksessä on kolmenlaisia ympäristöindikaattoreita, joista ensimmäinen ryhmä kuvaa ihmistoiminnan aiheuttamaa kuormitusta ympäristöön (*pressure*). Ryhmän indikaattoreita kutsutaan ympäristökuormituksen indikaattoreiksi. Viitekehyksen toisen ryhmän indikaattorit puolestaan kuvaavat ympäristön tilaa

(*state*). Indikaattorit liittyvät ympäristön laatuun sekä luonnonvarojen määrään ja laatuun. Ympäristön tilaa kuvaavat indikaattorit tulisi suunnitella antamaan yleiskuva ympäristötilasta ja sen kehittymisestä. PSR-viitekehys kolmannen ryhmän indikaattorit kuvaavat yhteiskunnan vastetta (*response*). Ne näyttävät asteen, jolla yhteiskunta vastaa ympäristössä tapahtuviin muutoksiin. (OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Review, 1993, 6 - 7.)

KUVIO 1 OECD:n kehittämä PSR-viitekehys

(*Pressure-State-Response-viitekehys*)



OECD kehitti alueelliset indikaattorit tarkoituksenaan yhdistää ympäristöstä aiheutuva huoli alueellisiin toimintaohjelmiin. Jokainen tämän ryhmän indikaattoreista on rajoitettu erityiselle alueelle ja vuorovaikutukseen ympäristön kanssa. Ryhmän indikaattorit onkin kehitetty erityisesti liikenne-, energia- ja metsätalouden sekä maanviljelysektoreille. Indikaattorit kuvaavat eri sektoreita ja niiden ympäristöllisten erityispiirteiden trendejä sekä vaikutuksia ympäristöön ja luonnonvaroihin. (Moldan & Billharz, 1997, 159.)

Ympäristölaskentatoimessa ympäristöindikaattoreita käytetään yhdistämään ympäristöstä aiheutunut huoli taloudellisiin toimintaohjelmiin. Indikaattoreita käytetään apuna sekä ympäristöjohtamisen fyysisten luonnonvarojen laskennassa että saasteiden hallinnassa ja kontrolloinnissa sekä muissa ympäristökustannuksissa. (Moldan & Billharz, 1997, 159.)

3.4.2 Euroopan unionin TERM-indikaattorit

3.4.2.1 Taustaa Euroopan unionin liikennesektorin ympäristöindikaattoreille

Euroopan komissio on yhdessä Euroopan ympäristökeskuksen kanssa kehittänyt indikaattoreihin perustuvaa liikenne- ja ympäristöraportointimenetelmää EU:lle. TERM (Towards a Transport and Environment Reporting Mechanism) esiteltiin Iso-Britannian puheenjohtajakaudella vuoden 1998 alussa ja ensimmäinen versio, ns. "nolla versio" indikaattoreista julkaistaan syksyllä 1999.

TERM:n ohjausryhmä asetettiin vuoden 1998 alussa ja ryhmä on kehittänyt alustavan listan 27 indikaattorista sekä tarkastanut indikaattoreiden vaatiman tiedon saatavuuden. Lisäksi ryhmä on kehittänyt käsitteellisen viitekehysten indikaattoreiden analysoimiseksi sekä opastanut alustavissa neuvotteluissa yhteistyössä jäsenmaiden kanssa. Ryhmä toimii yhteistyössä muiden kansainvälisten järjestöjen, kuten OECD:n, ECMT:n (European Conference of Ministers of Transport), UNECE:n (United Nations' Economic Commission for Europe) ja WHO:n (World Health Organisation) sekä IEA:n (International Energy Agency) kanssa. Tavoitteena on kehittää indikaattorit kestäväälle liikennejärjestelmälle. (Towards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 2.)

3.4.2.2 TERM-indikaattoreista

Euroopan ympäristökeskuksen ympäristöindikaattoreiden typologia jakaa indikaattorit neljään yksinkertaiseen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä etsii vastausta kysymykseen, mitä ympäristössä tapahtuu. Tämän ryhmän indikaattoreita kutsutaan kuvaaviksi indikaattoreiksi (*Descriptive Indicators*) tai A-tyypin indikaattoreiksi. Ne ovat hyödyllisiä, mutta niiden esittämä trendi ei vastaa kysymykseen, onko

ympäristössä tapahtuvilla muutoksilla merkitystä. Muutoksilla on merkitystä, mikäli niitä mittaavat luvut ovat lähellä tai enemmän kuin suositusarvo tai jos luvut ovat kaukana toimintasuunnitelman tavoitearvoista. Näitä indikaattoreita, jotka mittaavat ympäristössä tapahtuvien muutosten merkitystä, kutsutaan suoriteindikaattoreiksi (*Performance Indicators*) tai B-tyypin indikaattoreiksi ja ne ovat tarpeen, kun arvioidaan etäisyyttä politiikassa asetettuihin tavoitteisiin.

Euroopan ympäristökeskuksen ympäristöindikaattoreiden typologian kolmas indikaattoriryhmä mittaa tuotannon ja kulutuksen kehitystä suhteessa ympäristönäkökulmiin, toisin sanoen ryhmän indikaattorit etsivät vastausta kysymykseen, tapahtuuko ympäristöasioissa kehitystä. C-tyypin indikaattoreita kutsutaan tehokkuusindikaattoreiksi (*Efficiency Indicators*) ja ne muodostetaan usein A-tyypin indikaattoreita yhdistämällä.

Neljäs ja viimeinen indikaattoriryhmä on yleisesti kestävyyttä mittaavat indikaattorit, joita kutsutaan kokonaishyvinvointi-indikaattoreiksi (*Total Welfare Indicators*) tai D-tyypin indikaattoreiksi. Tämä indikaattoriryhmä on yleisesti Euroopan ympäristökeskuksen indikaattoreiden ulkopuolella.

Tärkeimmät vaatimukset, jotka ovat nousseet esille, kun TERM:n indikaattoreita on valittu, ovat yleisön tarpeet, yhtenäisyyden tarve merkityksellisen tiedon luomiseksi ja saatavilla oleva tieto indikaattoreiden kokoamiseksi. TERM-indikaattoreiden käyttäjiä ovat pääasiassa Euroopan komission instituutiot ja Euroopan yhteisön eri jäsenmaiden ministeriöt sekä poliittiset päättäjät. (Towards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 13 - 14.)

TERM-indikaattorit on jaettu kuuteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä, liikenteen ympäristölliset vaikutukset (*Environmental consequences of transport*), auttaa ymmärtämään eri liikennemuotojen ympäristökustannuksia ja -vaikutuksia sekä yhdistää taloudelliset ja yhteiskunnalliset toiminnot, jotka vaikuttavat vaatimukseen. Ryhmän indikaattorit mittaavat liikenteen aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Ne sisältävät absoluuttisia indikaattoreita sekä indikaattoreita, jotka kuvaavat liikenteen suhteellista osuutta verrattuna muihin sosio-ekonomisiin ryhmiin.

Ensimmäisen ryhmän indikaattoreita ovat esimerkiksi kuljetuksen lopullinen energian kulutus, primaarienergian (raakaenergian) kulutus, kuljetuksen päästöt (esimerkiksi CO₂, NO_x ja SO_x-päästöt) sekä infrastruktuurin vaikutus ekosysteemiin paikallisella tasolla. (Towards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 15; 17.)

Toinen indikaattoriryhmä, maankäyttö ja pääsy peruspalvelujen luo (*Land use and access*), mittaa maankäyttöä ja kuluttajien pääsyä palvelujen luo. Maankäytön suunnittelulla on merkitystä peruspalvelujen sijainnille ja tämän vuoksi niillä on suora vaikutus ihmisten pääsyyn peruspalvelujen luo sekä sitä kautta myös liikennevaatimuksiin. Pääsy palvelujen luo on myös määritelty myös sillä, kuinka paljon kuluttajat joutuvat maksamaan kuljetuspalveluista.

Maankäyttö ja pääsy peruspalveluiden luo -indikaattoriryhmän indikaattoreita ovat muun muassa moottoriajoneuvojen määrä per talous ja niiden henkilöiden määrä prosentteissa, jotka asuvat esimerkiksi 500 metrin päässä lähimmästä julkisen liikenteen pysäkistä. (Towards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 15; 17.)

Kuljetuksen vaatimukset ja intensiteetti (*Transport demand and intensity*) on TERM-indikaattoreiden kolmas ryhmä. Tämän ryhmän indikaattoreiden avulla pyritään ymmärtämään kuljetuksen vaatimuksia ja intensiteettiä sekä jakautumista eri liikennemuotojen välillä. Intensiteetti ja modaalinen jakautuminen eri liikennemuotojen kesken ovat tärkeitä kuljetuksen tehokkuuden ymmärtämiseksi.

Kolmannen ryhmän indikaattoreita ovat matkustajien ja tavaroiden kuljetuksesta kertovat indikaattorin, kuten esimerkiksi kuljetettujen matkustajien määrä ja kuljetetun rahdin määrä. (Towards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 15; 17.)

TERM-indikaattoreiden neljäs ryhmä on kuljetuksen tarjonta (*Transport supply*). Tämän ryhmän indikaattoreilla mitataan kuljetuksen infrastruktuurin pituutta ja infrastruktuurin tyyppiä (esimerkiksi moottoritie, valtatie, paikallistie jne.). (To-

wards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 15.)

Viides TERM-indikaattoreiden ryhmä on hintasignaalit (*Price signals*). Näiden indikaattoreiden avulla seurataan esimerkiksi polttoaineen hintaa, veroja ja tukipalkkioita. Hinnoittelumekanismit, verot ja tukipalkkiot voivat vaikuttaa liikenne-toimintoihin ja ovat siksi tehokkaita välineitä, kun halutaan vaikuttaa kuljetuksen vaatimukseen ja tehokkuuteen.

Kuudes ja viimeinen TERM-indikaattoreiden ryhmä on kuljetuksen tehokkuus (*Transport efficiency*), jonka avulla seurataan sekä teknistä tehokkuutta (esimerkiksi paremmat polttoaineet ja moottorit) että kuljetusjärjestelmän tehokasta käyttöä. Ryhmän indikaattoreita ovat esimerkiksi CO₂-, NO_x- ja SO_x-päästöt per matkustajakilometri tai tonnikipometri ja ajoneuvojen keskimääräinen ikä.

TERM-indikaattorit ovat vielä kehitysvaiheessa, mutta niitä tullaan kehittämään käyttäjien tarpeet huomioon ottaen. (Towards A Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU, 1999, 15 - 17.)

3.4.3 Baltic Agenda 21

3.4.3.1 Taustaa Baltic Agenda 21:lle

Baltic Agenda 21:n tehtävänä on muuntaa globaalin Agenda 21:n sisältämät aiheet ja suunnitelmat konkreettisiksi toiminta-ajatuksiksi ja toimenpiteiksi Itämeren alueella. Itämeren kestävän kehityksen ohjelma käynnistettiin lokakuussa 1996 Saltsjöbadenissa Ruotsissa. Kokouksessa sovittiin ns. Saltsjöbadenin julistuksesta, johon on kirjattu ohjelman valmistelua ja sisältöä koskevat periaatteet.

Baltic Agenda 21 -prosessiin osallistuvat Islanti, Latvia, Liettua, Norja, Puola, Ruotsi, Saksa, Suomi, Tanska, Venäjä ja Viro. Venäjän liittovaltiosta ohjelmaan osallistuu vain maan luoteisosa. Myös EU:n komissio osallistuu ohjelman kehittämiseen.

Itämeren kestävä kehityksen ohjelman painopiste on ympäristöasioissa, alue-suunnittelu ja terveystieteet mukaan luettuina. Kestävän kehityksen ohjelma keskittyy pitkän tähtäimen alueelliseen yhteistyöhön ja se täydentää kansainvälisiä, kansallisia ja paikallisia hankkeita sekä ottaa huomioon EU-ulottuvuuden. (Itämeren alueen kestävä kehityksen ohjelma - Baltic 21, 1998, 8 -9.) Se on sitoutunut demokratiaan, avoimuuteen ja kansalaisten laajaan osallistumiseen. Tarve edistää kestävä kehitykseen liittyvää koulutusta ja kansalaisten tietoisuutta on huomioitu. (Itämeren alueen kestävä kehityksen ohjelma - Baltic 21, 1998, 11.)

3.4.3.2 Baltic Agenda 21:n indikaattoreista

Baltic Agenda 21 indikaattoreiden kehitystyö aloitettiin maaliskuussa 1997 ja sitä organisoivat Baltic Agenda 21:n sihteeristö ruotsalaisista tutkijoista, asiantuntijoista ja konsulteista koostuvan konsulttiryhmän avustuksella. (Indicators on Sustainable Development in the Baltic Sea Region, 1998, 3.)

Baltic Agenda 21 indikaattoreiden tehtävänä on auttaa nykyisen tilanteen ja erilaisten valintojen seurausten arvioinnissa (Petersen, Böhrer, Dalkmann & Ahrens, 1998, 13). Ihanteellisen indikaattorin tulee kattaa kaikki kestävä kehityksen kolme tasoa, ympäristölliset, taloudelliset ja yhteiskunnalliset tasot sekä perustua tietoihin, jotka ovat helposti saatavilla. Indikaattorin tulee myös olla vertailukelpoinen sekä kansainvälisesti että alueellisesti. Toisaalta taas indikaattorin tulee olla helposti ymmärrettävä myös muille tahoille kuin asiantuntijataholle. (Petersen, Böhrer, Dalkmann & Ahrens, 1998, liite 5, 1.)

Baltic Agenda 21 indikaattorit jaetaan seitsemään osa-alueeseen: maatalouden, energian, kalastuksen, metsänhoidon, teollisuuden, turismin ja liikenteen osa-alueisiin (Report from the Meeting on Baltic 21 Indicators, November 1998, 2 - 3). Jokaisen sektorin kestävä kehityksen päämäärät ja skenaariot on kuvattu yksityiskohtaisesti yhtä hyvin kuin sektoreiden toimintaohjelmien toimijat, aikataulut ja rahoitus (Indicators on Sustainable Development in the Baltic Sea Region, 1998, 2).

Indikaattoreilla mitataan maatalouden osalta muun muassa kierrätetyn typen osuutta suhteessa käytettyyn tyypeen, maanviljelijöiden keskimääräisiä tuloja sekä viljellyn maa-alan osuutta suhteessa viljelykelpoiseen maa-alaan. Energian osalta puolestaan seurataan esimerkiksi energian tuotannon todellisia kuluja, energian kulutuksen kehitystä sekä energian tuotannosta aiheutuvien päästöjen kehitystä. Kalastuksen indikaattoreita ovat esimerkiksi kalankasvattamoiden määrä Itämerellä per maa, kalankulutus per asukas per maa ja ammattikalastajien määrä Itämerellä per maa. (Final Proposal for Baltic 21 Sector and Spatial Planning Core Indicators, 1999, 3 - 6.)

Metsänhoidon ydinindikaattoriryhmiä on yhteensä kuusi, joilla seurataan muun muassa metsien ja muiden puiden peitossa olevien alueiden pinta-alaa, lajiryhmiä ja ikärakennetta sekä erilaisista syistä johtuvaa metsien vaurioitumista (esimerkiksi metsäpalot ja tuholaiset).

Kestävä kehitys teollisuussektorilla Itämeren alueella edellyttää jatkuvaa taloudellista, yhteiskunnallista sekä teknistä kehitystä. Tämän sektorin tavoitteiden toteutumista seurataan muun muassa seuraavilla indikaattoreilla: energian kulutus / teollisuuden BKT, uusiutuvan energian käyttö / energian kokonaiskulutus ja vuosittain raportoitujen teollisuuden työntekijöiden vammat tai tapaturmaiset kuolemat sekä ympäristöhallintajärjestelmää (EMAS, ISO) toteuttavien teollisuuden yritysten määrä. (Final Proposal for Baltic 21 Sector and Spatial Planning Core Indicators, 1999, 7 - 9.)

Baltic Agenda 21:n mukaan kestävä turismi tarkoittaa turismia, joka huomioi ympäristön, turvaa pitkällä aikavälillä luonnonvarojen ja kulttuurin suojelun sekä on taloudellisesti hyväksyttävä ja oikeudenmukainen. Baltic Agenda 21:n turismin indikaattoreita ovat esimerkiksi kansallispuistoissa ja muilla suojelluilla alueilla käyneiden määrä, suojeltujen maa- ja vesialueiden määrä ja turistien määrä vuoristoalueilla.

Itämeren alueella kestävä liikenteen päämäärä koostuu kahdesta osasta. Ensimmäkin pitäisi pyrkiä minimoimaan liikenteen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia ympäristöön sekä vähentämään uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä ja

maankäyttöä liikennetarkoituksiin ihmisten terveyden ja ympäristön suojelemiseksi erityisesti ekosysteemin herkillä alueilla. Näiden päämäärien toteutumista seurataan muun muassa eri päästöjen indikaattoreilla (esimerkiksi CO₂-, NO_x- ja hiukkaspäästöjen indikaattorit) ja tieliikenteessä loukkaantuneiden tai kuolleiden henkilöiden määrää kuvaavilla indikaattoreilla.

Toiseksi tulee säilyttää liikenteen kyky palvella Itämeren alueen taloudellista ja yhteiskunnallista kehitystä. Tämän päämäärän toteutumista seurataan seuraavilla kolmella indikaattoreilla: julkisen liikenteen käytettävyys (verkosto ja tiheys), tie- ja rautatieverkoston pituus ja tiheys sekä pirstoutumattomat, vähäliikenteiset alueet. (Final Proposal for Baltic 21 Sector and Spatial Planning Core Indicators, 1999, 9 - 11.)

Tulevaisuudessa VASABin (Vision and Strategies around Baltic Sea 2010) sihteeristön mukaan Baltic Agenda 21 indikaattoreihin tulisi lisätä kahdeksan uutta indikaattoria joko yleisiin indikaattoreihin tai sektori-indikaattoreihin. Näihin kahdeksaan uuteen indikaattoriin sisältyy esimerkiksi eri liikennemuotojen vertailu ja infrastruktuurin arviointi (liikenteen indikaattori). (Final Proposal for Baltic 21 Sector and Spatial Planning Core Indicators, 1999, 11.)

3.4.4 Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi

3.4.4.1 Tausta Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiden laatimiselle

Yhdistyneiden Kansakuntien Rio De Janeirossa vuonna 1992 pidetyssä ympäristö- ja kehityskonferenssissa hyväksyttiin kestävän kehityksen periaatteet sisältävä Rion julistus sekä ympäristön ja kestävän kehityksen toimintaohjelma Agenda 21. Julistuksen ja toimintaohjelman työn tulosten seurannan ja arvioinnin apuvälineeksi valittiin indikaattorit. YK:n kestävän kehityksen sihteeristö julkaisi ensimmäiset indikaattorit vuonna 1996 ja ne on kehitetty yhteistyössä laajan asiantuntijajoukon kanssa.

Hallituksen tehtävänä on arvioida kestävän kehityksen toteutumista ja tarkistaa tavoitteita määräajoin. Tämän vuoksi nousi esille tarve määrittellä Suomelle omat

kestävän kehityksen indikaattorit. Suomen kestävän kehityksen indikaattorit on suunnattu ensisijaisesti päätöksentekijöille sekä kansalaisille ja tämän vuoksi niiden tulee olla helposti ymmärrettäviä sekä kuvaavia. Tavoitteena on kehittää ja valita kohtuullisen suppea joukko indikaattoreita, joihin sisältyy kestävän kehityksen ulottuvuudet. Kutakin ilmiötä kuvataan kuitenkin vain yhdellä tai muutamalla hyvin valitulla indikaattorilla. (Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi, 1999, 6.)

3.4.4.2 Suomen kestävän kehityksen indikaattorit

Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiden valinnassa huomioidaan niiden luotettavuus ja käyttökelpoisuus. Kaikki indikaattorit eivät kuitenkaan täytä kaikkia valintakriteereitä. Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiden tulisi olla ajallisesti ja alueellisesti edustavia, tieteellisesti hyväksyttäviä ja toistettavissa olevia. Indikaattoreiden valinnassa tulisi myös pyrkiä välttämään päällekkäistä tietoa muiden indikaattoreiden kanssa.

Indikaattoreiden käyttökelpoisuus määritellään siten, että ne ovat käyttäjälleen tarpeellisia, yksinkertaisia ja helposti tulkittavia. Niiden tulee olla herkkiä muutokselle ja mahdollistaa ennakointi (aikasarjat ja ennusteet). Indikaattoreiden tulee myös sisältää tavoite- tai suositusarvo sekä mahdollistaa vertailut sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla. Lisäksi indikaattoreiden tarvitseman tiedon tulee olla käytettävissä kohtuullisin kustannuksin. (Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi, 1999, 7.)

Indikaattoreita jäsentäväksi viitekehikseksi valittiin kestävän kehityksen eri ulottuvuudet: taloudellisesti, ekologisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitys. Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi sisältää 99 indikaattoria, joista 30 on taloudellisia, 27 ekologisia ja 27 sosiaalisia sekä 15 kulttuurisia.

Ekologisen aihealueen indikaattorit kuvaavat ilmastonmuutosta, otsonikerroksen ohenemista, happamoitumista, rehevöitymistä, biologisen monimuotoisuuden turvaamista ja jätteiden kertymistä sekä haitallisten aineiden leviämistä. Taloudellisia aihealueita puolestaan ovat talouden tila, luonnonvarojen käyttö, kulutus ja

ympäristö sekä taloudellinen ohjaus. Sosiaaliset aihealueita taas ovat hyvinvoinnin ja terveyden tila, turvattomuus ja sosiaaliset paineet sekä yhteiskunnan panokset. Kulttuuriset indikaattorit puolestaan kuvaavat kulttuuripalveluja ja historiaa, tietoa ja tiedonvälitystä, koulutuspääomaa sekä osallistumista (esimerkiksi äänestysaktiivisuus vaaleissa ja osallistuminen opiskeluun). (Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi, 1999, 7 -12.)

3.4.5 Liikenneministeriön ympäristöindikaattorit

3.4.5.1 Tausta Liikenneministeriön ympäristöindikaattoreille

Liikenneministeriön ympäristöindikaattorijärjestelmä perustuu liikenneministeriössä laadittuun toimenpideohjelmaan, "Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä". Toimenpideohjelma kattaa kaikki liikennemuodot ja se laadittiin ensimmäisen kerran liikenneministeriön hallinnonalalle vuonna 1994. Jatkuvat edellisen toimenpideohjelman vuosittaiset seurannat ovat luoneet pohjan ympäristöjärjestelmän kehittämiseksi.

Toimenpideohjelma on liikenneministeriön hallinnonalan ISO 14001 periaatteita noudattavan ympäristöjärjestelmän perusta. Ohjelma määrittelee pitkän ajan politiikan ja tavoitteet sekä keinot niiden saavuttamiseksi. Kunkin liikennemuodon omat ohjelmat ja ympäristöjärjestelmät täydentävät hallinnonalan yhteisiä toimintalinjoja. (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999, 3.)

3.4.5.2 Liikenneministeriön ympäristöindikaattoreista

Liikenneministeriön toimesta "Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä" -ohjelmaa seurataan sekä laadullisesti että määrällisesti. Toimien toteutumista seurataan vuosittain haastatteleamalla vastuutahojen avainhenkilöitä. Edistymisestä raportoidaan myös liikenteen ympäristöindikaattoreiden avulla.

Liikenneministeriön indikaattoreiden tulee olla luotattavia, havainnollisia ja käyttökelpoisia. Tiedon tulee olla saatavissa ja vertailukelpoista esimerkiksi aikasarjojen avulla. Lisäksi indikaattoreiden tulee olla sellaisia, että liikenneministe-

riön hallinnonala voi vaikuttaa niihin itse. Indikaattorit on valittu siten, että ne muodostavat yhdessä kokonaiskuvan liikenteen ympäristönäkökohdista ja kehityksen suunnasta. Yksittäisille liikennemuodoille tärkeitä ympäristöindikaattoreita julkaisee kukin laitos omissa ympäristöraporteissaan.

Liikenneministeriön hallinnonalan ympäristöindikaattoreiden kehitystyöhön vaikuttaa erityisesti Euroopan yhteisen liikenteen ympäristöindikaattoreiden kehittäminen, joka on käynnissä Euroopan ympäristökeskuksessa (European Environment Agency). (Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, 1999, 22.)

Liikenneministeriön ympäristöindikaattoreita ovat erilaiset päästöjen indikaattorit, kuten esimerkiksi rikkidioksidi (SO₂), hiilimonoksidi (CO) ja typen oksidit (NO_x), melualueella asuvien määrä ja liikennemelulle altistuvien määrä. Lisäksi seurataan tavaraliikenteen ja henkilöliikenteen päästöjen ja energian kulutuksen kehittymistä sekä niiden osuutta suoritteista.

IV. VESILIIKENTEEN PÄÄSTÖT ILMAKEHÄÄN

4.1 Yleistä vesiliikenteen päästöistä ilmakehään

Vesiliikenne jaetaan vene- ja alusliikenteeseen. Veneliikenteeseen kuuluvat huvi-veneet, kalastusalukset ja –veneet sekä työalukset ja –veneet. Alusliikenteeseen taas kuuluvat rahti- ja matkustajalaivat. Rahtialukset voidaan vielä jakaa edelleen junalauttoihin, konttialuksiin, irtolastialuksiin, muihin kuivalastialuksiin ja säiliöaluksiin sekä muihin aluksiin. Matkustajalaivat taas jaetaan matkustaja-aluksiin ja matkustaja-autolaittoihin. Sekä veneiden että laivojen aiheuttamien päästöjen määrään vaikuttavat aluksen koneisto (kaksi- vai nelitahtinen koneisto) sekä aluksen kokoluokka. (Mäkelä & Tuominen, 1998.) Molemmat vesiliikenteen muodot kuitenkin aiheuttavat päästöjä, joilla on vaikutusta ympäristöön.

Veneily ja veneliikenne ovat kasvaneet Suomessa voimakkaasti viime vuosikymmeninä. Pitkään jatkuneen kasvun myötä myös veneliikenteen aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat pääsääntöisesti lisääntyneet. Veneliikenteen ympäristöpäästöjä, kuten esimerkiksi pakokaasu-, polttoaine-, myrkkymaali- ja öljypäästöjä, on perinteisesti pidetty vähäisinä. Useimpien päästöjen kohdalla tämä mitä ilmeisemmin pitääkin paikkansa, mikäli päästömäärät suhteutetaan ihmisen tuottamiin kokonaispäästöihin. Veneliikenteen aiheuttamat päästömäärät kuitenkin tunnetaan vielä heikosti. Ympäristövaikutusten arviointia vaikeuttaa veneilyä koskevien perustietojen vähyys. (Lundén, 1993, 1.) Lisäksi moottoriveneliikenteen venemootoreiden aiheuttama kuormitus on tyypillistä hajakuormitusta, mikä myös vaikeuttaa sen haittavaikutusten arviointia (Eloheimo, 1992, 72).

Viime vuosina päästöjen rajoittamistoimenpiteet ovat lisääntyneet ympäristöuhkien voimistumisen ja teollistuneiden maiden energiapolitiikan vuoksi. Tämän myötä myös merenkulun päästörajoitukset ovat lisääntyneet. (Lundén, 1992.) Suomen vesiliikenteen aiheuttamat päästöt olivat vuonna 1997 Suomen talousalueella olivat seuraavat: rikkidioksidia (SO₂) 20 500 tonnia (t), hiilimonoksidia (CO) 24 000 t, hiilivetyjä (HC) 9 010 t, typen oksideja (NO_x) 71 700 t ja hiukkasia

2 030 t sekä hiilidioksideja (CO₂) 2 960 000 t. Rahtilaivat ovat osoittautuneet suurimmiksi saastuttajiksi haitallisimpien yhdisteiden eli typen oksidien ja rikkidioksidin osalta. Rahtilaivojen osuus kyseisten yhdisteiden päästöistä on yli kaksi kolmasosaa kokonaispäästöistä. (Mäkelä & Tuominen, 1998, 36.)

TAULUKKO 1 Suomen liikenteen päästöt 1996 [t/a]

	CO	HC	Nox	Hiukkaset	S02	CO2
Tieliikenne	284 414	47 269	122 629	7 110	375	10 837 882
Rautatieliikenne	536	489	3 689	95.8	278	301 275
Vesiliikenne	24 149	9 014	71 718	2 032	20 517	2 963 021
Ilmaliikenne	2 848	332	2 558	0(1)	185	743 739
Yhteensä	311 947	57 105	200 593	9 237	21 355	14 845 917

(1 Ilmaliikenteen hiukkaspäästöt puuttuvat

Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97.

4.2 Veneliikenteen päästöt ilmakehään

Moottoriveneliikenteen bensiinikäyttöisistä moottoreista ympäristöä kuormittavat eniten kaksitahtiset koneet. Kaksitahtisten moottoreiden korkeat hiilivety-, hiilimonoksidi- ja hiukkaspäästöt aiheutuvat matalasta palolämpötilasta.

Venemoottoreiden päästöille on ominaista, että tunnissa hevosvoimaa tai kilowattia kohden syntyy sitä enemmän päästöjä, mitä pienempi moottoriteho on. Esimerkiksi häkää ja hiilivetyä vapautuu hevosvoimaa kohden kolminkertainen määrä satahevosvoimaiseen verrattuna. Pienellä moottorilla saasteiden kokonaismäärä on isompaan moottoriin verrattuna pienempi, mutta ei läheskään niin paljon kuin moottoritehon perusteella voisi päätellä. (Eloheimo, 1992, 72 – 73.)

4.2.1 Pakokaasut

Suomessa ei ole veneliikenteen pakokaasupäästöihin kohdistuvia rajoituksia. Polttoaineen laatua säätelevät määräykset vaikuttavat kuitenkin välillisesti pakokaasupäästöihin. Polttoaineeron porrastuksella on ohjattu käyttöä päästöjen kannalta edullisempiin vaihtoehtoihin. (Lundén, 1993, 7.)

Bensiiniä on pidetty ympäristölle haitallisempänä kuin dieselöljyä ja sen palamisjätteitä. Tutkimuksissa on kuitenkin osoitettu, että dieselöljy voi olla vahingollisempaa kuin bensiini, koska sen myrkylliset aineet ovat karsinogeenia sekä voivat aiheuttaa muutoksia perimään. Yleensäkin polttoöljyt ovat akuutisti myrkyllisempiä vesieläimille kuin raaka- ja voiteluöljyt.

Pakokaasupäästöistä suurin osa on kaasumaisessa muodossa, mutta dieselmoottoreiden pakokaasut sisältävät myös hiukkasmaisia ainesosia, jotka syntyvät epätäydellisesti palavasta poltto- tai voiteluaineesta. Pakokaasut sisältävät hiiltä (nokea), monimutkaisia hiilivety-yhdisteitä, rikkiyhdisteitä ja vettä. (Eloheimo, 1992, 73.)

Nelitahtimoottoreista syntyy vähemmän päästöjä kuin kaksitahtimoottoreista. Vähäisemmät päästöt perustuvat pääasiassa kahteen asiaan: nelitahtimoottorissa moottorin voiteluöljy on omassa tilassaan, eikä öljyä pala kunnossa olevassa moottorissa merkittävässä määrin polttoaineen mukana. Nelitahtisten moottoreiden parempi polttoainetalous johtuu muun muassa moottorin kaasunvaihdon tehokkuudesta. (Eloheimo, 1992, 75.)

4.2.1.1 Lyijy

Lyijypäästöt lasketaan kulutetun polttoainemäärän ja polttoaineyksikköä kohden syntyvän epäpuhtausmäärän tulona (Lundén, 1993, 13). Koska veneiden polttoaineissa on siirrytty käyttämään lyijyttömiä polttoaineita, veneiden lyijypäästöt ovat pienentyneet (Eloheimo, 1992, 76).

Veneissä käytettävän polttoaineen lyijy sitoutuu polttoaineen palaessa hiukkasiin ja kulkeutuu tuulen mukana ja putoaa sitten maahan tai veteen sadeveden mukana

ja aiheuttaa jo pieninä pitoisuuksina vaurioita sekä eläimille että kasveille. Kun lyijy (kuten myös muut raskasmetallit) saavuttaa meriympäristön, se sedimentoituu. Sedimenttiin sitoutumisen voimakkuus vaihtelee. (Pohjois-Euroopan meret – Pohjois-Euroopan ympäristö, 1990, 97.) Raskasmetallit voivat joutua takaisin kiertoon ja aiheuttaa ympäristöongelmia, mikäli esimerkiksi laivareittiä ruopataan satama-alueella ja ruoppausmassa läjitetään paikkaan, jossa ei ole luonnollista sedimentaatiota. Myös laivojen potkureiden aiheuttamat virtaukset voivat nostaa pohjaan kertyneet raskasmetallit, DDT:n ja PCB:n takaisin kiertoon. (Vuorinen, 1994, 32.)

Raskasmetallien myrkyllisyys kasvaa, mitä pienempi veden suolapitoisuus on. Siksi murtovesialueiden eliöt ovat alttiina suuremmalle vaaralle kuin ne eliöt, jotka elävät myös metallien saastuttamassa, mutta suolaisemmassa vedessä. Siten Itämeri on herkempi metallien päästöille kuin esimerkiksi valtameret. (Pohjois-Euroopan meret – Pohjois-Euroopan ympäristö, 1990, 98 – 99.)

4.2.1.2 Rikki

Rikkipäästöt ovat laskettavissa kulutetun polttoaineen ja sen rikkipitoisuuden perusteella, sillä rikkipäästöt ovat suoraan verrannollisia käytetyn polttoaineen rikkipitoisuuteen. Venedieseissä käytettävä kevyt polttoöljy sisältää enemmän rikkiä kuin normaalissa dieselöljyssä. Veneliikenteen aiheuttamat rikkipäästöt jäävät kuitenkin suhteellisen pieniksi. (Lundén, 1993, 13 – 14.)

Rikin päästöt happamoittavat sadevesiä ja niistä aiheutuvat happolaskeumat voivat aiheuttaa monenlaisia ongelmia paikallisesti ja alueellisesti. Rikkidioksidi hapestuu helposti rikkihapoksi ilmassa, kosteissa materiaaleissa ja vesipisaroissa, jolloin niiden happamuus kasvaa edelleen. (Laukkanen, 1998, 60.)

4.2.1.3 Hiilivedyt

Hiilivedyt ovat hiilen ja vedyn yhdisteitä. Ne rinnastuvat VOC-päästöihin ja vaikuttavat alailmakehän otsonin muodostumiseen. Veneiden hiilivety päästöjen arvellaan olevan vuosittain noin 3600 – 4200 tonnia huolimatta siitä, että veneiden osuus bensiinikulutuksesta ei ole suuri.

Kaksitahtimoottoreiden aiheuttamat hiilivety päästöt ovat suhteellisen suuria, mikä johtuu kaksitahtimoottoreiden polttoaineen epätäydellisestä palamisesta. Kaksitahtimoottoreiden aiheuttamien hiilivety päästöjen merkitystä rajoittaa kuitenkin moottoreiden pienehköt käyttötuntimäärät. Toisaalta venemoottoreiden käytön keskittyminen pariin kesäkuukauteen lisää päästöjen merkitystä. Dieselmoottorien osuus hiilivety päästöistä jää vähäiseksi moottoreiden tyypillisesti pienten päästökertoimien vuoksi. (Lundén, 1993, 14.)

4.2.1.4 Typen oksidit

Typen oksidit (NO_x) muuntuvat ilmakehässä nitraateiksi ja vaikuttavat sekä happamoittavasti että rehevöittävästi.

Veneiden tuottamat typenoksidien päästöt ovat 84 prosenttisesti dieselkäyttöisten veneiden aiheuttamia. Tähän on syynä dieselmoottorien korkea palamislämpötila ja puristussuhde sekä toisaalta alhaisen NO_x -emissiotason omaavien bensiinikäyttöisten kaksitahtiperämoottoreiden runsaus. Kaksitahtimoottoreilla on alhainen palamislämpötila ja tämän vuoksi niiden NO_x -päästöt jäävät pienemmiksi kuin nelitahtimoottoreiden.

Bensiinin hintakehityksen myötä dieselmoottorit ovat yleistyneet. Tämä on puolestaan lisännyt typen oksidien päästöjä. Entistä ympäristöystävällisempien venemoottoreiden markkinoille tulo on myös vaikuttanut vähäisissä määrin typen oksidien päästöjen lisääntymiseen. Tämä johtuu siitä, että nykyisille ympäristöystävällisille moottoreille on tyypillistä, että palaminen pyritään toteuttamaan mahdollisimman täydellisesti, joka puolestaan lisää typenoksidien päästöjä. Myös

lyijyttömän polttoaineen käyttöönotto on kasvattanut vähäisissä määrin typen oksidien päästöjä. (Lundén, 1993, 14 – 15.)

Typen puute on merivedessä kaikkein kasvua rajoittavin ravintoaine. Mikäli kasvit eivät saa riittävästi valoa tai ravintoaineita, kasvin kasvu rajoittuu tai pysähtyy kokonaan. Toisaalta ravinnemäärän runsas kasvu lyhyessä ajassa aiheuttaa ympäristöongelmia. (Pohjois-Euroopan meret – Pohjois-Euroopan ympäristö, 1990, 83.)

4.2.1.5 Muut päästökäkomponentit

Muita merkittäviä veneliikenteen aiheuttamia päästökäkomponentteja ovat esimerkiksi häkä-, hiilidioksidi- ja hiukkaspäästöt. Veneliikenteen häkäpäästöihin vaikuttavat voimakkaasti kaksitahtimoottoreiden korkeat ja dieselmoottoreiden alhaiset ominaisemissiot. Kaksitahtimoottorit aiheuttavat yksistään 2/3 veneiden hiilimonoksidipäästöistä.

Käytetyn polttoaineen määrä heijastuu selvästi hiilidioksidipäästöihin ja päästöt ovatkin lähes suoraan verrannollisia käytettyyn polttoainemäärään nähden. Suomen vesiliikenne aiheuttaa 20 % Suomen liikenteen hiilidioksidien kokonaispäästöistä. Dieselmoottoreiden energiasisältö hyödynnetään huomattavasti paremmin kuin kaksitahtimoottoreiden energiasisältö. Kaksitahtimoottorit vastaavat myös suhteellisen suurista hiukkaspäästöistä. (Lundén, 1993, 15 – 19.)

4.3 Laivaliikenteen päästöt ilmakehään

4.3.1 Laivaliikenteen pakokaasupäästöt

4.3.1.1 Yleistä pakokaasuista

Alusliikenteen pakokaasupäästöjä ovat typen ja rikin oksidit, häkä eli hiilimonoksidi, hiilivedyt ja hiilidioksidi sekä hiukkaspäästöt. Pakokaasupäästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta haitallisia ihmisen terveydelle. Lisäksi kaikki kyseiset päästöt ovat vahingollisia ympäristölle.

Aluksessa päästöt syntyvät pääkoneessa, apukoneessa ja kattilassa. Mikäli alukseen on rakennettu jätteenpolttolaitos eli insineraattori, jätteiden poltto tuottaa myös savukaasuja aluksella. Pääosin savukaasut kuitenkin aiheutuvat pääkoneen tuottamista pakokaasuista.

Lähes poikkeuksetta aluksen pääkoneistona on yksi tai useampia kaksi- tai nelitahtisia dieselmoottoreita. Alle 5 000 bruttotonnin aluksissa keskinopea nelitahtinen dieselmoottori on tavallinen ja yli 5 000 bruttotonnin aluksissa vastaavasti hidskäyntinen moottori on tavallinen. Poikkeuksena tästä ovat matkustajautolautat ja jäänmurtaajat, joissa pääkoneisto koostuu tavallisesti useammista nelitahtimoottoreista. (Lundén, 1992, 17 – 19.)

Apumoottorit huolehtivat aluksen energiahuollosta. Niillä tuotetaan tavallisesti aluksen tarvitsema sähköenergia sekä käytetään esimerkiksi nostureita, pumppuja, lämmitys-, jäähdytys- ja hydraulilaitteistoja. Joissakin aluksissa on akseligeneraattori, jolla tyydytetään aluksen energian tarve joko osaksi tai kokonaan aluksen ollessa kulussa. Muussa tapauksessa apumoottorikoneisto on käytössä myös merellä.

Useimmissa aluksissa on yksi tai useampia kattiloita. Kattiloiden tarkoituksena on lämpöä aluksen lämmitykseen, lämpimään veteen ja höyryn kehitykseen. Joissakin aluksissa on lisäksi pakokaasukattila, jonka tarkoituksena on kerätä lämpöä

talteen aluksen pakokaasuista. Tässä tapauksessa kattilan käyttö ei aiheuta päästöjä. Mikäli kattiloiden polttolämpötila on alhainen verrattuna dieselmoottorin polttolämpötilaan, kattiloiden NO_x-päästöt ovat myös suhteellisen pieniä. (Lundén, 1992, 20 – 21.)

Alusten pakokaasupäästöjen määrä riippuu ratkaisevasti aktiviteetin määrästä eli satamissa käynneistä ja polttonesteen kulutuksesta sekä päästökertoimista (g/kWh, g/kg polttonestettä). Aktiviteetin määrän vähentäminen 100 % vähentää päästöjä 100 %. Myös päästökertoimen nolllaaminen nolaa päästöt. (Mäkelä & Tuominen, 1998, 34.)

Aikaisemmin alusten savukaasupäästöjen rajoittamispyrkimykset kohdistuivat satamiin, sillä niiden läheisyydessä oli runsaasti tiivistä kaupunkiasutusta. Alusliikenteen pakokaasupäästöjen uskottiin lisäävän kaupunkialueille kohdistuvia päästöjä haitallisessa määrin, sillä kaupunkialueiden paikallismastoa kuormittavat monet muutkin päästölähteet. Nykyään kansainväliset sitoumukset edellyttävät savukaasupäästöjen rajoittamista niin maalla sijaitsevien päästölähteiden kuin merenkulunkin osalta. (Lundén, 1992, 16.) Satamapäästöjen osuus on 9 – 14 % yhteenlasketuista väylä- ja satamapäästöistä yhdisteestä riippuen. Tämän vuoksi satamapäästöillä ei ole suurta merkitystä laivaliikenteen kokonaispäästöihin. (Mäkelä & Tuominen, 1998, 34.)

4.3.1.2 Rikki

Laivaliikenteen merkitystä rikkipäästöjen aiheuttajana on pidetty usein kokonaisuuden kannalta pienenä. Tavallisesti laivaliikenteen osuutta rikkipäästöistä vähentää myös se, että kansainvälisissä arvioinneissa ulkomaanliikenteen aiheuttamat päästöt on usein jätetty maakohtaisten päästömäärien ulkopuolelle.

Merenkulun aiheuttamia rikkipäästöjä voidaan rajoittaa paikallisilla, maakohtaisilla, alueellisilla ja/tai kansainvälisillä toimenpiteillä. Useat eri tekijät vaikuttavat rajoitusten kattavuuteen, toteuttamisaikatauluun ja tiukkuuteen. (Lundén, 1992, 41.)

Paikallisia rajoitustoimenpiteitä ovat satamien ja niiden taustayhtiöiden suositukset sekä ohjailevat ja rajoittavat määräykset. Satamakohtaisten toimenpiteiden ongelmana on, että ne kohdistuvat epätasaisesti maan eri osiin eikä niiden pysyvyydestä ole varmuutta. Taloudelliset tekijät saattavat myös vaikuttaa rajoituksiin. Satamakohtaisten rajoitusten etuna voidaan pitää rajoitusten vaikutusten kohdistamista alueille, joilla on runsaasti päästöjä ja asutusta. Ne ovat myös käyttökelpoinen ratkaisu, ellei muilla ratkaisuilla saada aikaan riittävän kattavia rajoituksia. (Lundén, 1992, 42.)

Suomen merenkulkua koskevat säännökset perustuvat vastaaviin kansainvälisiin määräyksiin. Useat rantavaltiot ovat harkinneet yksipuolisesti käytettäviä rikkipitoisuutta koskevia rajoituksia, jotka kohdistuvat eri alusryhmiin eri tavoin. Aluevesirajan sisäpuolella valtio voi määrätä myös ulkomaalaisen aluksen käyttämän polttoaineen rikkipitoisuuden. Kilpailullisista syistä kotimaisille aluksille ei voida määrätä ulkomaisia aluksia tiukempia rajoituksia. Tämän vuoksi yksipuolisten määräysten vaikutus rajoittuu ulkomaanliikenteen osalta sisäisille ja enintään aluemerен ulkorajalle asti, jolloin myös rajoitusten vaikutus jää vähäiseksi. Myös rikkipitoisuusrajoitusten valvominen olisi käytännössä vaikeaa.

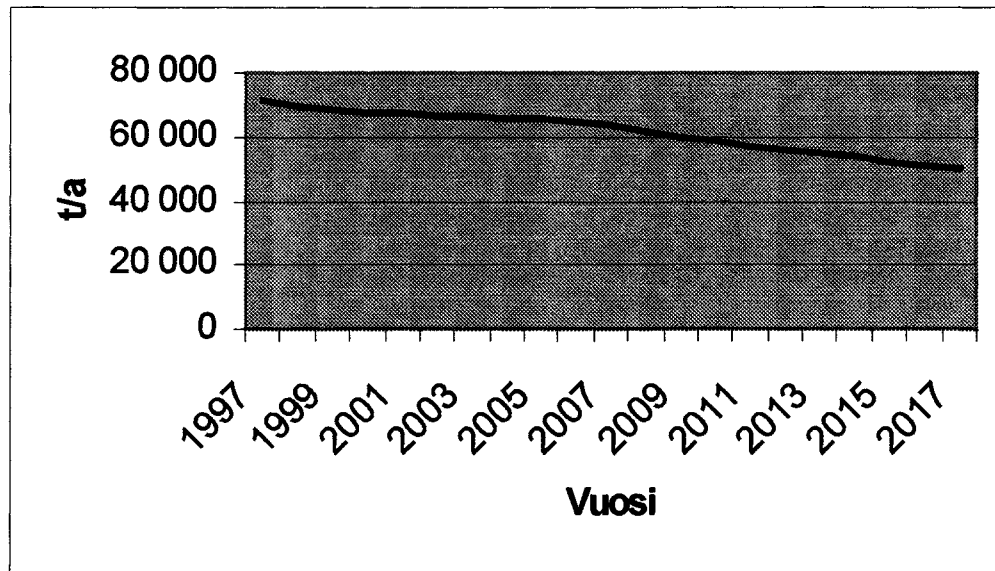
Kansalliset yksipuoliset määräykset polttoaineen rikkipitoisuudesta vaikuttavat käytännössä vain rajoitetusti merenkulun tuottamiin rikkipäästöjen määrään. Tämän vuoksi päästöjen hallinnassa korostuu voimakkaasti alueellisten ja kansainvälisten rajoitustoimien tarve. Edullisin ratkaisu Suomen kannalta olisi Itämeren alueen kattava sopimus, johon kaikki Itämeren valtiot voisivat osallistua. Nykyään useilla Itämeren valtioilla ei kuitenkaan ole realistista vaihtoehtoa runsasrikkisen polttoaineen käytölle. (Lundén, 1992, 43 – 44.)

Merenkululaitoksen alusturvallisuusohjelman (1998, 7) mukaan vuoteen 2002 mennessä Ympäristöministeriössä tullaan laatimaan määräys, jonka mukaan kotimaanliikenteen alusten tulee käyttää alle 1.5 % rikkiä sisältävää polttoainetta. Suomi allekirjoitti kesällä 1998 MARPOL 73/78 –yleissopimuksen ilmansuojeluliitteen (Annex VI). Liitteen mukaan Itämerellä tulee käyttää alle 1.5 % rikkiä sisältävää polttoainetta, sitten kun liite tulee voimaan.

4.3.3 Typen oksidit

Alusten apukoneet aiheuttavat noin 13 % laivaliikenteen typen oksidien päästöistä (Mäkelä & Tuominen, 1998, 34). Typenoksidipäästöjen pienentäminen on kalliimpaa ja vaikeampaa kuin rikki-päästöjen vähentäminen. Typenoksidipäästöjen pienentämistä ei myöskään voida toteuttaa yhtä lyhyellä aikajänteellä kuin rikkipäästöjä. (Lundén, 1992, 48.) Typenoksidipäästöt tulevat kuitenkin vähenemään Suomessa tasaisesti vuodesta 1997 vuoteen 2017 (Mäkelä & Tuominen, 1998, 30.)

KUVIO 2 Ennuste Suomen alusliikenteen typen oksidien päästöille 1997 - 2017



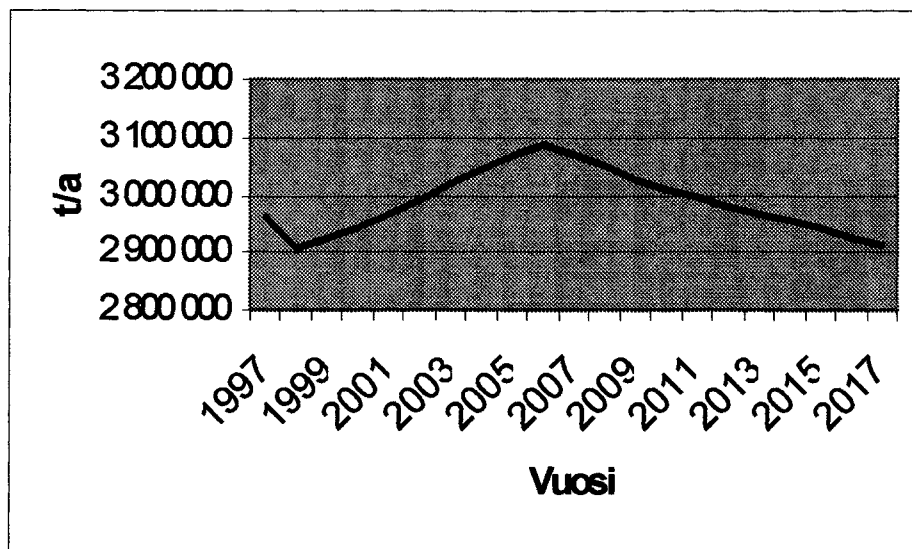
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97.

4.3.1.4 Hiilidioksidi

IMO (International Maritime Organisation) ei ole toistaiseksi esittänyt hiilidioksidipäästöjä koskevia vähentämistavoitteita. Laivaliikenne on jo nykyään energiataloudellisesti tehokas liikennemuoto. Kuljetussektorin osalta paras tapa hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi on energiankäytön tehokkuuden parantaminen. Muiden päästöjen vähentämiskäsit vaikuttavat kuitenkin energiatehokkuuden kehitykseen. Useimmat päästöjen vähentämiskäsit nostavat polttoaineen kuluusta, jolloin hiilidioksidipäästöjen suotuisa kehitys hidastuu. (Lundén, 1992, 49.) Alusten apukoneet aiheuttavat noin 15 % laivaliikenteen hiilidioksidipäästöistä (Mäkelä & Tuominen, 1998, 34).

Suomen hiilidioksidipäästöt tulevat ennusteen mukaan kasvamaan vuoteen 2007 asti, jonka jälkeen ne alkavat vähentymään tasaisesti (Mäkelä & Tuominen, 1998, 30).

KUVIO 3 Ennuste Suomen alusliikenteen hiilidioksidipäästöille 1997 – 2017



Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97.

4.3.1.5 Muut epäpuhtaudet

Laivaliikenteen savukaasupäästöt sisältävät myös muita epäpuhtauksia kuin edellä mainittuja. Tällaisia epäpuhtauksia ovat hiilimonoksidi- eli häkäpäästöt sekä hiukkas- ja hiilivetyypäästöt. Alusten apukoneet vastaavat noin 18 %:sta laivaliikenteen häkäpäästöistä, 11 % hiukkaspäästöistä ja 15 % hiilivetyypäästöistä (Mäkelä & Tuominen, 1998, 34).

Ennusteen mukaan hiilivetyjen päästöt tulevat kasvamaan hiukan vuoden 1997 tasosta vuoteen 2017. Sitä vastoin hiukkaspäästöt tulevat laskemaan vuoteen 2017 vuoden 1997 tasosta. Myös hiilimonoksidipäästöt tulevat kasvamaan vuoteen 2017 asti. (Mäkelä & Tuominen, 1998, 30.) Laivaliikenteen hiilimonoksidipäästöt eivät kuitenkaan muodostu merkittäviksi, sillä laivamoottorit toimivat suurella ilmaylimäärällä. Hiilimonoksidipäästöjen rajoittamiseksi ei todennäköisesti tulla tekemään kansainvälisiä rajoitusaloitteita. (Lundén, 1992, 49).

4.3.2 Halonit

Haloneita käytetään aluksissa sammutusaineina. Ne ovat tehokkaita ja työsuojelun kannalta turvallisia. Lisäksi ne soveltuvat alusympäristöön erityyden hyvin niiden vaatiman vähäisen tilantarpeen ja yhdisteiden alhaisen toksisuuden vuoksi. Haloneilla on kuitenkin kyky hajottaa otsonia ja siksi ne ovat vaarallisia ympäristölle. Ne ovat hyvin pysyviä yhdisteitä, jotka säilyvät hajoamatta ilmakehässä pitkään. Tällöin halonien sisältämä bromi yhdessä typpihapon kiteytymisen kanssa johtaa otsonin hajotuskyvyn satakertaistumiseen. Halonien on katsottu muodostavan vakavan uhan maapalloa suojaavalle otsonikerrokselle juuri niiden pitkäikäisyyden ja tehokkaasti otsonia hajottavan ominaisuutensa vuoksi.

Turvallisuuden kannalta halonit ovat hyviä sammutusaineita. Niiden korvaaminen muilla aineilla, kuten esimerkiksi hiilidioksidilla, ei ole ollut ongelmattonta, sillä korvaavat aineet eivät ole osoittautuneet kaikilta ominaisuuksiltaan haloneita vastaaviksi. Ympäristön kannalta hiilidioksidi ja muut korvikkeet ovat kuitenkin parempia vaihtoehtoja kuin halonit. (Lundén, 1992, 54 – 58.)

Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu ja sen käyttöä tulisi välttää. Palontorjunnassa käytettävät hiilidioksidimäärät ovat kuitenkin hiilidioksidin kokonaispäästöjen kannalta täysin merkityksettömiä. Sammutusjärjestelmissä käytetty hiilidioksidi on lisäksi kemian teollisuuden sivutuote, joka päästettäisiin jätteenä ilmakehään, ellei sitä voitaisi hyödyntää. Tämän perusteella aluksissa käytettävien hiilidioksidilaitteistojen määrän kasvu ei siis käytännössä lisäisi kasvihuonekaasujen määrää. Hiilidioksidilaitteistot vaativat kuitenkin käytännössä jäähdytyksen. Tähän tarvittava energiamäärä ja kylmäaineet siten lisäävät kasvihuonekaasujen päästöjä. (Lundén, 1992, 59.)

Suomessa haloneita on käytetty sammutusaineena 1980-luvun alusta lähtien. Montrealin pöytäkirja vuodelta 1987 on kuitenkin johtanut halonilaitteistojen jyrkkään laskuun. Pöytäkirjassa edellytetään halonien käytön jäähdyttämistä ja sitä seuraavaa käytön rajoittamista. Sopimuksen rajoituksia tiukennettiin Lontoon kokouksessa 1990, koska sovittu rajoittamisaikataulu havaittiin nopeasti liian hitaaksi. (Lundén, 1992, 54.)

4.3.3 Kylmäaineet

Aluksilla on usein jäähdytys-, jäädytys- ja ilmastointijärjestelmiä, joissa yleisimmin käytettävät kylmäaineet ovat joko kokonaan (CFC-yhdisteet) tai osittain (HCFC-yhdisteet) halogenoituja hiilivetyjä. Koko maailman osalta merenkulun jäähdytykseen ja eristykseen käyttämien CFC- ja HCFC-kaasujen vuosikulutus, mukaan lukien uusien laitteiden asennukset, on alle prosentin näiden kaasujen vuosituotannosta.

Aluksissa käytettävät kylmäaineet aiheuttavat luonnollisesti samoja haittoja kuin muissa toimintaympäristöissä käytetyt vastaavat kylmäaineet. Vakavan uhan maata suojaavalle otsonikerrokselle aiheuttaa erityisesti kylmäaineina käytetyt kokonaan halogenoidut kloorifluorihilivedyt. (Lundén, 1992, 60.)

Nykyään CFC-yhdisteiden eli freonien käyttö on kielletty kokonaan ja HCFC-yhdisteiden käytölle on asetettu rajoitusaikataulu.

4.3.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) voivat tuottaa auringonvalon avulla typen oksidien kanssa valokemiallisia oksideja. Merkittävä VOC-yhdisteiden ryhmä ovat haihtuvat hiilivedyt. VOC-päästöt edistävät valokemiallisten hapettimien, etenkin otsonin, syntymistä. VOC-päästöjä pyritään vähentämään sekä valokemiallisten oksidien rajoittamiseksi että niiden aiheuttamien suorien ympäristö- ja terveyshaittojen rajoittamiseksi.

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä vapautuu aluksista useita eri teitä. Laivojen lastaaminen aiheuttaa ajoittain VOC-päästöjä, jolloin päästöt ovat sitä suurempia, mitä korkeampi lastattavan nesteen höyrynpaine on. Haituvien kemikaalien tai polttonesteiden purkauksen ja lastauksen yhteydessä vapautuu syrjäymäkaasuja ja tapahtuu vuotoja laipojen, venttiilejen ja pumppujen tiivisteissä. Yleensä päästö- laskuissa huomioidaan ainoastaan helposti haihtuvat kemikaalit ja bensiini. (Lundén, 1992, 67 –68.)

VOC-päästöjä vapautuu ilmakehään myös kuljetuksen aikana lämpötila- ja ilmanpainevaihteluiden seurauksena. Lisäksi raakaöljykesun suihkut lisäävät säiliöitä puhdistettaessa haihtuvan kaasun määrää. Hiilivetyjä vapautuu myös alusten jätevedenkäsittelylaitteiden poistokaasuissa, konetilojen, tuuletuksessa, jätteidenpol- tossa sekä maaleja, liuotteita ja puhdistusaineita käytettäessä. Alusympäristössä viimeksi mainituilla tavoilla vapautuvat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pääs- töt ovat kuitenkin vähäisiä. (Lundén, 1992, 67.)

V. VESILIIKENTEN PÄÄSTÖT VETEEN

5.1 Yleistä vesiliikenteen päästöistä veteen

Sekä vene- että alusliikenne aiheuttavat päästöjä, jotka ovat haitallisia vesiympäristöön joutuessaan. Päästöjä pyritään rajoittamaan Itämeren osalta kansainvälisillä sopimuksilla sekä kansallisella lainsäädännöllä. Kansallisen lainsäädännön asettamat velvoitteet ovat osin tiukempia kuin kansainvälisten sopimusten velvoitteet.

Veneliikenteen ympäristövaikutukset ja siten myös päästöt veteen ovat lisääntyneet voimakkaasti veneliikenteen ja veneilyn kasvun myötä. Vaikka veneliikenteen aiheuttama kuormitus Itämereen ja sisävesiin ajoittuu muutamaankesäkuukauteen, se saattaa siitä huolimatta aiheuttaa ongelmia ympäristössä voimakkaan ajallisen ja alueellisen keskittymisensä vuoksi. (Lundén, 1993.)

Itämeren ongelmana on päästöjen rajoitustoimenpiteiden epätasainen jakautuminen, sillä osa Itämeren valtioista on jätehuollon kannalta kehittyneitä maita ja osataas valtioita, joissa jätehuollon peruskysymyksiä ei ole vielä ratkaistu. Alusliikenne edustaa vain pientä osaa Itämeren alueen tuottamista epäpuhtauksista. (Lundén, 1992, 89.) Suurin osa Itämerta kuormittavista päästöistä joutuu mereen joko pistekuormituksena maalta tai hajakuormituksena jokien ja valumavesien mukana tai ilman kautta laskeutuen (Vuorinen, 1994, 104–105).

5.2 Veneliikenteen päästöt veteen

5.2.1 Käymäläjätteet

Alusjätelain perusteella Suomen vesialueella on kielletty käsittelemättömän käymäläjätteen päästäminen vesistöön. Myöhemmin on säädetty asetuksella, ettei kiello koske huviveneitä eikä aluksia, jotka on hyväksytty alle kymmenelle hengelle. (Eloheimo, 1992, 55.)

Veneissä käytettävät käymälät voidaan jaotella suoraan veteen tyhjennettäviin pumppukäymälöihin, irrotettavalla jätesäiliöllä varustettuihin kemiallisiin jätesäiliöihin sekä kiinteällä käymäläjätesäiliöllä varustettuihin venekäymälöihin. (Lundén, 1992, 56.)

Kemiallisessa käymälässä jätteen sekaan lisätään kaasunmuodostusta (käymistä) vähentävää, bakteereita tappavaa ja hajua peittävää saniteettiliuosta, joka voi sisältää ympäristölle haitallisia aineita, kuten esimerkiksi klooria, tendisidejä ja sinkkikloridia. Viemäriverkostoon johdettuna kemiallisten käymälöiden saniteettiaineet saattavat aiheuttaa ongelmia biologisissa jätevedenpuhdistamoissa.

Vesiensuojelua laajasti tarkasteltuna veneiden käymäläjäte ei ehkä ole keskeinen ongelma, mutta veneilyn voimakas alueellinen ja ajallinen keskittyminen lisää ongelmia. (Eloheimo, 1992, 61 – 62.) Veneiden aiheuttamalla ravinnekuormituksella onkin lähinnä paikallista rehevöitymistä lisäävä vaikutus. Päästöjen merkitystä lisää kuitenkin se, että ravinteet ovat biologisesti käyttökelpoisessa muodossa. (Lundén, 1993, 31 – 32.) Lisäksi käymäläjätteiden joutuminen veteen edistää monien tautien, erityisesti suolistotautien, leviämistä. (Lundén, 1993, 103).

5.2.2 Biologisen likaantumisen torjuminen (antifouling)

5.2.2.1 Fouling

Biologisella likaantumisella eli fouling-ilmiöllä tarkoitetaan eliöstön (mikro-organismien, kasvien ja eläimien) kiinnittymistä veden kanssa kosketuksissa oleville pinnoille. Tärkeimpiä tekijöitä eliöstön kiinnittymisen kannalta ovat alustan laatu ja kiinnittymispaikan virtausnopeus. Epätasainen pinta lisää virtauseroja pinnan läheisyydessä ja mahdollistaa foulig-eliöstön kiinnittymisen aluksen pohjaan korkeissakin virtausnopeuksissa.

Suomen rannikolla fouling-eliöstöstä on eniten haittaa vesiliikenteelle, teollisuus- ja voimalaitoksille sekä kalanviljelylaitoksille. Fouling-haittoihin ei ole aikaisemmin kiinnitetty juurikaan huomiota, sillä ne ovat olleet Suomen vesillä vähäisiä. Fouling-eliöiden kasvuolosuhteet ovat kuitenkin parantuneet Itämeren rannikon läheisten vesialueiden rehevöitymisen ja suolapitoisuuden nousun myötä ja eliöstöstä aiheutuvat haitat ovat tulleet taloudellisestikin merkittäviksi. Veneiden pohjaan kasvava eliöstö saattaa vähentää veneen kulkunopeutta jopa 50 % ja lisätä moottoriveneiden polttoaineen kulutusta jopa 40 %:lla. (Eloheimo, 1992, 78.)

5.2.2.2 Biologisen likaantumisen torjuminen (antifouling)

Tehokkain keino fouling-haittojen torjumiseksi on myrkkvärimaalaus. Myrkkymaalista irtoaa yhtä tai useampaa kiinnittyville eliöille myrkyllistä ainetta. Lisäksi maalin tehoaineen sileä pinta vaikeuttaa eliöiden kiinnittymistä. (Eloheimo, 1992, 79.) Fouling-haittoja voidaan torjua myös muilla pinnoitteilla kuin myrkkymaaleilla. Tällaisia muita pinnoitteita ovat foulingia torjuvat metallipinnoitteet, vahausta ja maalaus tavanomaisella myrkyttömällä maalilla. (Lundén, 1993, 77.)

Myrkkymaaleissa käytetään yleisesti orgaanisia tinayhdisteitä, tributyyli- (TBT) ja trifenyylitinayhdisteitä (TPT). Orgaaniset tinayhdisteet ovat tehokkaita fouling-eliöstön torjunnassa, mutta niiden haittana on kuitenkin suuri myrkyllisyys muillekin eliöryhmille. Veneen pohjan pintaan tarttuvan eliöstön torjunnassa myös kupari on todettu tehokkaaksi.

Orgaanisten tinayhdisteiden haittavaikutusten tultua ilmi, niiden käyttöä on rajoitettu. Suomessa kiellettiin Itämeren suojelukomission tavoitteiden mukaisesti orgaanisia tinayhdisteitä sisältävien antifoulingmaalien käyttö 1.9.1991 alle 25 metriä pitkien alusten maalauksessa. Sitä vastoin yli 25 metriä pitkien alusten osalta orgaanisten tinayhdisteiden käyttö on edelleen sallittua. (Eloheimo, 1992, 79 – 80.)

Antifoulingmaalit ovat yleensä eliöihin kertyviä, huonosti hajoavia ja varsinkin vesieläimille hyvin myrkyllisiä. Lisäksi myrkkymaalien Suomen meriympäristöön kohdistuvat vaikutukset tunnetaan huonosti. Maalit aiheuttavat vakavimman uhan alueilla, joilla veneitä säilytetään runsaasti ja joihin kohdistuu muutoinkin voimakasta kuormitusta. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi pienvenesatamat, jotka sijaitsevat matalissa lahdissa. (Lundén, 1993, 106 – 108.)

5.3 Alusliikenteen päästöt mereen

5.3.1 Öljy

Alusjäteasetuksen mukaan öljyllä tarkoitetaan kivennäisöljyä kaikissa muodoissaan, mukaan lukien polttoöljy, öljyliete, raakaöljy ja öljyjäte sekä jalostetut tuotteet (Meriympäristövahinkojen torjuminen ja korvaaminen – Aluskemikaalivahinkotoimikunnan mietintö, 1990, 54.)

Suomen vesialueella on kiellettyä laskea veteen öljyä ja öljypitoista seosta. Itämeren alueella saa kuitenkin laskea veteen öljypitoista seosta, jos laimentamattoman seoksen öljypitoisuus ei ylitä 15 ppm (parts per million, miljoonasosa). Öljyseosta ei kuitenkaan saa laskea veteen lastitiloista. Lisäksi liikkuvasta alle 400 rekisteritonin aluksesta saa laskea veteen laimentamatonta öljyseosta, jonka öljypitoisuus ei ylitä 100 ppm, mikäli alus on vähintään 12 meripeninkulman (mpk) päässä lähimmästä maasta. Suomessa ei ole tietoja mereen joutuneen öljyn kokonaismäärästä, koska minkään viranomaisen tehtäväksi ei ole annettu rekisteröidä öljy-

päästöjä. Vuosittain arvioidaan tapahtuvan 150 – 200 pientä alusöljyvuotoa. Useimmiten veteen päässeet öljymäärät ovat hyvin vähäisiä. Öljypäästöt muodostuvat pääosin toiminnallisista päästöistä, kuten esimerkiksi pilssivesistä (pils-sivesillä tarkoitetaan vesiä, joiden seassa on muun muassa öljyä) ylitäytöistä ja lastauslaitteiden vuodoista sekä polttoainetankkien puhdistuksesta. (Lundén, 1992, 90.)

Itämereen arvioidaan päätyvän vuosittain 20 000 – 70 000 tonnia öljyä ja maailmanlaajuisesti mereen päätyvän öljyn määrä on noin 60 000 tonnia (Huttunen, 1998; Agenda 21, 1992). Suurin osa Itämereen päätyvästä öljystä on peräisin maalta. Viime vuosina laittomat öljypäästöt ovat kuitenkin lisääntyneet Itämeren alueella voimakkaasti. Vuonna 1997 valvontalennoilla havaittiin jo 100 öljypäästöä, joka oli kaksi kertaa enemmän kuin edellisellä vuonna. Vuonna 1995 päästöjä havaittiin vain 24. Öljytankkerionnettomuuksien yhteydessä mereen voi joutua suuria öljymääriä. Vuosittain Itämerellä tapahtuu noin kolme 200 tonnin öljyonnettomuutta. (Huttunen, 1998, 26 – 27.)

Kotimaan alusliikenteessä (aluksen lähtö- ja määräpaikka ovat kotimaassa) kuljettiin öljytuotteita 4,6 miljoonaa tonnia vuonna 1998. määrä oli 20 % vähemmän kuin vuonna 1997. Öljytuotteiden kuljetussuorite oli 2,25 miljardia tonnikipometriä. (Kotimaan vesiliikenne 1998, 1999, 13.) Kuljetussuorite lasketaan kertomalla kuljetetun tavaran tonnimäärä kuljetusmatkalla (Kotimaan vesiliikenne 1998, 1999, 4). Öljytuotteiden kuljetusmäärä on ollut neljästä kuuteen miljoonaa tonnia 1980-luvun puolivälistä lähtien (Kotimaan vesiliikenne 1998, 1999, 13).

Suomeen tuotiin aluksilla noin 9,5 miljoonaa tonnia kivennäisöljyä vuonna 1997. Määrä on laskenut hieman vuodesta 1996. Suomesta taas vietiin kivennäisöljyä noin 4,3 miljoonaa tonnia vuonna 1997. Myös kivennäisöljyjen viennin määrä on laskenut hieman edellisestä vuodesta. (Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 1997, 1998, 15.)

5.3.2 Mustavesi

Mustavedellä tarkoitetaan alusten käymälävedettä. Suomen vesialueella on kiellettyä päästää mereen käsittelemätöntä mustavettä. Käsitellyn jäteveden voi kuitenkin laskea mereen missä tahansa, mikäli aluksella on tyyppihyväksytty käymäläjäteveden käsittelylaitteisto. Vähintään neljän mpk etäisyydellä lähimmästä maasta oleva alus voi laskea mereen mustanveden, jos aluksessa on hienontava ja desinfioiva laitteisto. Käymälävesi tulee kerätä säiliöön, mikäli aluksella ei ole hyväksyttyä käsittelylaitteistoa. Itämerenvaltioiden alukset voivat tyhjentää mustanveden säiliöt mereen, mikäli lähin maa on vähintään 12 mpk päässä aluksesta. Aluevesillä mustavedestä voidaan vapautua ainoastaan pumppaamalla se toiseen alukseen tai luovuttamalla se satamaan. (Lundén, 1992, 94.)

Mustanveden mukana mereen joutuvat ravinteet aiheuttavat rehevöitymistä. Rehevöityminen puolestaan lisää leväkukintoja merellä. Useimmat leväkukinnat ovat haitallisia ympäristölle. Kukinnat aiheuttavat rantojen likaantumista, kalojen maun pilaantumista ja happikatoa. Näistä ongelmista happikato on vakavin: se hävittää kalat ja pohjaeläimet. Suuri osa leväkukinnoista päättyy kuoltuaan meren pohjaan mikrobien hajotettavaksi. Hajotusprosessi kuluttaa happea, joka puolestaan aiheuttaa happikatoa. Mitä runsaampi kukinta on ollut, sitä pahempi happikato on. (Kuosa, 1992, 19.)

5.3.3 Harmaavesi

Harmaavesi muodostuu suihku-, pesuallas- ja keittiövesistä. Kansallisessa tai HELCOM-suosituksissa (Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area) ei ole asetettu harmaalle vedelle päästökieltoja tai -rajoituksia. Vaikka harmaat vedet päästettäisiin käsittelemättöminä mereen, ne ovat yleensä puhtaita, etteivät IMO:n (International Maritime Organisation) päästösuosituksia ylittäisi. Harmaiden vesien käsittelyn riittää yleensä pelkkä desinfiointi. Jos harmaavesi johdetaan samaan järjestelmään kuin aluksen mustavesi tai jos järjestelmät ovat yhteydessä toisiinsa, mustaveden päästökiehdot ja -rajoitukset koskevat myös harmaata vettä.

Osassa aluksista harmaa-vesi käy läpi biologisen tai kemiallisen joko erikseen tai yhdessä mustanveden kanssa. Osa harmaasta vedestä lasketaan kuitenkin puhdistamattomana mereen. Lisäksi joissakin matkustaja-autolautoissa ja jäänmurtajissa keittiövesistä erotetaan rasva ennen kuin vedet lasketaan mereen.

Matkustaja-autolautojen suurten matkustajamäärien vuoksi harmaa-vesien katsotaan mustienvesien tavoin aiheuttavan meriympäristön rehevöitymistä. Sitä vastoin rahtialusten harmaa-vesien rehevöittävä vaikutuksen katsotaan yleisesti olevan melko vähäinen. (Lundén, 1992, 97.)

5.3.4 Antifouling

Alusten runkoon kiinnittyvän eliöstön torjumiseksi käytetään pitkävaikutteisia myrkkymaaleja. Myrkkymaalien katsotaan aiheuttavan vakavimman uhan vesialueille, joiden veden vaihtuvuus on heikko ja joilla on veneitä runsaasti. Itämeren katsotaan olevan tällainen myrkkymaaleille erityisen herkkä alue. Myrkkymaaleissa käytettyjä tinayhdisteitä onkin havaittu mitattavissa määrin useilla Itämeren alueilla. Myös Suomessa pienvenesatamien läheisyydessä on havaittu haitallisia määriä TBT-yhdisteitä. (ks. myös 5.2.2)

Alustyyppi, liikennöintialue ja telakointiajankohta voivat määrätä myrkkymaalien käytöstä. Myrkkymaalien käyttö ei ole tarkoituksenmukaista, mikäli alus liikennöi vuosittain jäissä lyhyenkin aikaa ja alus telakoidaan jäiden lähdön jälkeen, sillä kokemusten mukaan biologinen likaantuminen jää tällöin vähäiseksi. Myös Pohjanlahdella liikennöivien alusten maalaaminen antifouling-maaleilla on katsottu tarpeettomaksi, sillä eliöiden kiinnittyminen aluksiin on Pohjanlahdella hyvin hidasta. (Lundén, 1992, 102 – 103.)

Matkustaja-autolautat, jotka liikennöivät Etelä-Itämerellä, suojataan foulingilta TBT-pitoisilla maaleilla. Muiden matkustaja-autolautojen myrkkymaalien käyttöä rajoittaa telakointiajankohta. Alukset, jotka telakoidaan keväisin maalataan yleensä kuparipitoisilla maaleilla. Sitä vastoin syksyisin telakoitavia matkustaja-autolautoja ei kannata maalata antifouling-maaleilla jäiden kulutuksen vuoksi. Myös lastilautoilla ja kuivalastialuksilla telakointiajankohta määrää antifoulingin

käytöstä. Osa Etelä-Itämerelle ja Pohjanmerelle liikennöivistä aluksista ei käytä myrkkymaaleja lainkaan ja muut alukset on maalattu kuparipitoisilla maaleilla. Alukset, jotka liikennöivät Itämeren ja Pohjanmeren ulkopuolelle käyttävät TBT:tä sisältäviä maaleja. (Lundén, 1992, 103.)

5.3.5 PCB-yhdisteet

Termisesti stabiileja ja vaikeasti hajoavia PCB-yhdisteitä (polykloorattuja bifenyyleitä) on käytetty aluksissa muun muassa hydraulioöljyissä, loistevalokuristimissa ja kondensaattoreissa. PCB-yhdisteitä ei yleensä ole tarkoituksellisesti päästetty ympäristöön. Sitä vastoin korjauksien, vuotojen ja romutuksen yhteydessä yhdisteitä on joutunut ympäristöön. Yhdisteitä vapautuu myös silloin, kun poltetaan käytöstä poistettuja PCB-pitoisia öljyjä, itsejäljentäviä papereita, liistereitä ja maaleja sekä muoveja. Myös eri polttoaineita käytettäessä vapautuu PCB-yhdisteitä. (Lundén, 1992, 107.)

PCB-yhdisteet leviävät sekä ilman että veden mukana. Ne ovat rasvaliukoisia, mikä tarkoittaa sitä, että ne rikastuvat eliöiden rasvakudoksiin. Rikastuessaan eliöihin niiden oletetaan heikentävän useiden lajien elinmahdollisuuksia. (Pohjois-Euroopan meret – Pohjois-Euroopan ympäristö, 1990, 73.) PCB-yhdisteiden uskotaan muun muassa olevan tärkein syy norpan epäonnistuneeseen lisääntymiseen, vaikka yksityiskohtaisia syy-seuraussuhteita ei tunneta (Vuorinen, 1994, 88). PCB-yhdisteet voivat raskasmetallien ja DDT:n tavoin sedimentoitua ja joutua takaisin kiertoon ruoppauksen tai laivojen aiheuttamien virtausten vuoksi (Vuorinen, 1994, 32).

PCB-yhdisteiden käyttö on Suomessa vähäistä ja nykyään alusjäteasetus kieltää Suomessa kaikilta aluksilta PCB-pitoisten yhdisteiden päästöt aluevesillä sekä kotimaisilta aluksilta myös Suomen vesialueen ulkopuolella. (Lundén, 1992, 108.)

5.3.6 Alusliikenteen kemikaalipäästöt mereen

Kemikaalien vaarallisuus luokitellaan Suomessa kahden toisistaan poikkeavan vaarallisuusluokitusjärjestelmän mukaan. Toinen luokitusjärjestelmä koskee työ- ja kuluttajasuojelua ja toinen kuljetuksia. Aluksissa pakattuna kuljetettavia aineita koskee lisäksi Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n hyväksymä IMDG-koodi. Vaaralliset aineet luokitellaan pakattujen vaarallisten aineiden kuljettamisesta aluksissa annetun asetuksen 4 § mukaan yhdeksään luokkaan. Vaarallisia aineita ovat asetuksen mukaan esimerkiksi hapettavat aineet, radioaktiiviset ja syövyttävät aineet sekä myrkylliset ja tartuntaa aiheuttavat aineet. (Meriympäristövahinkojen torjuminen ja korvaaminen..., 1990, 56.)

Mikäli kemikaaleja kuljetetaan irtolastialuksessa, tulee noudattaa yleisestä kemikaaliluokituksesta poikkeavaa luokitusta, jonka mukaan alustyypin rakenteelle ja varusteille on asetettu erityisvaatimuksia. Merenkulun turvallisuutta ja ympäristönsuojelua koskevissa yleissopimuksissa (SOLAS ja MARPOL 73/78) sekä niihin liittyvissä yksityiskohtaisissa koodeissa noudatetaan tätä luokitusta. Luokituksen mukaan kemikaalit luokitellaan öljyihin ja öljytuotteisiin, vaarallisiin nestemäisiin aineisiin sekä kaasuihin ja kiinteisiin aineisiin. (Meriympäristövahinkojen torjuminen ja korvaaminen..., 1990, 57.)

MARPOL 73/78 –yleissopimuksen mukaan aineet on luokiteltu ympäristövaarallisuutensa perusteella neljään luokkaan: A, B, C ja D –luokkiin. Näistä A-luokka on vaarallisin. Kyseisiä aineita saa päästää mereen sopimuksen liitteessä II (vaaralliset nestemäiset aineet) mainittujen ehtojen täytyessä. Päästömääräyksiin vaikuttavat aineiden ympäristövaarallisuus, vesialue, säiliöihin ja aluksen putkistoihin jäänyt määrä sekä pitoisuus, tankkien pesun suoritus ja aluksen nopeus ym. tekijät.

MARPOL 73/78 –yleissopimuksen liitteen III (meriympäristölle vaarallisia pakattuja aineita koskeva liite) mukaan, viranomaisille tulee tehdä ilmoitus välittömästi, jos liitteessä mainittuja aineita joutuu mereen. (Kämäräinen, 1996, 5.)

Kemikaaleja saattaa joutua mereen sekä päästettynä että onnettomuuden yhteydessä. Onnettomuudet, joissa mereen pääsee kemikaaleja ovat Itämerellä yleensä karilleajoja tai yhteentörmäyksiä. Tällaisia onnettomuuksia tosin sattuu Itämerellä hyvin harvoin, noin 35 sadassa vuodessa eli yksi kerran kolmessa vuodessa. (HELCOM: Study of the Risk..., 1990, 4 – 7.)

Kemikaaleja kuljetettiin Suomen ja ulkomaiden välillä noin 4,5 miljoonaa tonnia vuonna 1997 (Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 1997, 1998, 15). Kotimaan alusliikenteessä kemikaaleja kuljetettiin 0,094 miljoonaa tonnia vuonna 1998. Kemikaalien kuljetussuorite oli kotimaan alusliikenteessä 43 miljoonaa tonnakilometriä ja keskimääräinen kuljetusmatka 452 km. (Kotimaan vesiliikenne 1998, 1999, 13.)

Kemikaalin vaarallisuus meriympäristölle riippuu kemikaalista. Mikäli ympäristöön joutuu kemikaalia, sen haitalliset vaikutukset ovat sitä vakavampia mitä haitallisempi aine on. Luokan A kemikaali aiheuttaa ympäristölle suurempaa vahinkoa kuin luokan D kemikaali. (HELCOM: Study of the Risk..., 1990, 13.)

VI. VESILIIKENTEEN YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT

6.1 Tausta vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille

Liikenneministeriön alustavan toimenpideohjelman, Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä, mukaan liikennesektorille on tarkoitus laatia indikaattoreita, joiden avulla voidaan seurata liikenteestä aiheutuvien ympäristöhaittojen kehitystä. Työni tavoitteena on ollut laatia vesiliikenteelle ympäristöindikaattorit ottaen huomioon kestävän kehityksen asettamat tavoitteet. Työssä on tutkittu indikaattoreiden kehittämistä alus- ja veneliikennettä sekä satamien ja väylien rakentamista silmällä pitäen. Indikaattoreita kehitettäessä on otettu huomioon kansainvälisesti sovitut indikaattorit, esimerkiksi EU:n kehitteillä olevat TERM -indikaattorit sekä Baltic Agenda 21:n indikaattorit. Lisäksi työssä on huomioitu Suomessa kehitteillä olevat indikaattorijärjestelmät, kuten esimerkiksi Suomen kestävän kehityksen indikaattorit ja liikenneministeriön ympäristöindikaattorit.

Indikaattoreiden kehittämisessä olen käyttänyt kolmen eri toimijatahon ylläpitämiä tilastoja sekä selvittänyt tilastointia mahdollisesti tulevaisuudessa laadittavia indikaattoreita varten. Käyttämäni tilastot olen saanut Merenkululaitokselta, Länsi-Suomen lääninhallitukselta ja ympäristöministeriöstä. Lisäksi olen käyttänyt työssäni Suomen päästöjen laskentajärjestelmää, MEERI 97, josta olen saanut lähes kaikki vesiliikenteen aiheuttamien päästöjen määrät.

6.2 Ympäristöindikaattoreiden valintakriteerit ja niiden toteutuminen

6.2.1 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden valintakriteerit

Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden valinnassa on pyritty huomioimaan indikaattoreille asetetut yleiset vaatimukset, kuten tiedon saatavuus ja luotettavuus sekä kustannustehokkuus. Lisäksi on pyritty huomioimaan liikennesektorin asettamat vaatimukset liikennesektorin indikaattoreille.

Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetettiin seuraavia tavoitteita: niiden tulisi käyttää hyödykseen olemassa olevia tilastoja ja aiheuttaa vain vähäisiä lisäkustannuksia. Indikaattoreiden tulisi myös mahdollistaa kansainväliset vertailut sekä vertailun muihin Suomen liikennesektorin ympäristöindikaattoreihin, kuten Suomen kestävä kehityksen alustaviin indikaattoreihin ja liikenneministeriön liikenteen ympäristöindikaattoreihin. Lisäksi vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tulisi olla tieteellisesti perusteltuja, luotettavia sekä ymmärrettäviä. Indikaattoreiden tulisi myös sopia yhteen kansainvälisten indikaattorijärjestelmien, kuten Baltic Agenda 21:n ja OECD:n sekä EU:n alustavien TERM-indikaattoreiden kanssa.

6.2.2 Valintakriteerien toteutuminen

Pääsääntöisesti vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetetut tavoitteet toteutuivat hyvin. Indikaattoreiden laadinnassa käytetyt tilastot olivat valmiiksi olemassa ja vain osa tilastoista oli sellaisia, joita Merenkulkulaitoksella ei ollut heti käytettävissä. Tällaisia tilastoja olivat suomalaisten havaitsemia öljypäästöjä Itämerellä koskeva tilasto, Ekokemin laivoilta vastaanottamia polttoainejätteitä ja pilssivesiä sekä rekisteröityjä veneitä koskevat tilastot. Koska indikaattoreiden tarvitsemia tilastoja laaditaan joka tapauksessa, niihin perustuvia indikaattoreita voidaan pitää kustannustehokkaina.

Indikaattoreiden vertaaminen kansainvälisiin indikaattoreihin on osaksi riippuvainen tilastoista, joiden perusteella indikaattorit on laadittu. Tämä johtuu siitä, että tilastojen tiedot ovat mahdollisesti kerätty erilaisin perustein, jolloin ne eivät ole vertailukelpoisia keskenään. Indikaattoreiden kansainvälisen vertailun mahdollistamiseksi tulisikin yhtenäistää eri maiden tietojenkeruu. Myös eri liikennemuotojen vertailu vaatii yhtenäisen tietopohjan, jotta vertailu olisi toteutettavissa mahdollisimman luotettavasti.

Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden valinnan olen perustellut kestävä kehityksen asettamien tavoitteiden sekä kansainvälisten ja kansallisten indikaattoreille asetettujen vaatimusten perusteella. Toisaalta valintaan ovat vaikuttaneet

myös tilastojen saatavuus, sillä ilman luotettavaa ja kustannustehokasta tilastoa ei voida laatia indikaattoreita, jotka toteuttaisivat luotettavuuden, vertailukelpoisuuden ja kustannustehokkuuden vaatimukset.

6.3 Vesiliikenteen ympäristöindikaattorit

6.3.1 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetetut tavoitteet

Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tarkoituksena on kuvata alusliikenteen ja veneilyn kehitystä Suomessa ja siten myös vesiliikenteen aiheuttamien päästöjen sekä jäteöljyjen ja pilssivesien talteenottomäärien kehitystä. Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreihin liittyy myös kiinteästi huviveneiden määrän kehitys sekä tavara- ja matkustajaliikenteen kehitys sekä kotimaassa että Suomen ja ulkomaiden välillä.

Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tulisi vastata mahdollisimman hyvin niille asetettuihin vaatimuksiin ja kriteereihin. Indikaattoreiden valinnan tulisi olla perusteltua sekä kestävän kehityksen asettamien vaatimusten että liikenneministeriön ympäristöindikaattoreille asetettujen tavoitteiden mukaan.

Kaikilla seuraavassa esitetyillä vesiliikenteen indikaattoreilla on joko suora tai välillinen vaikutus kestävän kehityksen toteutumiseen vesiliikenteen sektorilla. Kaikki laatimani vesiliikenteen indikaattorit eivät kuitenkaan toteuta jokaista vesiliikenteen indikaattoreille asetettua tavoitetta.

6.3.2 Ympäristöindikaattoreiden laadintaan käytetyt tilastot

6.3.2.1 Vesiliikenteen pakokaasupäästöjen ja energian kulutuksen tilastointi

Ensimmäinen vuosittain päivitettävä vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä, MEERI 96, valmistui vuonna 1997. Projekti oli osa LIPASTO 97 projektia, jonka tarkoituksena oli selvittää kaikkien liikennemuotojen aiheuttamat päästöt Suomessa. MEERI:n laskentamalli laskee vesiliikenteen pakokaasujen määrän ja energian kulutuksen perusvuonna 1997. Laskentatulokset saadaan laskentamallissa sekä valtakunnallisesti että satamakohtaisesti. (Mäkelä & Tuominen, 1998.) MEERI 97 laskentajärjestelmä kattaa suomalaisiin satamiin suuntautuvan laivaliikenteen päästöt Suomen talousalueella. Laskenta-alueeseen kuuluvat sekä rannikon satamat että sisävesisatamat. (Mäkelä & Tuominen, 1998, 12.) Valtakunnalliseen laskentaan on sisällytetty alusliikenteen aiheuttamat päästöt laivatyyppin (matkustajalaiva, rahtilaiva), liikennöintialueen (kotimaanliikenne, ulkomaanliikenne), alkuperän (ulkomainen, suomalainen) ja koon (bruttorekisteritonnit) mukaan. Laskentaan on lisäksi liitetty kalastusalusten ja –veneiden, huviveneiden, työalusten ja –veneiden sekä jäänmurtajien aiheuttamat päästöt ja energiankulutus. Suomen armeijan alukset ja veneet eivät sisälly laskentaan. (Mäkelä & Tuominen, 1998, 7.)

MEERI 97 päästöjen laskentamalli tarjosi valmiit tilastot vesiliikenteen päästömääristä sekä energiankulutuksesta indikaattoreiden laadintaa varten. Vesiliikenteen päästöjä kuvaavia indikaattoreita voitaneenkin pitää kustannustehokkaina, sillä tiedot ovat jo valmiiksi olemassa, eikä tilastojen hankintaa varten tarvitse käyttää resursseja. Päästötiedot on ennustettu karkealla tasolla vuodesta 1980 vuoteen 2017, joten niiden luotettavuus on laskennallista. Indikaattoreiden laadinnassa on kuitenkin hyödynnetty tietoja vain vuodesta 1980 vuoteen 1997.

MEERI on tarkoitettu lähinnä liikenneministeriön, Merenkululaitoksen ja Valtion Teknillisen Tutkimuslaitoksen, VTT:n käyttöön (Mäkelä & Tuominen, 1998, 36).

6.3.2.2 Meriliikenteen tilastointi

Merenkululaitos on tuottanut vuodesta 1918 alkaen meriliikennetilastoja, joita on myös hyödynnetty indikaattoreiden laadinnassa. Meriliikennetilastoilla tarkoitetaan tilastoja Suomen ja ulkomaiden välillä meritse tapahtuvasta matkustajien ja tavaroiden kuljettamisesta sekä tilastoja Suomen satamissa käyneistä aluksista. Jokaisen ulkomaanliikenteessä olevan sekä suomalaisen että ulkomaisen aluksen saavuttua ja lähdettyä suomalaisesta satamasta aluksen päällikön tai sen edustajan tulee antaa Merenkululaitokselle tiedot aluksesta ja sen lastista lastaus- ja purkaussatamittain. Tiedot annetaan joko konekielisessä muodossa tai saapumis-/lähtöilmoituslomakkeella. Meriliikennetilastoihin tarvittavista tiedoista valtaosa saadaan tällä hetkellä konekielisessä muodossa maanlaajuisen Portnet-järjestelmän kautta. (Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 1997, 1998, 7.) Meriliikennetilastoja voidaan pitää luotettavina ja kustannustehokkaina indikaattoreiden seurantaan ajatellen.

6.3.2.3 Kotimaan vesiliikenteen tilastointi

Kotimaan vesiliikenteen kehittymistä on seurattu Merenkululaitoksella vuodesta 1990 alkaen. Aikaisemmin tilastoa tehtiin tie- ja vesirakennushallituksessa. (Kotimaan vesiliikenne 1998, 1999, 1.) Kotimaan vesiliikennetilastoa hyödynnettiin indikaattoreiden laadinnassa kotimaan vesiliikenteen tavaroiden ja matkustajien kuljetusmäärien osalta.

Kotimaan vesiliikennetilastoilla tarkoitetaan tilastoja sisävesillä ja rannikoilla tapahtuvista matkustajien ja tavaroiden kuljetuksista, joiden lähtö- että määräpaikka ovat kotimaassa. Kotimaan vesiliikenne jaetaan henkilö- ja tavaraliikenteeseen. Henkilöliikenteeseen kuuluvat veneily ja matkustaja-alusliikenne, tavaraliikenteeseen alusliikenne ja ruoppausmassojen kuljetukset sekä uitto. Merenkululaitoksen vesiliikennetilastoon sisältyy kotimaan henkilöliikenteen osalta vain matkustaja-alusliikenne, joten veneilyä ei ole käsitelty tässä tilastossa.

6.3.2.4 Muut tilastot

Indikaattoreiden laadintaan tarvittiin tilastoja Merenkululaitoksen ja MEERI:n tilastojen lisäksi Ympäristöministeriöstä, Ekokemiltä ja Länsi-Suomen lääninhallitukselta. Ympäristöministeriöstä saatiin tilasto suomalaisten havaitsemista laittomista öljypäästöistä Itämerellä. Ekokemiltä puolestaan saatiin tilastot Ekokemin laivoilta vastaanottamista polttoainejätteistä ja pilssivesistä sekä erillinen tilasto Ekokemin vastaanottamista pilssivesistä. Länsi-Suomen lääninhallitukselta saatiin tilastot rekisteröidyistä moottoriveneistä niiden rakennusvuoden mukaan.

Kaikille näille tilastoille on yhteistä se, etteivät ne kerro tilastoidun asian todellista tilaa. Tämän vuoksi niitä ei voida pitää erityisen luotettavina. Ympäristöministeriön tilasto suomalaisten havaitsemista laittomista öljypäästöistä ei kerro sitä, kuinka paljon laittomia öljypäästöjä todellisuudessa tapahtuu. Tilasto antaa kuitenkin vihjeen siitä, kuinka laittomien öljypäästöjen määrä on kehittynyt Itämerellä.

Kuten jo aikaisemmin on kerrottu, Itämereen saa päästää öljyisestä, ellei sen öljypitoisuus ylitä 15 ppm tai jos alus on vähintään 12 mpk:n etäisyydellä lähimmästä rannasta ja mereen laskettavan laimentamattoman öljyseoksen öljypitoisuus ei ylitä 100 ppm. Alusten ei siis välttämättä tarvitse toimittaa öljyisiä jätevesiään tai pilssivesiä maihin käsiteltäväksi, vaan ne voidaan laskea mereen kyseisten ehtojen täytyessä. Tämän vuoksi Ekokemin pilssivesiä kuvaava tilasto kuvaa vain maihin käsiteltäväksi tuotujen pilssivesien määrää, eikä siis kerro pilssivesien kokonaismäärää. Koska toinen Ekokemin tilasto käsittelee sekä maihin jätettyjä polttoainejätteitä että pilssivesiä, tilastoa ei voida pitää luotettavana vuosittain aluksilla syntyvän polttoainejätteen osalta. Toisaalta tilasto kuvaa luotettavasti maihin toimitettujen polttoainejätteiden ja pilssivesien määrää, sillä tällä hetkellä Ekokem on ainut alusten polttoainejätteitä ja pilssivesiä käsittelevä laitos Suomessa.

Moottoriveneiden määriä kuvaavan tilaston ongelmana on se, että se kertoo ainoastaan rekisteröityjen moottoriveneiden määrän, eikä siten huomioi niitä veneitä, jotka on poistettu käytöstä. Tämän vuoksi tilasto antaa varsin epätarkan kuvan

moottoriveneiden todellisesta määrästä Suomessa. Tilaston epätarkkuus johtuu veneenomistajien ilmoitusvelvollisuuden laiminlyönneistä. Venerekisteritoimikunta on arvioinut vuonna 1985, että 15 % venekannasta on poistettu käytöstä tai niiden ominaisuudet eivät enää vastaa ilmoitettuja tietoja. (Lundén, 1993, 4.)

6.3.3 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden laadinnan lähtötilanne

Työtä aloitettaessa oli ensimmäiseksi harkittava, mitkä indikaattorit täyttäisivät parhaiten niille asetetut vaatimukset ja mitkä indikaattoreista toteuttaisivat soveltuisivat käyttötarkoitukseensa. Vesiliikenteen indikaattoreiksi oli ehdolla 35 erilaista indikaattoria ja lisäksi useita johdannaisia, ns. suhteellisia indikaattoreita. Karsinnan jälkeen päädyttiin 29 indikaattoriin, joista seitsemän kuvaa vesiliikenteen aiheuttamia päästöjä, kaksi vesiliikenteen energian ja polttoaineen kulutusta, yhdeksän kuljetusta ja kaksi ongelmajätteen vastaanottoa sekä viisi moottoriveneiden määrää Suomessa.

Karsinnassa jouduttiin hylkäämään osa indikaattoreista puutteellisen tilastoinnin ja tietojensaannin vuoksi. Tällaisia indikaattoreita olivat esimerkiksi antifouling-aineiden myyntimäärät, rekisteröimättömien moottoreiden myynti, nelitahtikoneiden osuus myydyistä perämoottoreista ja kiinteiden imutyhjennyslaitteiden määrä ja käyttö venesatamissa sekä venepolttoaineiden myynti. Lisäksi jouduttiin toistaiseksi luopumaan vaarallisten aineiden ja öljyn kuljetusta kuvaavista indikaattoreista tiedon puutteellisuuden vuoksi.

Puutteelliselle tilastoinnille ja tiedonsaannille oli useita eri syitä. Esimerkiksi tällä hetkellä antifouling-aineiden maahantuojia ei ole velvoitettu toimittamaan tietoja aineiden myyntimääristä viranomaisille, joten antifouling-aineiden myynnistä ei ole olemassa virallista tilastoa. Rekisteröimättömien moottoreiden myyntimääristä ja nelitahtikoneiden osuudesta myydyistä perämoottoreista oli saatavilla ainoastaan osittaista tietoa, jonka perusteella ei ollut mahdollista laatia luotettavia indikaattoreita. Kiinteiden imutyhjennyslaitteiden määrästä ja käytöstä venesatamissa ei ollut saatavilla tilastoa, jonka perusteella olisi ollut mahdollista laatia indikaattoreita. Venepolttoaineiden myynnistä ei ole olemassa erillistä tilastoa, vaan venepolttoaineiden myyntimäärät sisältyvät muiden polttoaineiden myyntimääriin.

Indikaattoreiden laadintaa valmisteltaessa oli tarkoitus huomioida indikaattoreissa niin sanottujen perusindikaattoreiden lisäksi myös niin sanottuja suhteellisia indikaattoreita, jotka olisivat kuvanneet esimerkiksi päästöjä kuljetettua tonnimäärää kohden. Suhteellisten indikaattoreiden laadinnassa ongelmaksi nousi kuitenkin allokointiongelma sekä tietojen puutteellisuus. Allokointiongelma koski lähinnä matkustaja-autolauttoja. Nykyisten tietojen perusteella on lähes mahdotonta arvioida, kuinka suuren osan matkustajat aiheuttavat aluksen päästöistä ja kuinka suuren osan taas aluksessa oleva rahti (esimerkiksi autot). Tällaisia allokointiongelmia on selvitetty esimerkiksi tuotteiden elinkaariarvioissa (*Life Cycle Assessment, LCA*) Toinen esille noussut ongelma eli tietojen puutteellisuus, johtui siitä, ettei tällä hetkellä vielä laadita tilastoa, joka kuvaisi päästöjä kuljetettua tonnimäärää kohden.

6.3.4 Vesiliikenteen ympäristöindikaattorit

6.3.4.1 Vesiliikenteen päästöjä kuvaavat ympäristöindikaattorit

Vesiliikenteen päästöjä kuvaavia ympäristöindikaattoreita on 13. Kuten aikaisemmin on jo mainittu, vesiliikenne jakaantuu huvivene- ja alusliikenteeseen. Suomen vesiliikenteen päästöjä kuvaavia ympäristöindikaattoreita ovat siten alusliikenteen CO-, HC-, NO_x-, SO₂-, CO₂- ja hiukkaspäästöt ja huviveneliikenteen CO-, HC-, NO_x-, SO₂-, CO₂- ja hiukkaspäästöt sekä suomalaisten havaitsemat laittomat öljypäästöt Itämereen. Seuraavaksi tarkastelen näitä indikaattoreita ja niiden valinnan perusteita.

Vesiliikenteen päästöjä ilmaan kuvaavien indikaattoreiden vaatimat tiedot saatiin Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmästä, MEERI 97:stä ja MEERI 98:sta. Indikaattorit kuvaavat vesiliikenteen päästöjä ilmaan vuosina 1980 – 1997. Suomalaisten havaitsemat laittomat öljypäästöt Itämereen –indikaattori puolestaan kuvaa niitä laittomia öljypäästöjä Itämeren alueella, jotka suomalaiset ovat havainneet vuosina 1988 – 1998. Suomalaisten havaitsemia laittomia öljypäästöjä Itämereen kuvaavan indikaattorin vaatimat tiedot on saatu ympäristöministeriöstä.

Vesiliikenteen päästöjä ilmaan kuvaavat indikaattorit toteuttavat hyvin vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetetut vaatimukset. Indikaattorit ovat luotettavia, ne hyödyntävät hyvin olemassa olevia tilastoja ja ovat kustannustehokkaita. Lisäksi indikaattoreille on olemassa vastineet kaikissa kansainvälisesti tärkeissä indikaattorijärjestelmissä, joten niitä voidaan verrata OECD:n ja Baltic Agenda 21:n indikaattoreihin sekä Euroopan unionin alustaviin TERM-indikaattoreihin. Indikaattorit vastaavat myös liikenneministeriön indikaattoreille asettamiin vaatimuksiin ja niillä on vastineet Suomen kestävän kehityksen alustavissa indikaattoreissa.

Suomalaisten havaitsemat laittomia öljypäästöjä Itämereen kuvaava indikaattori vastaa kohtalaisen hyvin vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetettuihin vaatimuksiin. Tilaston tiedonkeruumenetelmät muuttuivat vuonna 1995, mikä vaikuttaa tilaston tietojen vertailukelpoisuuteen ennen vuotta 1995 ja sen jälkeen. Muuten tilastoa ja siten myös indikaattoria voidaan pitää luotettavana. Indikaattorille ei ole olemassa vastinetta OECD:n, Baltic Agenda 21:n indikaattoreissa, eikä Euroopan unionin alustavissa TERM-indikaattoreissa, joten tältä osin indikaattori ei täytä sille asetettuja vaatimuksia.

6.3.4.2 Suomen vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavat indikaattorit

Suomen vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavia indikaattoreita on neljä. Indikaattorit kuvaavat Suomen alus- ja huviveneliikenteen kuluttamia polttoainemääriä ja energian kulutusta vuosina 1980 – 1997. Vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavat indikaattorit ovat suhteellisen lähellä toisiaan.

Indikaattoreiden laadintaan tarvittut tilastot saatiin Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmästä. Indikaattorit täyttävät suurimmaksi osaksi niille asetetut vaatimukset. Koska indikaattoreiden tarvitsemien tilastojen tiedot ovat arvioita, niiden antama tieto on viitteellistä, eikä kerro todellisista kulutusmääristä. Indikaattoreille on olemassa vastineet Euroopan unionin alustavissa TERM-indikaattoreissa.

6.3.4.3 Aluksilta vastaanotettujen ongelmajätteiden määrää kuvaavat indikaattorit

Aluksilta vastaanotettujen ongelma jätteiden määrää kuvaavat indikaattorit sisältävät Ekokemin laivoilta vastaanottamat polttoainejätteet ja pilssivedet sekä Ekokemin laivoilta vastaanottamat pilssivedet. Ekokemin laivoilta vastaanottamat polttoainejätteet ja pilssivedet –indikaattori kuvaa niitä öljyisten jätevesien ja pilssivesien määrää yhteensä tonneissa, jotka Ekokem on ottanut vastaan laivoilta vuosina 1980 – 1998. Ekokemin laivoilta vastaanottamat pilssivedet –indikaattori taas kuvaa Ekokemin vastaanottamaa pilssivesien määrää vuosilta 1993 – 1998. Tämä indikaattori kuvaa siis ainoastaan laivoilta Ekokemille käsiteltäväksi toimitettujen pilssivesien määrää, kun taas Ekokemin laivoilta vastaanottamat polttoainejätteet ja pilssivedet –indikaattori kuvaa sekä öljyisten jätevesien että pilssivesien määrää.

Aluksilta vastaanotettujen ongelmajätteiden määrää kuvaavat indikaattorit eivät täysin täytä vesiliikenteen ympäristöindikaattoreille asetettuja vaatimuksia. Indikaattorit eivät täysin kuvaa laivoilla syntyvien öljyisten jätevesien ja pilssivesien määrää. Lisäksi niille ei ole vastinetta muissa indikaattorijärjestelmissä, kuten Baltic Agenda 21:ssä tai EU:n TERM:ssä.

Aluksilta vastaanotettujen öljyisten jätevesien ja pilssivesien määrää kuvaavilla indikaattoreilla voidaan seurata aluksilta Ekokemille toimitettujen ongelmajätteiden määrää ja siten myös vastata kestävä kehityksen asettamiin vaatimuksiin, joiden mukaan ympäristölle aiheutuvaa haittaa tulee pyrkiä pienentämään.

6.3.4.4 Suomen vesiliikenteen tavarankuljetusta kuvaavat indikaattorit

Suomen vesiliikenteen tavarankuljetusta kuvaavat indikaattorit sisältävät kotimaan tavarankuljetusmääriä kuvaavan indikaattorin, kotimaan tavarankuljetussuoritetta kuvaavan indikaattorin ja merikuljetuksia Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaavan indikaattorin. Suomen vesiliikenteen tavarankuljetusta kuvaavat indikaattorit sisältävät myös kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetusmäärää ja –suoritetta kuvaavat indikaattorit. Lisäksi Suomen vesiliikenteen tavarankuljetusta kuvaava indikaattori-

ryhmä sisältää vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaavan indikaattorin sekä kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä rannikolla, sisävesillä sekä matkustajamääriä yhteensä kuvaavat indikaattorit.

6.3.4.4.1 Kotimaan vesiliikenteen tavarankuljetusmäärää ja kuljetussuoritetta kuvaavat indikaattorit

Kotimaan vesiliikenteen tavarankuljetusmäärät –indikaattoriin sisältyy öljytuotteiden, irtotavaran ja kappaletavaran kuljetukset tonneissa aluksilla vuosina 1980 – 1998. Irtotavaran kuljetuksiin sisältyvä hiekan, soran tai muun kiviaineksen kuljetukset, sementin, kemikaalien, raakapuun ja hakkeen sekä kivihiilen ja muun irtotavaran kuljetukset. Vuonna 1998 suurin näistä määrältään oli kivihiilen kuljetus. Kotimaan tavarankuljetusmäärä sisältää ruoppausmassojen kuljetuksen vuosina 1980 – 1981.

Kotimaan vesiliikenteen tavarankuljetussuorite –indikaattori sisältää öljytuotteiden, irtotavaran ja kappaletavaran kuljetussuoritteet (miljoonaa tonnikilometriä, milj. tkm) vuosilta 1980 – 1998.

Kotimaan vesiliikenteen tavarankuljetusmäärää ja kuljetussuoritetta kuvaavat indikaattorit vastaavat hyvin niille asetettuihin tavoitteisiin. Sen lisäksi, että näiden indikaattoreiden antama informaatio on luotettavaa, ne ovat myös yhteneviä muiden indikaattorijärjestelmien kanssa. Indikaattoreiden välittämä informaatio on lisäksi vertailukelpoista muiden indikaattorijärjestelmien kanssa, mikäli oletetaan, että tiedonkeruumenetelmät ovat yhteneviä.

6.3.4.4.2 Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetusmäärää ja kuljetussuoritetta kuvaavat indikaattorit

Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetusmäärää ja –suoritetta kuvaavat indikaattorit on esitetty omana ryhmänä, koska ne poikkeavat luonteeltaan muista tavarankuljetuksista. Ruoppausmassojen kuljetukset tapahtuvat yleensä kunnan rajojen sisällä ja kuljetusmatkat ovat alle kymmenen kilometriä. (Kotimaan vesikuljetukset 1998, 1999.)

Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetusmäärää ja kuljetussuorite - indikaattorit kuvaavat ruoppausmassojen kuljetusta kotimaassa vuosien 1982 – 1998 välillä. Indikaattoreiden laadintaa varten tarvittut tilastot saatiin Merenkululaitoksen julkaisemasta Kotimaan vesiliikenne 1998 –tilastosta.

Ruoppausmassojen kuljetusta kuvaavat indikaattorit toteuttavat niille asetetut vaatimukset kohtalaisesti. Niitä voidaan pitää suhteellisen luotettavina sekä kustannustehokkaina, sillä ne hyödyntävät valmista tilastoa.

Ruoppausmassojen kuljetusta kuvaaville indikaattoreille ei ole vastineita tässä työssä käsitellyissä indikaattorijärjestelmissä, joten niitä ei voida verrata vastaaviin indikaattoreihin. Ruoppausmassojen kuljetusta kuvaavat indikaattorit ovat perusteltavissa sillä, että ruoppaaminen nostaa sedimenttiin kertyneet raskasmetallit, DDT:n sekä PCB:n takaisin kiertoon. Lisäksi ruoppausmassojen kuljettaminen aiheuttaa päästöjä.

6.3.4.4.3 Kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä kuvaavat indikaattorit

Kotimaan vesiliikenteen henkilöliikenne voidaan jaetaan neljään liikennelajiin, jotka kaikki sisältyvät kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä kuvaavaan indikaattoriin. Liikennelajit ovat linjaliikenne, tilausliikenne ja yhteysliikenne sekä muu liikenne. Linjaliikenteellä tarkoitetaan tietyllä reitillä määrävuo-roin tapahtuvaa liikennöintiä. Tilausliikenne taas on tilaukseen perustuvaa liikennöintiä, johon lasketaan mukaan kiertoajelut. Yhteysliikenteellä puolestaan tarkoitetaan maantieyhteyksien ulkopuolelle jäävään saariston liikennetarpeita tyydyttävää liikennettä. Muulla liikenteellä tarkoitetaan mm. yhteisöjen ja yritysten omalle henkilökunnalleen järjestämiä loma- ja virkistyskuljetuksia sekä puolustusvoimien henkilökuljetuksia. (Kotimaan vesiliikenne 1998, 1999, 21.)

Kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä kuvaavia indikaattoreita on kolme. Ensimmäinen indikaattoreista kuvaa kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä rannikolla, toinen kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä sisävesillä ja kolmas indikaattori kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä yhteensä. Kaikki kolme indi-

kaattoria kuvaavat kotimaan vesiliikenteen matkustajamäärien kehittymistä vuosilta 1980 – 1998.

Indikaattoreiden laatimiseen tarvittava tieto saatiin Merenkululaitoksen kotimaan vesiliikennettä kuvaavasta tilastosta. Tilaston tietojen keruu on toteutettu vuoden 1998 osalta lähettämällä kysely 163 yritykselle, joista 86 % vastasi kyselyyn. Kotimaan henkilöliikenteelle on ominaista, että osa pienistä yrityksistä liikennöi vain purjehduskauden tai kaksi ja lopettaa sen jälkeen tai alus siirtyy uudelle omistajalle. Tämän vuoksi on mahdollista, että tilastokyselyn kohdejoukko muuttuu vuosittain ja ainoastaan isommat henkilöliikenteen harjoittajat, joista suurin osa toimii rannikolla, edustavat tilastossa jatkuvuutta. Tilaston luotettavuuteen vaikuttaa myös se, ettei kaikista uusista yrittäjistä välttämättä aina saada tietoja. Tilastoon ei sisälly lossiliikennettä. (Kotimaan vesiliikenne 1998, 1999, 19.)

Indikaattorit vastaavat kohtalaisesti niille asetettuihin vaatimuksiin. Indikaattoreiden laatimiseen käytettyjen tilastojen luonteesta johtuen indikaattoreita ei voida pitää kovinkaan luotettavana. Niitä voidaan kuitenkin pitää suuntaa antavia.

Indikaattorit hyödyntävät hyvin valmiita tilastoja, joten niitä voidaan pitää kustannustehokkaina. Samoin kuin vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaava indikaattori, myös kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä yhteensä kuvaavalla indikaattorilla on vastine sekä Suomen kestävän kehityksen alustavissa indikaattoreissa että alustavissa TERM-indikaattoreissa. Myös kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä yhteensä kuvaavaan indikaattoriin pätee TERM:n osalta sama kuin vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaavaan indikaattoriin: täydellinen vastine TERM:n indikaattorille saataisiin, mikäli vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaavan indikaattorin tietoihin yhdistettäisiin kotimaan vesiliikenteen matkustajamääriä kuvaavien indikaattoreiden tiedot.

6.3.4.4 Merikuljetuksia Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaava indikaattori

Merikuljetukset Suomen ja ulkomaiden välillä jaetaan tuontiin ja vientiin ja ne keskittyvät pääasiassa Itämeren ja Pohjanmeren alueelle. Viennistä kohdistui vuonna 1997 kohdistui 36,3 % Itämeren satamiin ja 48,7 % muihin Euroopan satamiin. Tuonnista taas 55,4 % tuli Itämeren satamista ja 35,5 % muualta Euroopasta, lähinnä Pohjanmeren satamista. (Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 1997, 1998, 10.)

Indikaattorin tarvitsemat tilastot saatiin Merenkululaitoksen meriliikennettä Suomen ja ulkomaiden välillä vuonna 1997 käsittelevästä tilastosta. Indikaattorin antamaa informaatiota voidaan pitää luotettavana, sillä jokaisen suomalaisen satamaan saapuvan tai sieltä lähtevän aluksen on ilmoitettava Merenkululaitokselle tiedot aluksesta ja sen lastista. Indikaattorille on myös vastineet muissa tässä työssä käsitellyissä indikaattorijärjestelmissä, joten sen voidaan tietyin varauksin olevan vertailukelpoinen muiden indikaattori-järjestelmien kanssa. Indikaattorin vertailukelpoisuutta arvioitaessa on kuitenkin muistettava, että vertailukelpoisuuteen vaikuttaa indikaattorin vaatiman tilaston keruumenetelmät. Mikäli indikaattorin vaatimien tietojenkeruumenetelmät eroavat suuresti toisistaan, eri indikaattoreiden vertailukelpoisuus kärsii. Merikuljetukset Suomen ja ulkomaiden välillä –indikaattori on lisäksi kustannus-tehokas, sillä se hyödyntää valmista tilastoa.

6.3.4.4.5 Vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaava indikaattori

Vesiliikenteen matkustajamäärät Suomen ja ulkomaiden välillä –indikaattori kuvaa matkustajaliikenteen kehittymistä Suomen ja ulkomaiden välillä vuosina 1960 – 1997. Indikaattori sisältää sekä suomalaisista satamista lähteneiden että niihin saapuneiden matkustajien määrän.

Tiedot indikaattorin laadintaa varten saatiin Merenkululaitoksen Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 1997 –tilastosta.

Vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaava indikaattori vastaa hyvin sille asetettuihin vaatimuksiin. Sen välittämä informaatio on luotettavaa ja se hyödyntää valmista tilastoa, joten se on myös kustannustehokas. Lisäksi indikaattorille on olemassa vastineet Suomen kestävä kehityksen indikaattoreissa ja Euroopan unionin alustavissa TERM-indikaattoreissa. Koska vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaava indikaattori ei kuitenkaan vastaa täydellisesti muiden indikaattorijärjestelmien vastaavia indikaattoreita, sitä ei voida pitää vertailukelpoisena. Euroopan unionin alustavissa TERM-indikaattoreissa lähin vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaavaa indikaattoria on TERM:n indikaattori, joka kuvaa kuljetettujen matkustajien kokonaismäärää kuljetustavan ja tarkoituksen mukaan. Mikäli vesiliikenteen matkustajamääriä Suomen ja ulkomaiden välillä kuvaavaan indikaattoriin lisättäisiin myös kotimaan vesiliikenteen matkustajamäärät ja rajattaisiin ulkomaalaisten alusten osuus pois vesiliikenteen Suomen ja ulkomaiden välillä kuljetetuista matkustajamääristä, indikaattori vastaisi enemmän EU:n alustavien TERM-indikaattoreiden vesiliikenteessä kuljetettujen matkustajien määrää kuvaavaa indikaattoria.

6.3.4.5 Rekisteröityjen moottoriveneiden määrää kuvaava indikaattori

Rekisteröityjen moottoriveneiden määrää kuvataan yhdellä indikaattorilla. Indikaattori kuvaavaa Suomessa rekisteröityjen perämoottori-, sisäperämoottori-, sisämoottori- ja vesisuihkumoottoriveneiden määrien kehitystä yhteensä Suomessa vuoteen 1999 asti veneen rakennusvuoden mukaan. Eri moottorit aiheuttavat eri päästöjä. Tämä pätee erityisesti diesel- ja bensiinimoottoreihin

Rekisteröityjen moottoriveneiden määrää kuvaaviin indikaattoreihin saatiin tilastot Länsi-Suomen lääninhallituksesta.

Rekisteröityjen moottoriveneiden määrää kuvaavaa indikaattori toteuttaa indikaattoreille asetetut vaatimukset kohtalaisesti. Kuten jo aikaisemmin mainittiin, rekisteröityjen veneiden määrää kuvaavan indikaattorin laatimiseen käytetty tilasto ei kerro käytössä olevien veneiden todellista määrää, joten indikaattorin välittämää informaatiota veneiden todellisesta määrästä ei voida pitää täysin luotett-

tavana. Huolimatta siitä, ettei indikaattorin välittämä informaatio ole täysin luotettavaa, indikaattorin antama tieto on kuitenkin hyödyllistä, sillä se kuvaa moottoriveneiden määrän kasvua Suomessa vuoteen 1999 asti.

Rekisteröityjen moottoriveneiden määrää kuvaavalle indikaattorille ei ole olemassa vastineita tässä työssä käsitellyissä indikaattorijärjestelmissä, joten indikaattorin välittämää informaatiota ei voida verrata kansainvälisten indikaattoreiden välittämään informaatioon.

TAULUKKO 2 Vesiliikenteen ympäristöindikaattorit

<p>Vesiliikenteen aiheuttamia päästöjä kuvaavat ympäristöindikaattorit</p>	<p>Suomen alusliikenteen CO-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen alusliikenteen HC-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen alusliikenteen NO_x-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen alusliikenteen SO₂-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen alusliikenteen CO₂-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen alusliikenteen hiukkaspäästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen huviveneliikenteen CO-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen huviveneliikenteen HC-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen huviveneliikenteen No_x-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen huviveneliikenteen SO₂-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen huviveneliikenteen CO₂-päästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomen huviveneliikenteen hiukkaspäästöt 1980 – 1997 [t/a] Suomalaisten havaitsemat laittomat öljypäästöt Itämerellä 1988 – 1998 [t/a]</p>
<p>Aluksilta vastaanotettuja ongelmajätteitä kuvaavat ympäristöindikaattorit</p>	<p>Ekokemin aluksilta vastaanottamat polttoainejätteet ja pilssivedet yhteensä 1980 – 1998 [t/a] Ekokemin laivoilta vastaanottamat pilssivedet 1993 – 1998 [t/a]</p>
<p>Vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavat ympäristöindikaattorit</p>	<p>Suomen alusliikenteen polttoaineen kulutus 1980 – 1997 [t/a] Suomen huviveneliikenteen polttoaineen kulutus 1980 – 1997 [t/a] Suomen alusliikenteen energian kulutus 1980 – 1997 [GJ/a] Suomen huviveneliikenteen energian kulutus 1980 – 1997 [GJ/a]</p>
<p>Vesiliikenteen kuljetusta kuvaavat ympäristöindikaattorit</p>	<p>Kotimaan vesiliikenteen tavaran kuljetusmäärä 1980 – 1998 [t/a] Kotimaan vesiliikenteen tavaran kuljetussuorite 1980 – 1998 [1000 tkm/a] Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetusmäärä 1982 – 1998 [t/a] Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetussuorite 1982 – 1998 [1000 tkm/a] Kotimaan vesiliikenteen matkustajamäärä rannikolla 1980 – 1998 Kotimaan vesiliikenteen matkustajamäärä sisävesillä 1980 – 1998 Kotimaan vesiliikenteen matkustajamäärä yhteensä 1980 – 1998 Merikuljetukset Suomen ja ulkomaiden välillä 1960 – 1997 [t/a] Matkustajamäärä Suomen ja ulkomaiden välillä 1960 – 1997</p>
<p>Rekisteröityjen moottoriveneiden määrä Suomessa vuoteen 1999</p>	<p>Rekisteröidyt moottoriveneet yhteensä vuoteen 1999</p>

6.4 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tuleva kehitys

6.4.1 Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden tuleva kehitys

Tällä hetkellä vesiliikenteen ympäristöindikaattoreita on 29 ja ne kuvaavat eri tavoin vesiliikenteen ja vesiliikenteen päästöjen kehitystä Suomen talousalueella. Eri syistä näihin 29 ympäristöindikaattoriin ei kuitenkaan sisälly kaikkia sellaisia ympäristöindikaattoreita, joiden olemassaolo olisi tärkeää kestävän kehityksen ja ympäristön tilan kehittymisen seuraamiseksi. Tällaisia indikaattoreita ovat antifouling-aineiden myyntimäärää, vesiliikenteestä aiheutuvien haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen (VOC) päästöjä ja vaarallisten aineiden kuljetusta kuvaavat indikaattorit. Ympäristön tilan kehittymisen ja kestävän kehityksen edistymisen seuraamisen kannalta olisi myös tärkeää seurata eri päästöjen kehitystä esimerkiksi suhteessa kuljetettuun tonnimäärään (esimerkiksi NO_x-päästöt/ kuljetettu tonnimäärä).

Antifouling-aineiden myyntimäärää kuvaavan indikaattorin ja vaarallisten aineiden kuljetusta kuvaavan indikaattorin sekä ns. suhteellisten indikaattoreiden lisäksi tulevaisuudessa voitaisiin laatia indikaattoreita, jotka kuvaisivat muun muassa ympäristönsuojeluun käytettyjä varoja vesiliikenteen osalta sekä sellaisia vesiliikenteen onnettomuuksia, jotka ovat johtaneet ympäristön saastumiseen.

Laadittaessa tulevaisuudessa vesiliikenteelle uusia ympäristöindikaattoreita, on huomioitava, ettei indikaattoreiden määrä kasva liian suureksi. Seurattavien indikaattoreiden liian suuri määrä vaarantavaa järjestelmän kustannustehokkuuden ja estää indikaattoreiden antaman informaation tehokkaan hyödyntämisen. Lisäksi on huomioitava Suomen liikennesektorin mahdolliset rakennemuutokset ja sitä kautta myös indikaattoreille asetettävien vaatimusten muuttuminen. Myös kansainvälisten vaatimusten kehittyminen tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan ympäristöindikaattoreiden laatimiseen.

6.4.2 Tilastoinnin kehittämismahdollisuudet tulevaisuudessa

Jotta tulevaisuudessa voitaisiin laatia vesiliikenteelle sellaisia ympäristöindikaattoreita, jotka vastaavat paremmin tulevaisuuden muuttuviin vaatimuksiin, on indikaattoreiden laadintaan käytettävää tilastointia kehitettävä. Tällä hetkellä vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden laadintaa varten on käytettävissä perustarpeet tyydyttäviä tilastoja.

Tulevaisuudessa päästöjen laskentajärjestelmää ja siten myös päästöjen tilastointia on kehitettävä sellaiseksi, että on mahdollista seurata päästöjen kehittymistä suhteessa kuljetettuun tonnimäärään tai henkilömäärään. Ennen kuin tämä tavoite voidaan saavuttaa, on ensiksi ratkaistava allokointiongelma päästöjen suhteuttamiseksi matkustajien ja rahdin välillä niiden alusten osalta, jotka kuljettavat sekä rahtia että matkustajia.

Tilastoinnin kehittämiseksi asettaa oman haasteensa myös antifouling-aineiden myyntimäärien tilastointi. On mahdollista, että vuonna 2003 aloitetaan antifouling-aineiden myyntiä kuvaavan tilaston laatiminen, joka myös mahdollistaisi tulevaisuudessa antifouling-aineiden myyntiä kuvaavan ympäristöindikaattorin laatimisen. Mahdollisen tilaston laatimisen ongelmana on kuitenkin se, että tiedot antifouling-aineiden myyntimäärien luovuttamisesta perustuvat myyjien vapaaehtoisuuteen. (L. Ylä-Mononen, Suomen ympäristökeskus, henkilökohtainen tiedonanto, 7.6.1999.) Tämä tarkoittaisi sitä, ettei tilastoa voitaisi pitää kovinkaan luotettavana, sillä se ei välttämättä sisältäisi kaikkien antifouling-aineiden myyjien myyntimääriä.

Myös vesiliikenteestä aiheutuvien haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen päästöjä seuraavan tilaston laatiminen on vesiliikenteen tilastoinnin kehittämisen haasteita.

Kansainvälisellä tasolla ympäristöindikaattoreiden laatimista varten tarvittavia tilastoja tulisi yhtenäistää, jolla varmistettaisiin ympäristöindikaattoreiden vertailukelpoisuus eri maiden välillä.

6.4.3 Ympäristöindikaattoreiden kehitys kansainvälisellä tasolla

Ympäristöindikaattoreiden kansainvälisen kehityksen suurimpana haasteena voidaan pitää yhtenäisten valintakriteereiden ja vaatimusten luomista ympäristöindikaattoreille. Nykyään lähes jokainen ympäristöindikaattori-järjestelmä vaatii indikaattoreilta eri asioita. Tämä vaikeuttaa ympäristöindikaattoreiden kansainvälistä vertailua.

Useat tämän hetken kansainvälisistä ympäristöindikaattorijärjestelmistä ehdottavat laadittavaksi ns. suhteellisia indikaattoreita. Niiden liikennevälineiden osalta, jotka kuljettavat ainoastaan joko matkustajia tai rahtia onkin mahdollista laatia suhteellisia indikaattoreita, jotka kuvaavat päästöjen kehitystä suhteessa kuljetettuun tonnimäärään. Kuitenkin niiden liikennevälineiden osalta, jotka kuljettavat samanaikaisesti sekä rahtia että matkustajia, on lähes mahdotonta laatia suhteellisia ympäristöindikaattoreita ennen kuin arvottamisongelma matkustajien ja rahdin osuudesta päästöjen syntymiseen on ratkaistu.

Samoin kuin Suomen liikennesektorin ympäristöindikaattoreiden tulevaisuuden kehitystyössä, myös kansainvälisten ympäristöindikaattorijärjestelmien kehitystyössä tulee ottaa huomioon sektoreiden kehittyminen ja ympäristövaatimusten muuttuminen.

VII. TULOSTEN ARVIOINTIA

Tässä tutkimuksessa olen selvittänyt, mitä indikaattoreita olisi järkevintä ylläpitää ja seurata kestävän kehityksen kannalta. Käyttämällä hyödykseni Merenkulkulaitoksen, ympäristöministeriön ja Länsi-Suomen lääninhallituksen tilastoja sekä Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97:n tietoja, olen laatinut vesiliikenteen ympäristöindikaattorit.

Indikaattoreiden valintakriteereitä valitessani olen hyödyntänyt kansainvälisten ympäristöindikaattorijärjestelmien, kuten OECD:n ja Baltic Agenda 21:n sekä Euroopan unionin alustavien TERM –indikaattoreiden valintakriteereitä ja pyrkinyt vastaaviin kriteereihin indikaattoreiden valinnassa. Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreiden valintaan vaikuttivat myös kestävän kehityksen indikaattoreille asettamat vaatimukset sekä liikenneministeriön toimintaohjelman asettamat kriteerit indikaattoreille. Myös vastaavuus kansainvälisten indikaattorijärjestelmien indikaattoreiden kanssa on ollut eräs vesiliikenteen valintakriteereistä.

Kaikille vesiliikenteen osa-alueille (alusliikenne, veneliikenne sekä satamien ja väylien rakentaminen) ei ollut nykyisten tilastojen perusteella mahdollista laatia indikaattoreita, jotka olisivat toteuttaneet tärkeimmät niille asetetut vaatimukset. Työstä jäikin puuttumaan sellaisia indikaattoreita, joiden olemassaolo olisi tärkeää vesiliikenteen ympäristövaikutusten ja kestävän kehityksen edistymisen seuraamisen kannalta. Tällaisia indikaattoreita ovat esimerkiksi vesiliikenteen ympäristön pilaantumista aiheuttaneita onnettomuuksia kuvaavat indikaattorit.

Vesiliikenteen aiheuttamat päästöt ovat hyvin edustettuina vesiliikenteen ympäristöindikaattoreissa. Niistä kuitenkin puuttuvat jo aikaisemmin mainitut antifouling-aineiden myyntiä kuvaava indikaattori sekä ympäristön saastumista aiheuttaneita onnettomuuksia (öljy- ja kemikaalionnettomuudet) kuvaava indikaattori. Antifouling-aineiden myyntiä kuvaavaa indikaattorin sijoittamista vesiliikenteen päästöjä kuvaaviin indikaattoreihin perustelen sillä, että alusten pohjaan maalattu myrkkymaali liukenee veteen ajan kanssa ja aiheuttaa siten vesiympäristön saastumista ja ympäristöongelmia.

Vesiliikenteen päästöjä kuvaavissa indikaattoreissa ei ole myöskään esitettyä kaikkia vesiliikenteestä aiheutuvia päästöjä ilmaan ja veteen. Olen jättänyt ympäristöindikaattoreissa huomioimatta alusliikenteen päästöistä ilmaan halonit, kylmäaineet ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Halonien ja kylmäaineiden rajaamista ympäristöindikaattoreiden ulkopuolelle perustelen sillä, että sekä halonien että kylmäaineiden käyttö on nykyään kielletty joko kokonaan (CFC-aineet) tai niiden käytölle on esitetty rajoitusaikataulu (kylmäaineiden HCFC-yhdisteet). Haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen päästöjen määrälle vesiliikenteen osalta taas ei ole olemassa tilastoja, joiden perusteella olisi ollut mahdollista laatia ympäristöindikaattori haihtuville orgaanisille hiilivedyille.

Vesiliikenteestä aiheutuvista päästöistä veteen olen jättänyt laatimatta ympäristöindikaattorit käymälä- ja pesuvesille sekä PCB -päästöille. Käymälä- ja pesuvesiä ei päästetä käsittelemättöminä aluksilta veteen, joten niiden aiheuttama rehevöityminen jää suhteellisen pieneksi. Veneiden käymäläjätteiden määrästä taas ei ole olemassa tilastoa, jonka pohjalta olisi ollut laatia ympäristöindikaattori. PCB -yhdisteiden päästöt puolestaan ovat kiellettyjä Suomen aluevesillä ja sisävesillä.

Vesiliikenteen päästöjä kuvaavat indikaattorit vastaavat parhaiten tässä työssä esitettyjen kansainvälisten ympäristöindikaattorijärjestelmien indikaattoreita huolimatta siitä, ettei laittomien öljypäästöjen Itämereen kuvaavalle indikaattorille ole vastinetta muissa indikaattorijärjestelmissä.

Vesiliikenteen kuljetusta kuvaavat ympäristöindikaattorit kattavat hyvin vesiliikenteen eri kuljetusmuodot Suomessa. Ne kuvaavat sekä matkustaja- että rahtiliikennettä Suomen talousalueella ja huomioivat myös sisävesiliikenteen matkustajaliikenteen kehityksen. Vesiliikenteen kuljetusta kuvaaviin ympäristöindikaattoreihin sisältyy myös ruoppausmassojen kuljetusta kuvaavat indikaattorit.

Vesiliikenteen kuljetuksia kuvaavat indikaattorit toteuttavat hyvin niille asetetut vaatimukset ja ainoastaan ruoppausmassojen kuljetuksia kuvaavat indikaattorit vastaavat kohtalaisesti indikaattoreille asetettuihin vaatimuksiin.

Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreihin sisältyy myös aluksilta vastaanotettujen ongelmajätteiden määrää kuvaavat indikaattorit sekä vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavat indikaattorit. Aluksilta vastaanotettujen ongelmajätteiden määrää kuvaavat indikaattorit eivät täytä täysin indikaattoreille asetettuja vaatimuksia ja niiden suurin puute on se, ettei näille indikaattoreille ole vastineita kansainvälisissä indikaattorijärjestelmissä. Vesiliikenteen polttoaineen ja energian kulutusta kuvaavat indikaattorit vastaavat kohtalaisesti indikaattoreille asetettuihin vaatimuksiin.

Vesiliikenteen ympäristöindikaattoreihin sisältyy vielä rekisteröityjen moottori-veneiden määrää Suomessa kuvaava indikaattori. Tämän indikaattorin suurimpana ongelmana on sen laadintaan käytetyn tilaston luotettavuuden puute, mikä johtuu pääasiassa veneiden omistajien ilmoitusvelvollisuuden laiminlyönneistä. Rekisteröityjen veneiden määrää kuvaavan indikaattorin puutteeksi voidaan myös katsoa se, ettei sille ole olemassa vastineita tässä työssä käsitellyissä ympäristöindikaattorijärjestelmissä.

Laatimiini vesiliikenteen indikaattoreihin ei sisälly muita satamien ja väylien rakentamiseen liittyviä indikaattoreita kuin ruoppausmassojen kuljetusmääriä kuvaavat indikaattorit. Tältä osin työ ei siis saavuttanut sille asetettuja tavoitteita.

Lukumääräisesti 29 ympäristöindikaattoria vesiliikenteelle on melko runsaasti. Mikäli tulevaisuudessa tullaan laatimaan lisää indikaattoreita vesiliikenteen sektorille, on ehkä syytä tarkistaa nykyisiä indikaattoreita ja pyrkiä supistamaan niiden määrää. Kuten jo aikaisemmin mainitsin, liian suuri määrä seurattavia indikaattoreita vaarantaa indikaattorijärjestelmän kustannustehokkuuden sekä vaikeuttaa indikaattoreiden antaman informaation tehokasta hyödyntämistä. Voidaan myös ajatella, että indikaattorijärjestelmän tehokkuus kärsii, mikäli se seuraa liian useaa indikaattoria.

VIII. LOPUKSI

Olen pohtinut tässä tutkimuksessa kestäväää kehitystä ja sen toteutumista Suomessa sekä yleisellä tasolla että liikenteen hallinnonalalla ja erityisesti vesiliikenteen osalta. Olen pyrkinyt huomioimaan kestävään kehityksen asettamat vaatimukset laatiessani vesiliikenteelle ympäristöindikaattoreita. Olen myös tutkinut jo olemassa olevia sekä alustavia kansainvälisiä ympäristö-indikaattorijärjestelmiä ja pyrkinyt laatimaan vesiliikenteen ympäristö-indikaattoreista sellaiset, että ne vastaavat mahdollisimman hyvin kansainvälisiin indikaattoreille esitettyihin yleisiin vaatimuksiin ja ovat vertailukelpoisia muiden ympäristöindikaattorijärjestelmien kanssa.

Lisäksi olen kuvannut työssäni vesiliikenteen aiheuttamia päästöjä sekä ilmaan että veteen. Vesiliikenteen ilmaan aiheuttamia päästöjä ovat häkä, hiilivedyt ja hiukkaset sekä typenoksidit, rikkidioksidi ja hiilidioksidi. Vesiliikenne aiheuttaa ilmaan myös haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen päästöjä. Aikaisemmin myös aluksissa käytetyistä kylmäaineista ja sammutusaineina käytetyistä haloneista aiheutui haitallisia päästöjä ilmaan. Nykyään näiden aineiden käyttö on nykyään kiellettyä joko kokonaan tai osittain.

Vesiliikenteen veteen aiheuttamista päästöistä merkittävimpiä ovat biologisen likaantumisen estämiseen käytettyjen antifouling-aineiden päästöt. Myös veneliikenteen käymäläjätevesien päästöjä voidaan pitää varsin merkittävänä niiden voimakkaan ajallisen ja paikallisen keskittymisensä vuoksi. Muita vesiliikenteestä veteen aiheutuvia päästöjä ovat PCB -yhdisteiden ja harmaan veden päästöt sekä kemikaalipäästöt.

Tässä työssä esitetyt 29 vesiliikenteen ympäristöindikaattoria pyrkivät mahdollistamaan vesiliikenteen kehityksen sekä siitä aiheutuvien päästöjen seuraamisen. Ne pyrkivät myös omalta osaltaan mahdollistamaan kestävään kehityksen edistymisen seuraamisen vesiliikenteen alueella.

LÄHTEET

Alusturvallisuusohjelman toimenpideohjelma 1998 – 2002. 8.9.1998. Helsinki: Merenkululaitos, Merenkulkuosasto.

Ehdotus Suomen kestävän kehityksen indikaattoreiksi. 1999. (ei julkaistu)

Eloheimo, K. 1992. Veneily ja sen ympäristövaikutukset. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus.

Final Proposal for Baltic 21 Sector and Spatial Planning Core Indicators. 1999. Tukholma: Senior Officials Group (SOG) Bureau II. 8.6.1999.

HELCOM: Study of the Risk for Accidents and the Related Environmental Hazards from the Transportation of Chemicals by Tankers in the Baltic Sea Area. 1990. Helsinki: Baltic Sea Environment Proceedings No.34.

Huttunen, L. Itämeren öljypäästöt kuriin. Ympäristö 1/98.

Indicators for General Objectives of the Transport System. 1999. Helsinki: liikenneministeriö. 6/99.

Indicators on Sustainable Development in the Baltic Sea Region, An Initial Set. 1998. Baltic 21 Series No 13/98.

Itämeren alueen kestävän kehityksen ohjelma - Baltic 21. 1998. Helsinki: ympäristöministeriö.

Kotimaan vesiliikenne 1998. 1999. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1999. Helsinki: Merenkululaitos.

Kuosa, H. 1992. Maailman meret. Kaikkialla näkyy ihmisen jälki. Tiede 2000: 8/92

Kämäräinen, J. 1996. ympäristönsuojelu merenkulussa. Varustamo-opin päivät. 25. – 26.4.1996. Gustavelund, Tuusula.

Laukkanen, T. 1998. Ympäristötietous I – Biosfääri ja ympäristövaikutukset. Helsinki: Opetushallitus.

Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä. Luonnos 14.5.1999. Liikenneministeriö. (ei julkaistu)

Lundén, K. 1992. Laivaliikenteen ympäristöpäästöt. Helsinki: liikenneministeriö.

Lundén, K. 1993. Merenkulku ja ympäristö – veneliikenteen päästöt. Turku: Turun merenkulkualan koulutuskeskus.

Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 1997. Helsinki: Merenkululaitoksen tilastoja 4/1998.

Meriympäristövahinkojen torjuminen ja korvaaminen. Aluskemikaalitoimikunnan mietintö. 1990. Komiteamietintö 1990:58.

Moldan, B. & Billharz, S. 1997. Sustainability Indicators. Report of the Project on Indicators of Sustainable Development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Mäkelä, K. & Tuominen, A. 1998. Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT).

OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. 1993. OECD/GD (93)179. Pariisi: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Peltomäki, P. 1998. Kestävä kehitys – tavoitteet ja todellisuus: esimerkkinä Sumiaisten kunta. Jyväskylän yliopisto: Sosiologian julkaisuja 63.

Pesonen, H., Metsäranta, H., Kallioinen, J. 1999. Indicators for General Objectives of the Transport System. Helsinki: Liikenneministeriö. 6/99.

Petersen, R., Böhrer, S., Dalkmann, H., Ahrens, A. 1998. An Agenda 21 for the Baltic Sea Region - Transport Sector Report 38/98. Berliini: Federal Environmental Agency.

Pohjois-Euroopan meret – Pohjois-Euroopan ympäristö. Raportti Pohjoismaiden neuvoston meriensuojelua käsittelevään konferenssiin 16. – 18. lokakuuta 1989. 1990. Tukholma: Nordsteds Tryckeri.

Riijärvi, T. 1998. Laivan ympäristöystävällisyys ja sen vaikutus laivan talouteen. Helsingin Teknillinen korkeakoulu. Konetekniikan osasto. Diplomityö.

Towards a Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) for the EU. TERM Concept and Preliminary Compilation of Indicators. 1999. (ei julkaistu)

Vuorinen, I. 1994. Itämeren ympäristön tila. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. A:23.

Yhteinen tulevaisuutemme. Ympäristön ja kehityksen maailmankomission raportti. 1988. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Muita lähteitä

Agenda 21. Chapter 9: Protection of Atmosphere.

<http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21chapter9.htm> 2.11.1999

Agenda 21. Chapter 17: Semi-enclosed Seas, and Coastal Areas and the Protection, Rational Use and Development of their Living Resources. <http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21chapter17.htm> 2.11.1999

A Guidebook to Environmental Indicators. <http://www.csiro.au/envind/index.htm> 15.6.1999.

Hallituksen kestävän kehityksen ohjelma. <http://www.vyh.fi/poltavo/keke/perpaatos> 2.11.1999

Indicators for Environmental Performance Evaluation. <http://www.ine.gob.mx/indicadores/ingles/> 14.7.1999.

Kestävän kehityksen toimikunta. <http://www.vyh.fi/poltavo/keke/keketmk.htm> 2.11.1999

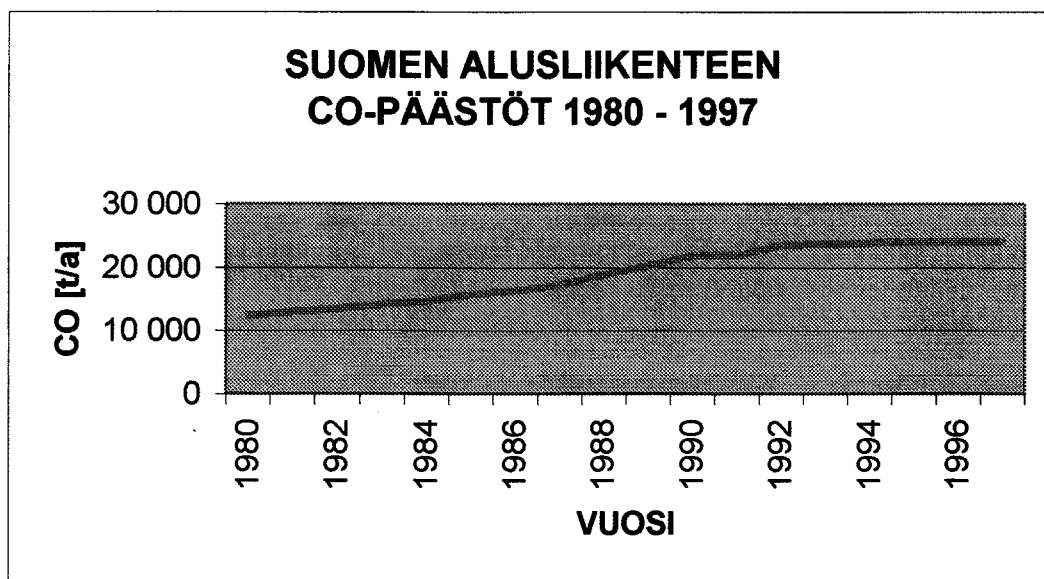
LIITTEET: VESILIIKENTEEN YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT

SUOMEN VESILIIKENTEEN PÄÄSTÖJÄ KUVAAVAT YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT

SUOMEN ALUSLIIKENTEEN CO-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	CO-päästöt [t/a]
1980	12 490
1981	12 970
1982	13 450
1983	14 180
1984	14 720
1985	15 800
1986	16 310
1987	17 230
1988	18 870
1989	20 270
1990	21 910
1991	21 940
1992	23 530
1993	23 670
1994	23 930
1995	23 970
1996	23 910
1997	24 150

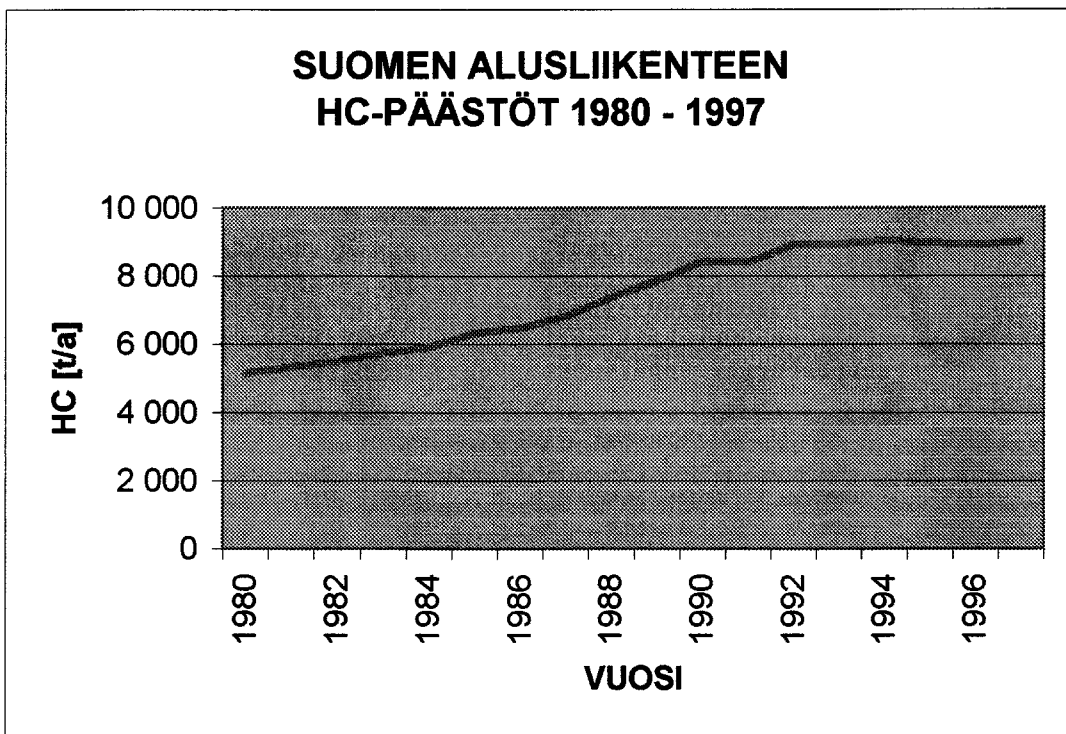
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN ALUSLIIKENTEEEN HC-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	HC-päästöt [t/a]
1980	5 160
1981	5 330
1982	5 490
1983	5 740
1984	5 920
1985	6 320
1986	6 480
1987	6 810
1988	7 380
1989	7 860
1990	8 430
1991	8 390
1992	8 920
1993	8 940
1994	9 040
1995	8 980
1996	8 900
1997	9 020

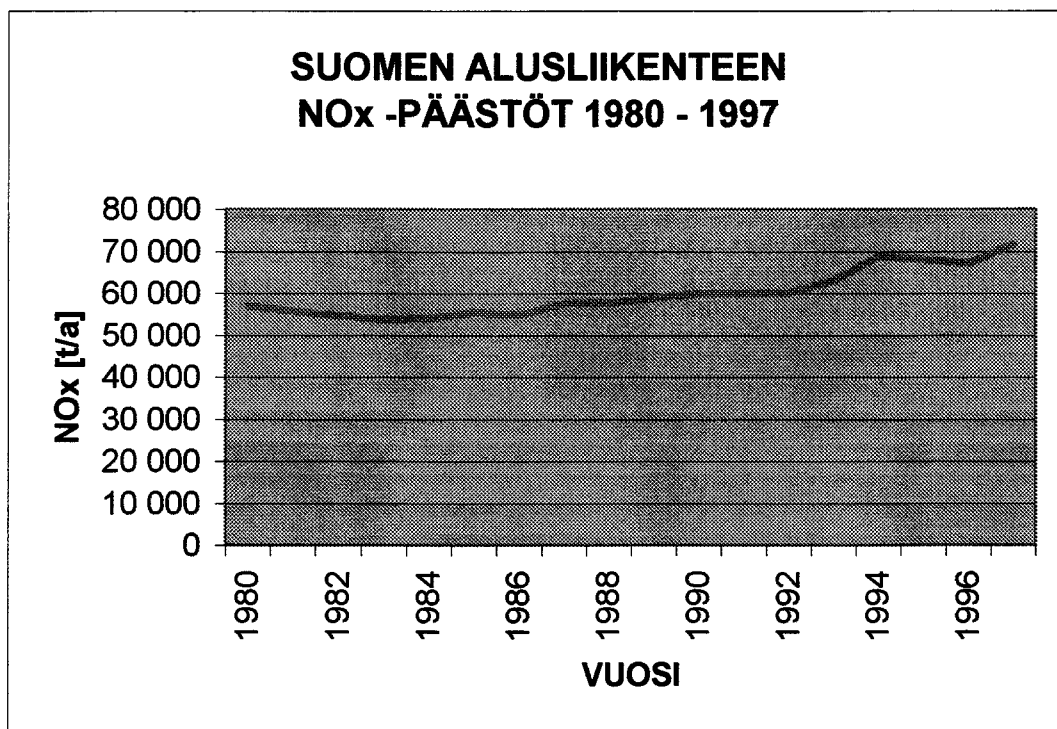
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN ALUSLIIKENTEEN NO_x -PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	Nox-päästöt [t/a]
1980	56 920
1981	55 660
1982	54 680
1983	53 760
1984	54 080
1985	55 420
1986	54 840
1987	57 500
1988	57 730
1989	58 890
1990	60 060
1991	60 160
1992	60 160
1993	63 100
1994	68 930
1995	68 070
1996	67 240
1997	71 720

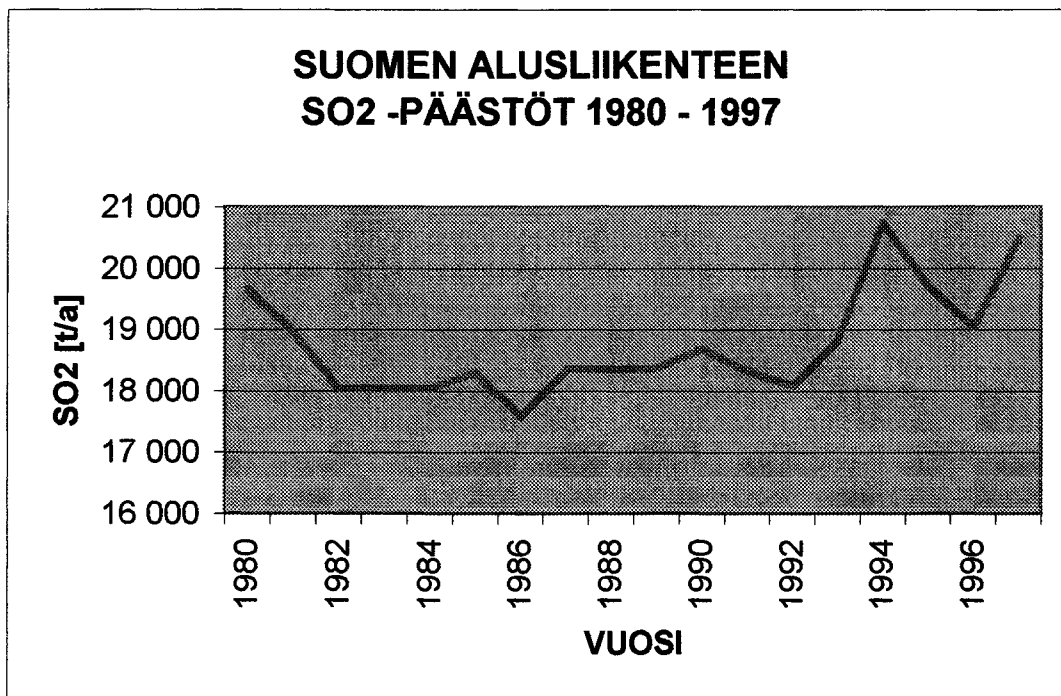
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN ALUSLIIKENTEEN SO₂-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	SO ₂ -päästöt [t/a]
1980	19 670
1981	18 960
1982	18 040
1983	18 050
1984	18 040
1985	18 300
1986	17 580
1987	18 350
1988	18 340
1989	18 370
1990	18 680
1991	18 320
1992	18 080
1993	18 830
1994	20 740
1995	19 710
1996	19 030
1997	20 500

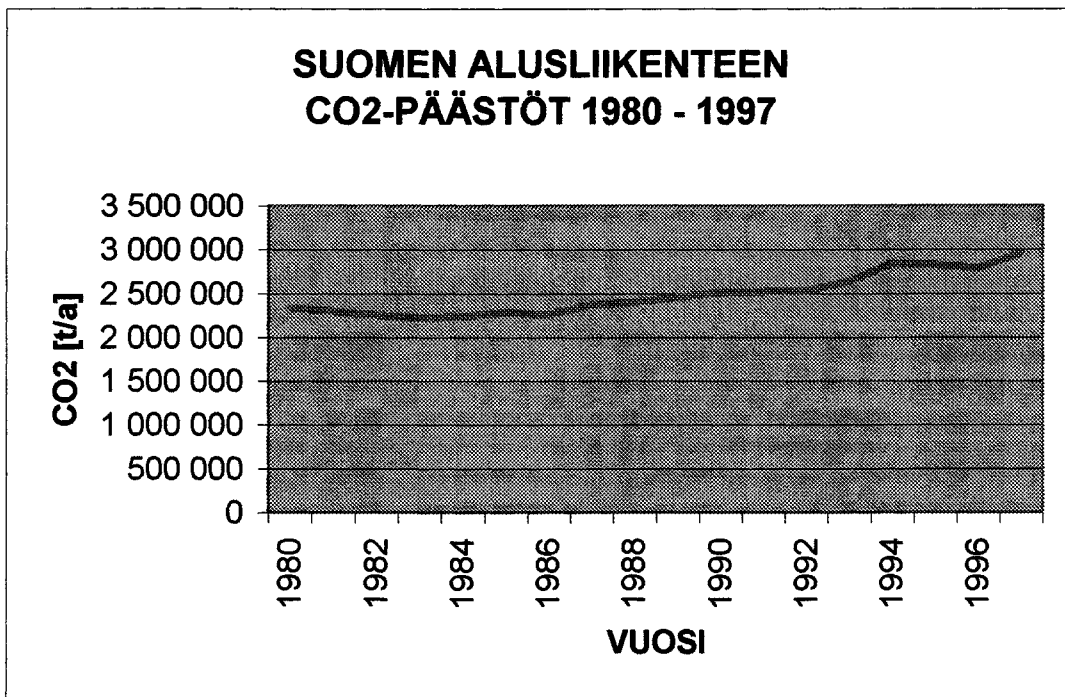
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN ALUSLIIKENTEEEN CO2-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	CO2-päästöt [t/a]
1980	2 336 540
1981	2 296 090
1982	2 258 830
1983	2 225 870
1984	2 238 410
1985	2 286 120
1986	2 265 430
1987	2 371 600
1988	2 401 780
1989	2 458 670
1990	2 513 000
1991	2 517 860
1992	2 530 260
1993	2 635 640
1994	2 845 850
1995	2 829 620
1996	2 788 700
1997	2 963 030

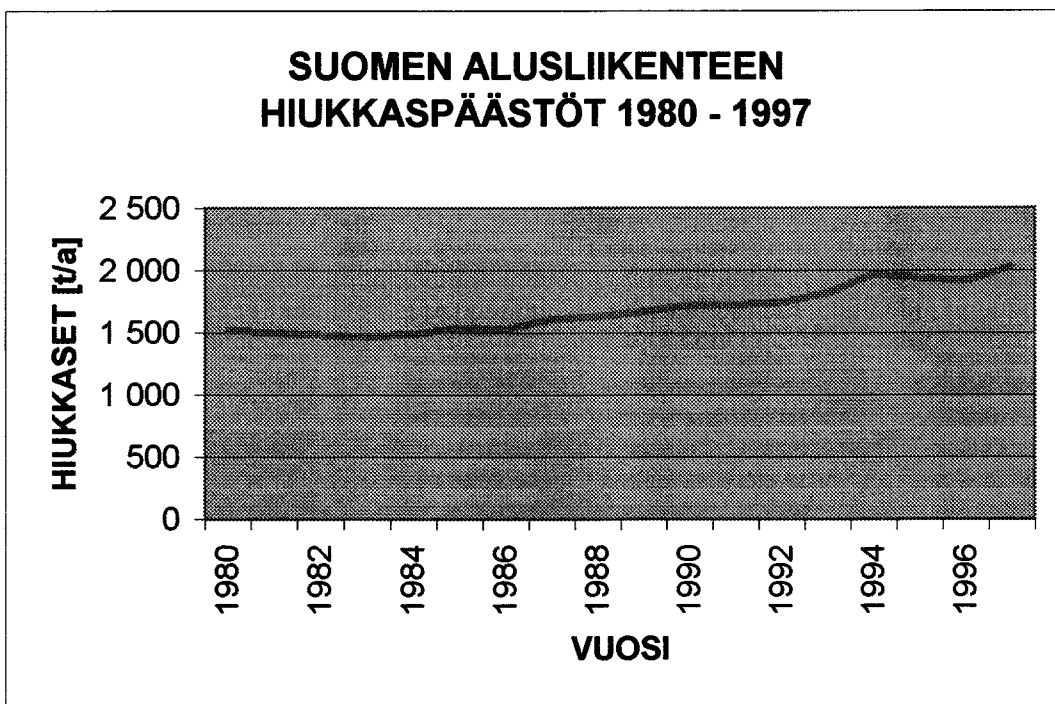
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN ALUSLIIKENTEEEN HIUKKASPÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	Hiukkaspäästöt [t/a]
1980	1 520
1981	1 500
1982	1 480
1983	1 470
1984	1 490
1985	1 540
1986	1 530
1987	1 610
1988	1 630
1989	1 670
1990	1 720
1991	1 720
1992	1 740
1993	1 820
1994	1 970
1995	1 940
1996	1 920
1997	2 030

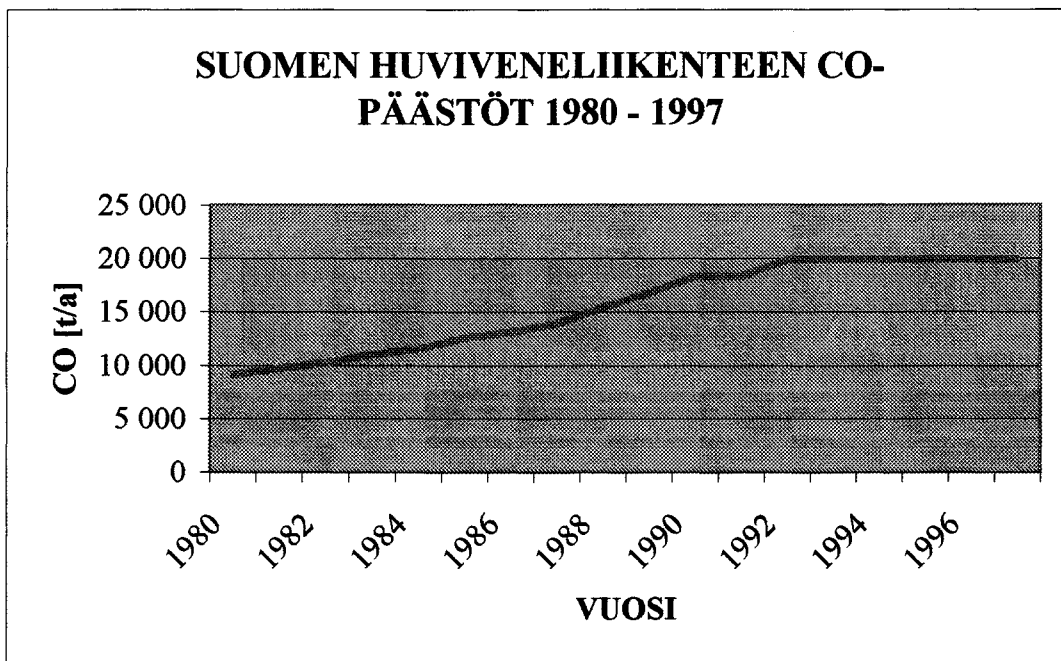
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEEN CO-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	CO-päästöt [t/a]
1980	9 160
1981	9 680
1982	10 200
1983	10 990
1984	11 510
1985	12 560
1986	13 080
1987	13 870
1988	15 440
1989	16 750
1990	18 320
1991	18 320
1992	19 890
1993	19 890
1994	19 890
1995	19 890
1996	19 890
1997	19 890

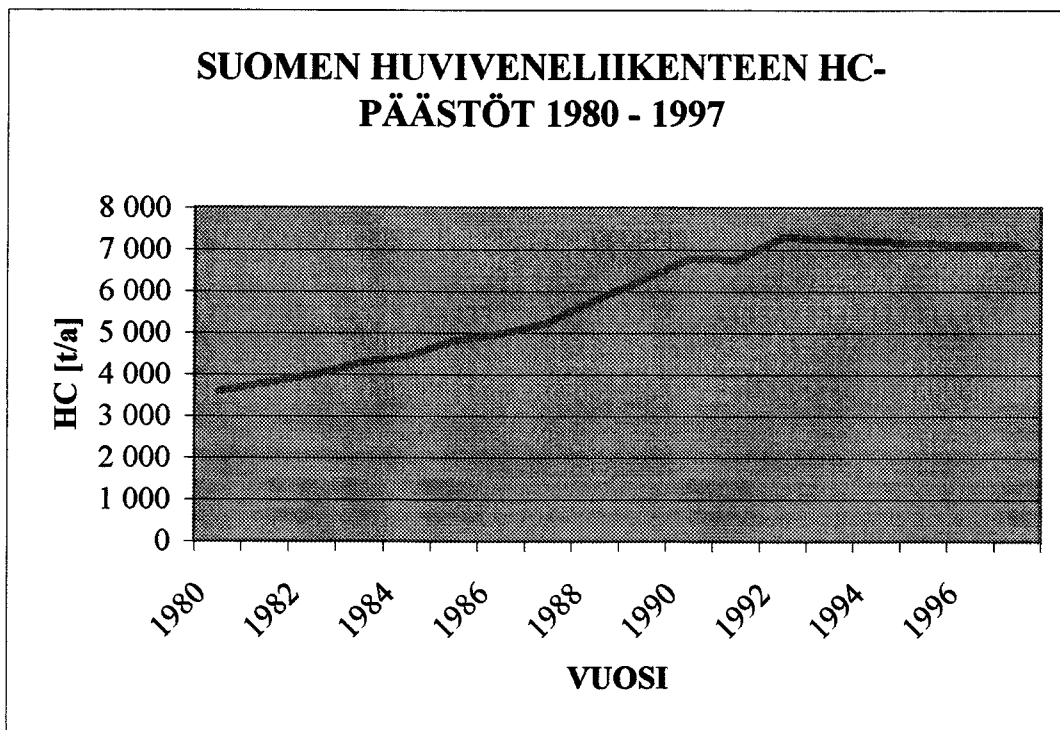
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 98



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEEN HC-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	HC-päästöt [t/a]
1980	3 600
1981	3 800
1982	3 990
1983	4 270
1984	4 440
1985	4 820
1986	4 990
1987	5 250
1988	5 800
1989	6 260
1990	6 800
1991	6 760
1992	7 290
1993	7 240
1994	7 200
1995	7 150
1996	7 100
1997	7 100

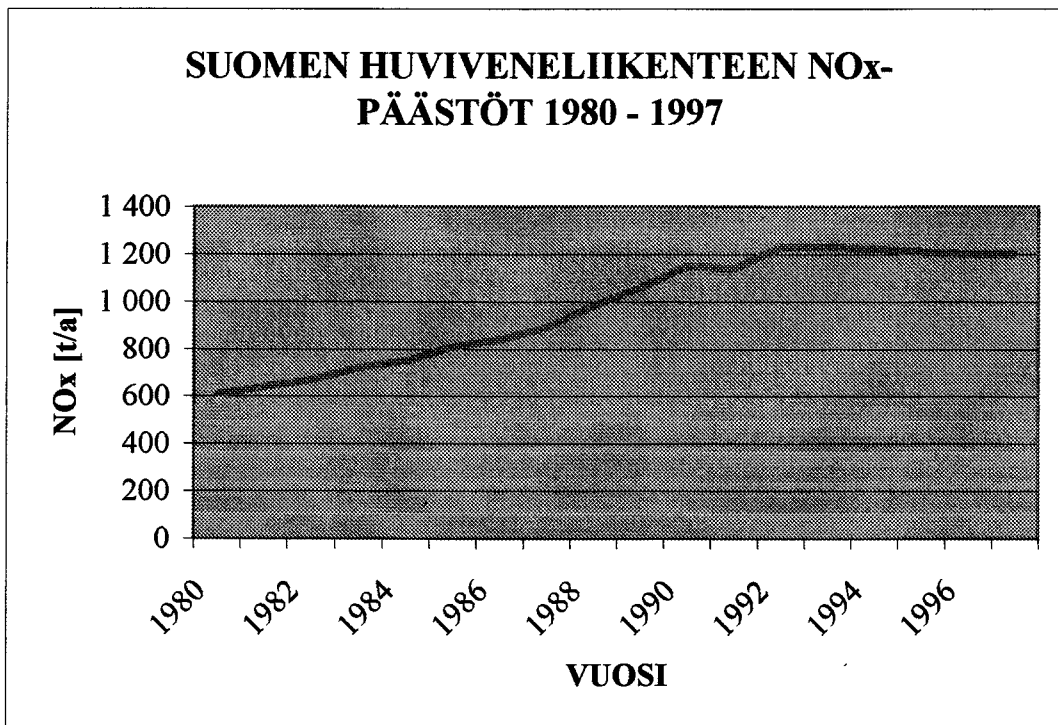
Lähde: Suomen vesiliikenteen laskentajärjestelmä MEERI 98



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEEEN NO_x-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	NO _x -päästöt [t/a]
1980	610
1981	640
1982	670
1983	720
1984	750
1985	810
1986	840
1987	890
1988	982
1989	1 060
1990	1 150
1991	1 140
1992	1 230
1993	1 230
1994	1 220
1995	1 210
1996	1 200
1997	1 200

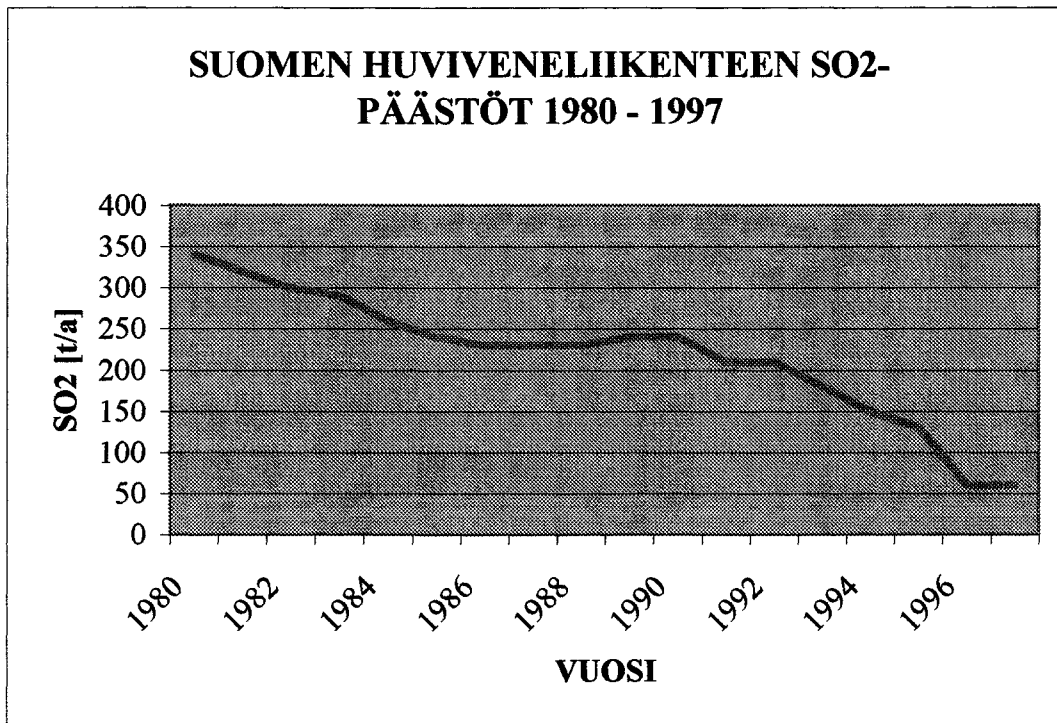
Lähde: Suomen vesiliikenteen laskentajärjestelmä MEERI 98



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEN SO₂-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	SO ₂ -päästöt [t/a]
1980	340
1981	320
1982	300
1983	290
1984	260
1985	240
1986	230
1987	230
1988	230
1989	240
1990	240
1991	210
1992	210
1993	180
1994	150
1995	130
1996	60
1997	60

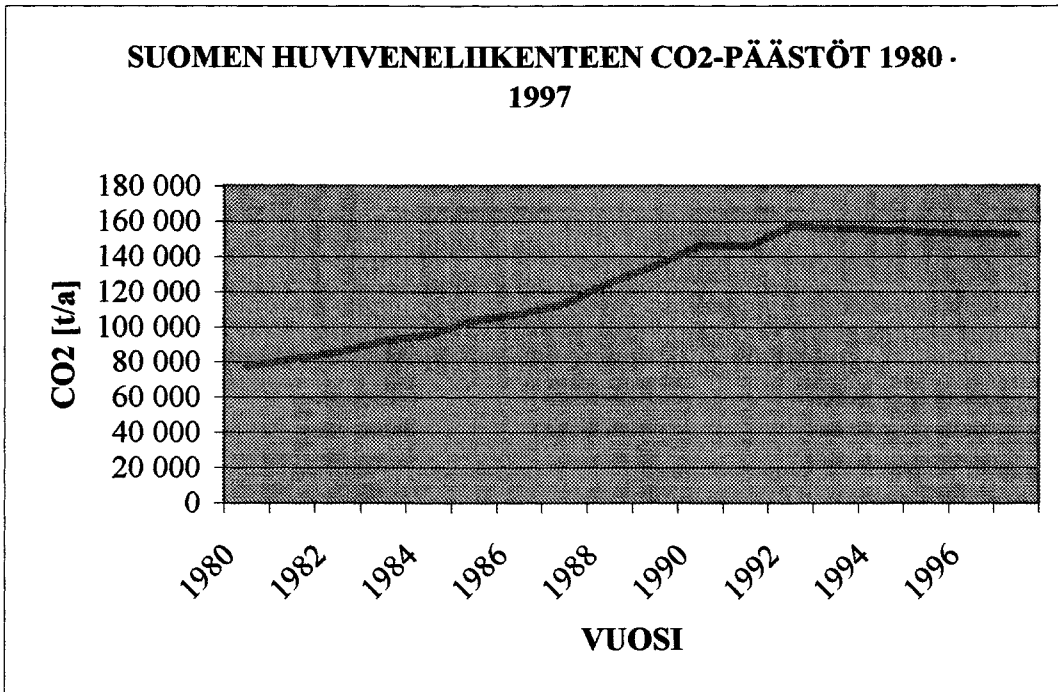
Lähde: Suomen vesiliikenteen laskentajärjestelmä MEERI 98



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEEN CO2-PÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	CO2-päästöt [t/a]
1980	77 390
1981	81 670
1982	85 740
1983	91 770
1984	95 550
1985	103 590
1986	107 240
1987	112 960
1988	124 950
1989	134 670
1990	146 360
1991	145 420
1992	156 860
1993	155 830
1994	154 810
1995	153 780
1996	152 780
1997	152 780

Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 98



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEEN HIUKKASPÄÄSTÖT 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	Hiukkaspäästöt [t/a]
1980	160
1981	160
1982	170
1983	180
1984	190
1985	210
1986	220
1987	230
1988	250
1989	270
1990	290
1991	290
1992	320
1993	310
1994	310
1995	310
1996	310
1997	310

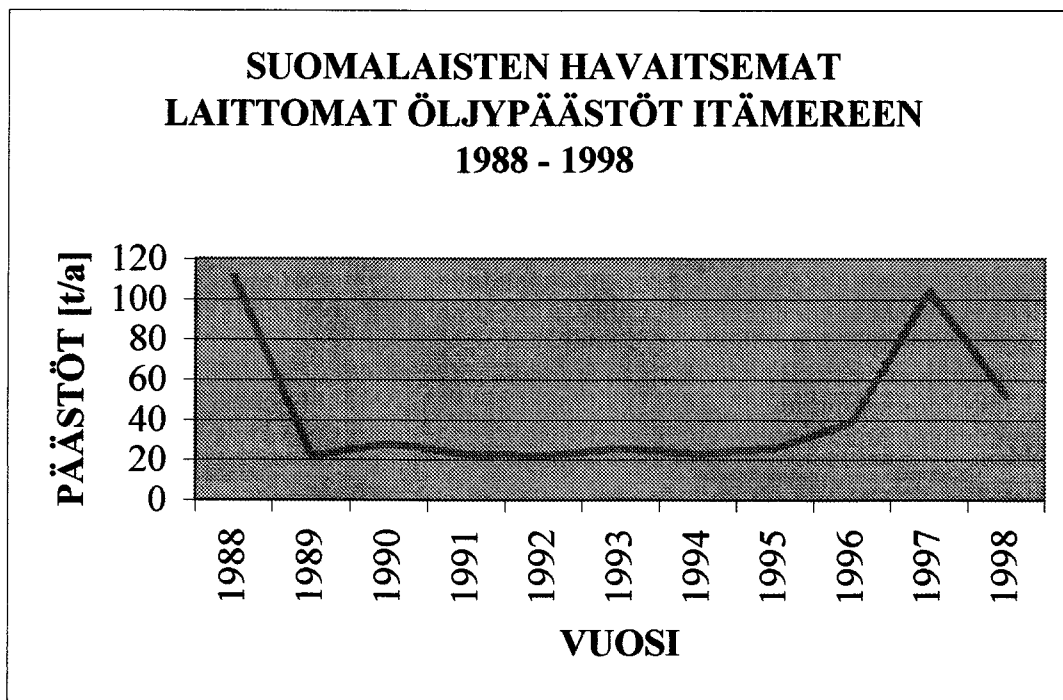
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 98



SUOMALAISTEN HAVAITSEMAT LAITTOMAT ÖLJYPÄÄSTÖT ITÄMERELLÄ 1988 - 1998 [t/a]

Vuosi	Öljypäästöt [t/a]
1988	111
1989	22
1990	28
1991	23
1992	22
1993	26
1994	23
1995	26
1996	39
1997	104
1998	52

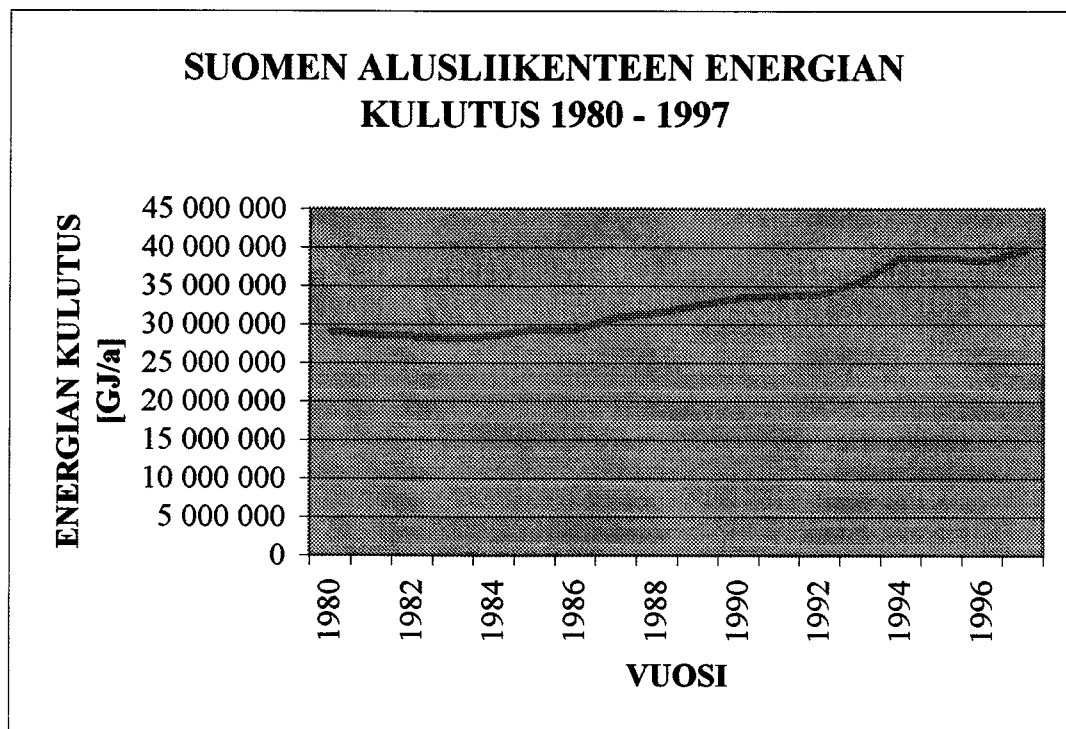
Lähde: Ympäristöministeriö. 1999.



SUOMEN ALUSLIIKENTEEN ENERGIAN KULUTUS 1980 - 1997 [GJ/a]

Vuosi	Energian kulutus [GJ/a]
1980	29 103 860
1981	28 705 430
1982	28 377 010
1983	28 168 660
1984	28 531 280
1985	29 341 980
1986	29 269 060
1987	30 875 430
1988	31 494 850
1989	32 475 670
1990	33 436 550
1991	33 651 650
1992	33 949 560
1993	35 548 780
1994	38 625 830
1995	38 560 060
1996	38 173 690
1997	39 527 620

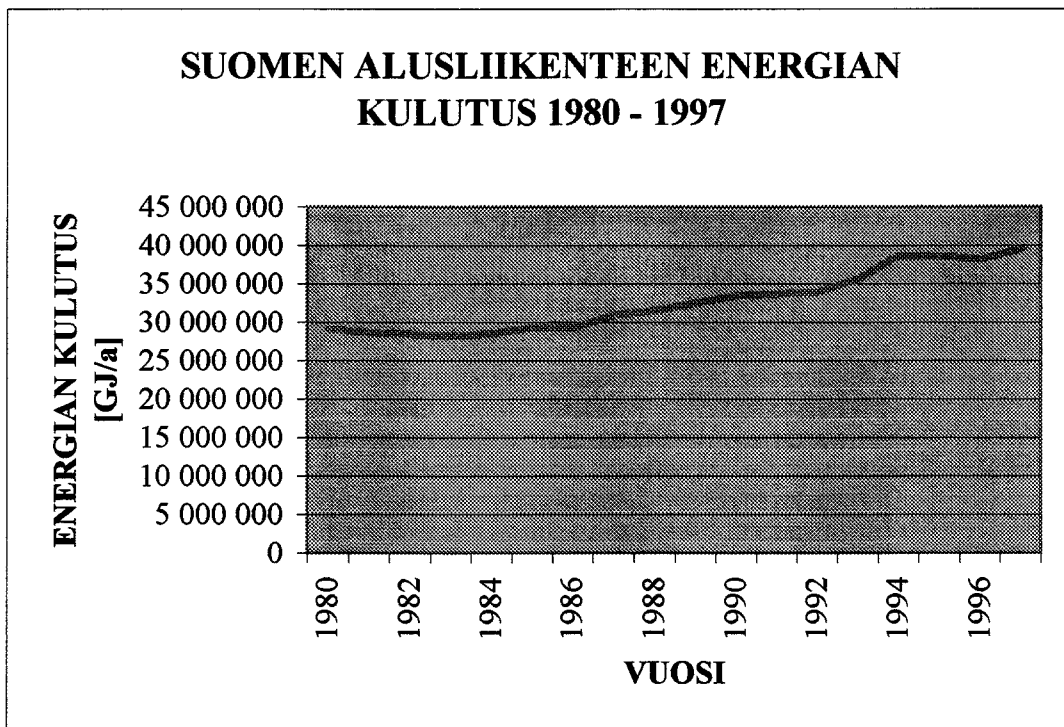
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN ALUSLIIKENTEEN ENERGIAN KULUTUS 1980 - 1997 [GJ/a]

Vuosi	Energian kulutus [GJ/a]
1980	29 103 860
1981	28 705 430
1982	28 377 010
1983	28 168 660
1984	28 531 280
1985	29 341 980
1986	29 269 060
1987	30 875 430
1988	31 494 850
1989	32 475 670
1990	33 436 550
1991	33 651 650
1992	33 949 560
1993	35 548 780
1994	38 625 830
1995	38 560 060
1996	38 173 690
1997	39 527 620

Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97

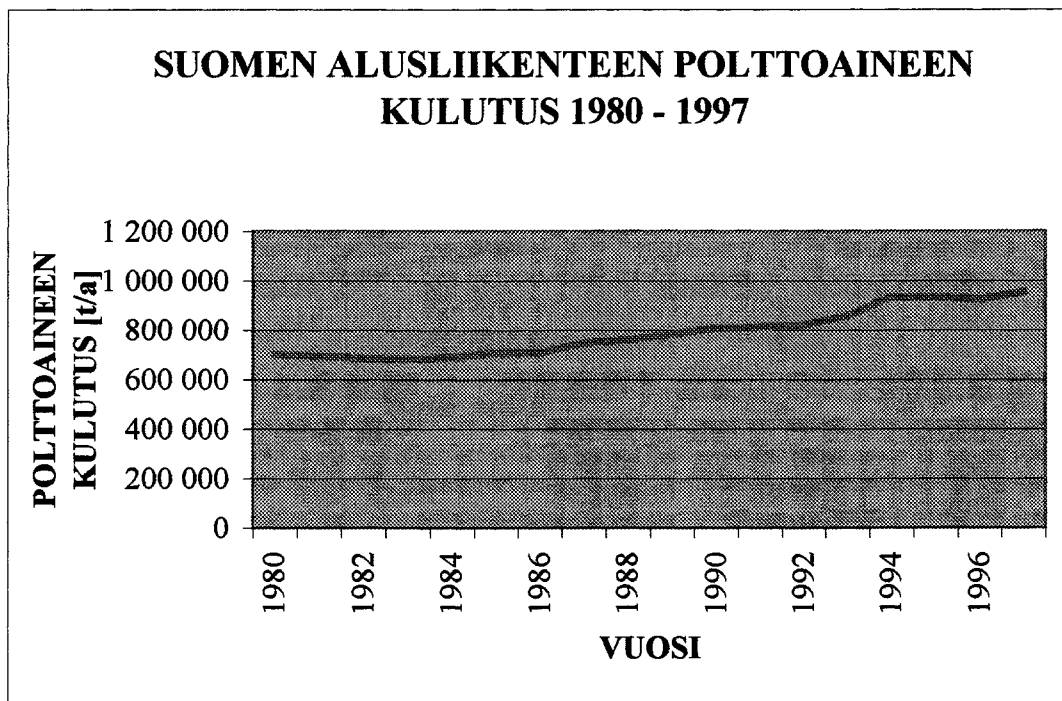


SUOMEN VESILIIKENTEN POLTTOAINEEN JA ENERGIAN KULUTUSTA KUVAAVAT YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT

SUOMEN ALUSLIIKENTEN POLTTOAINEEN KULUTUS VUOSINA 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	Polttoaineen kulutus [t/a]
1980	704 420
1981	694 690
1982	686 640
1983	681 560
1984	690 330
1985	709 950
1986	708 110
1987	747 080
1988	762 000
1989	785 700
1990	808 930
1991	814 150
1992	821 260
1993	860 140
1994	934 980
1995	933 320
1996	923 930
1997	956 840

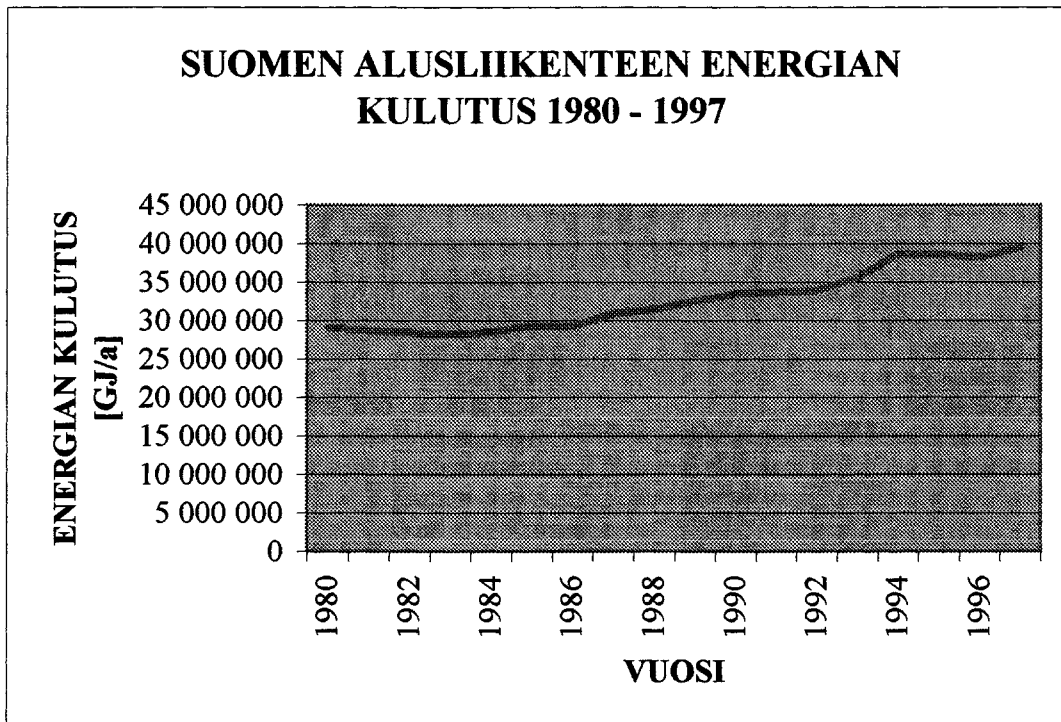
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN ALUSLIIKENTEEN ENERGIAN KULUTUS 1980 - 1997 [GJ/a]

Vuosi	Energian kulutus [GJ/a]
1980	29 103 860
1981	28 705 430
1982	28 377 010
1983	28 168 660
1984	28 531 280
1985	29 341 980
1986	29 269 060
1987	30 875 430
1988	31 494 850
1989	32 475 670
1990	33 436 550
1991	33 651 650
1992	33 949 560
1993	35 548 780
1994	38 625 830
1995	38 560 060
1996	38 173 690
1997	39 527 620

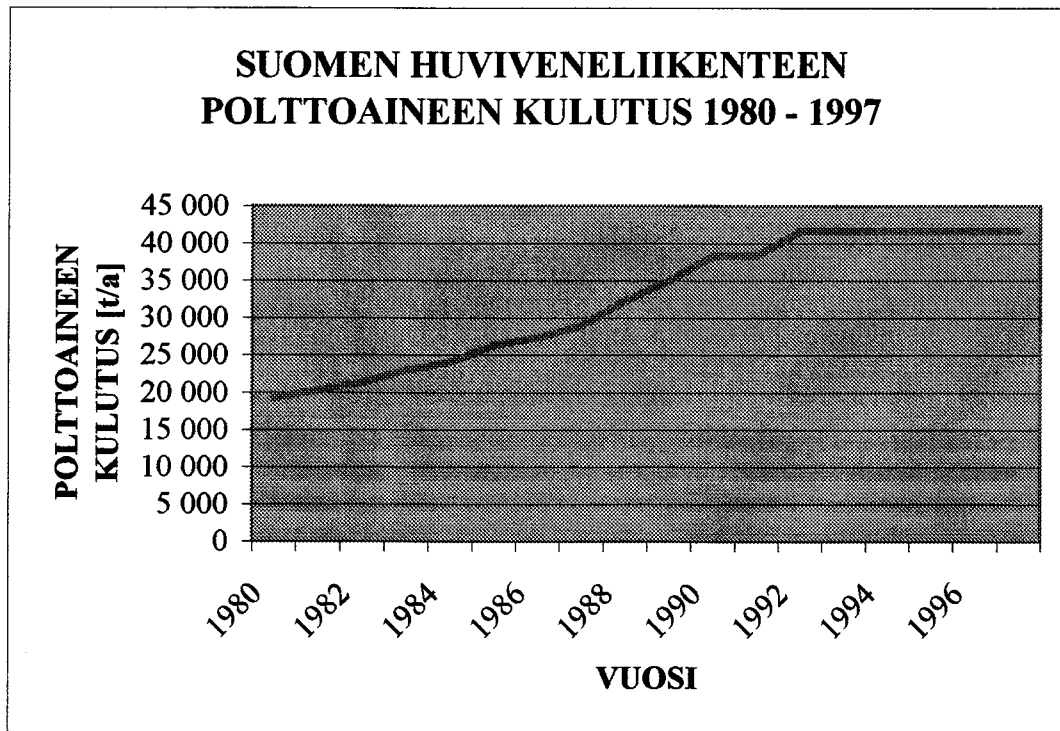
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 97



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEEN POLTTOAINEEN KULUTUS 1980 - 1997 [t/a]

Vuosi	Polttoaineen kulutus [t/a]
1980	19 170
1981	20 270
1982	21 360
1983	23 010
1984	24 100
1985	26 290
1986	27 390
1987	29 030
1988	32 320
1989	35 060
1990	38 340
1991	38 340
1992	41 630
1993	41 630
1994	41 630
1995	41 630
1996	41 630
1997	41 630

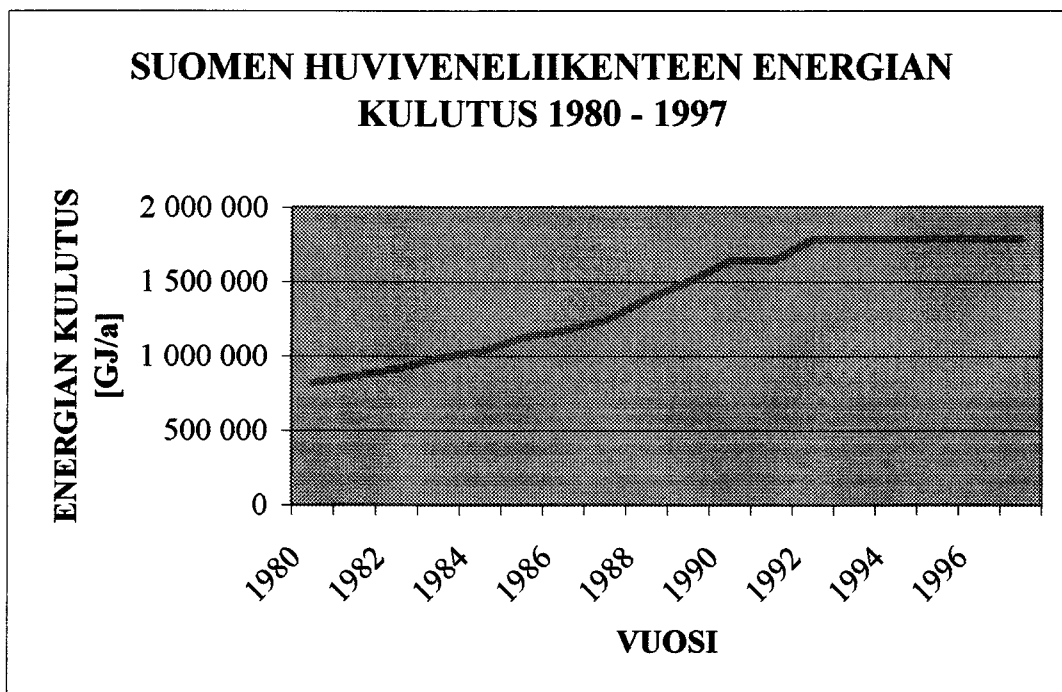
Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 98



SUOMEN HUVIVENELIIKENTEEN ENERGIAN KULUTUS 1980 - 1997 [GJ/a]

Vuosi	Energian kulutus [GJ/a]
1980	821 060
1981	867 980
1982	914 900
1983	985 270
1984	1 032 190
1985	1 126 020
1986	1 172 940
1987	1 243 320
1988	1 384 070
1989	1 501 370
1990	1 642 120
1991	1 642 120
1992	1 782 870
1993	1 782 870
1994	1 782 870
1995	1 782 870
1996	1 782 870
1997	1 782 870

Lähde: Suomen vesiliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä MEERI 98



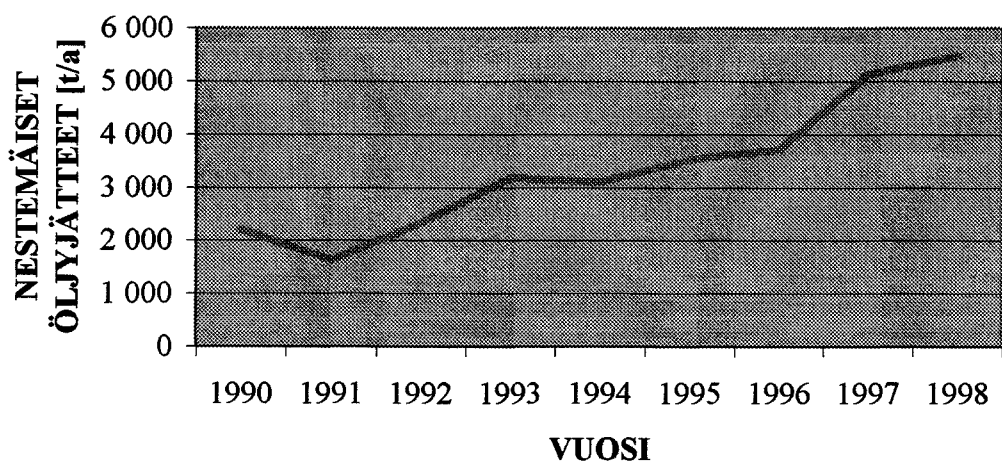
ALUKSILTA VASTAANOTETTUJA ONGELMAJÄTTEITÄ KUVAAVAT INDIKAATTORIT

EKOKEMIN LAIVOILTA VASTAANOTTAMAT POLTTOAINEJÄTTEET JA PILSSIVEDET
YHT. 1980 - 1998 [t/a]

Vuosi	EKOKEM:in laivoilta vastaanottamat polttoainejätteet ja pilssivedet yht. [t/a]
1990	2 204
1991	1 634
1992	2 331
1993	3 173
1994	3 103
1995	3 524
1996	3 717
1997	5 129
1998	5 485

Lähde: EKOKEM

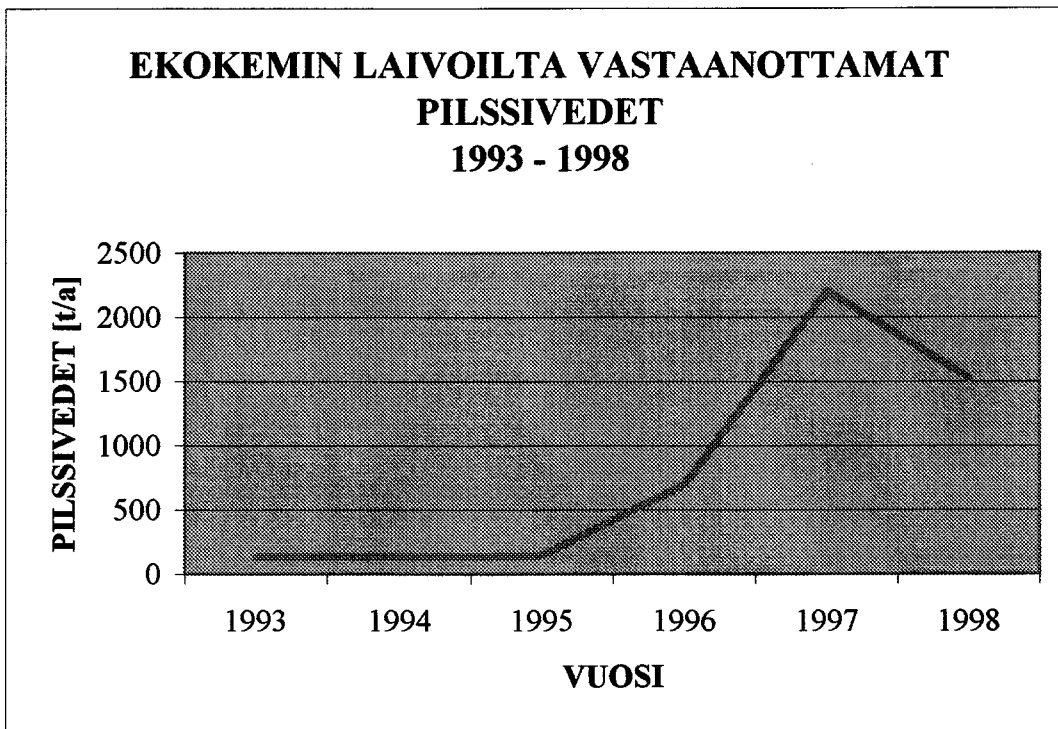
EKOKEMIN LAIVOILTA VASTAANOTTAMAT POLTTOAINEJÄTTEET JA PILSSIVEDET 1990 - 1998



EKOKEMIN LAIVOILTA VASTAANOTTAMAT PILSSIVEDET 1993 - 1998 [t/a]

Vuosi	EKOKEM:in laivoilta vastaanottamat pilssivedet [t/a]
1993	130
1994	129
1995	147
1996	695
1997	2 205
1998	1 523

Lähde: EKOKEM

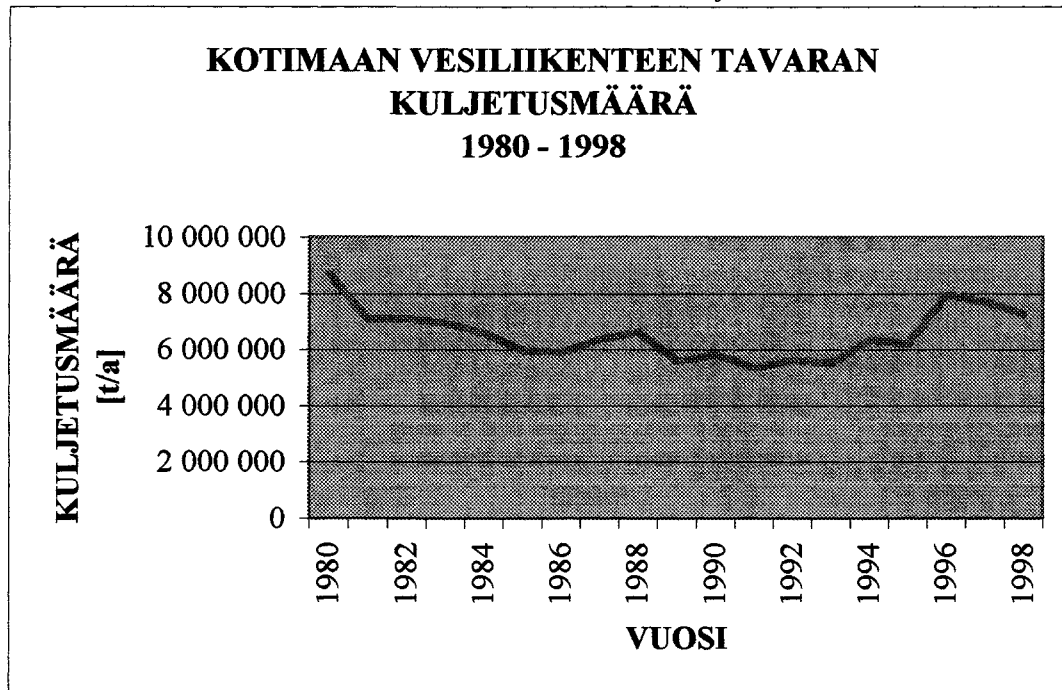


SUOMEN VESILIIKENTEN KULJETUSTA KUVAAVAT YMPÄRISTÖINDIKAATTORIT

KOTIMAAN VESILIIKENTEN TAVARAN KULJETUSMÄÄRÄ VUOSINA 1980 - 1998 [t/a]

Vuosi	Kotimaan vesiliikenteen kuljetusmäärä [t/a]
1980	8 730 000
1981	7 080 000
1982	7 110 000
1983	6 940 000
1984	6 590 000
1985	5 990 000
1986	5 890 000
1987	6 380 000
1988	6 610 000
1989	5 590 000
1990	5 820 000
1991	5 340 000
1992	5 630 000
1993	5 510 000
1994	6 350 000
1995	6 220 000
1996	7 950 000
1997	7 700 000
1998	7 250 000

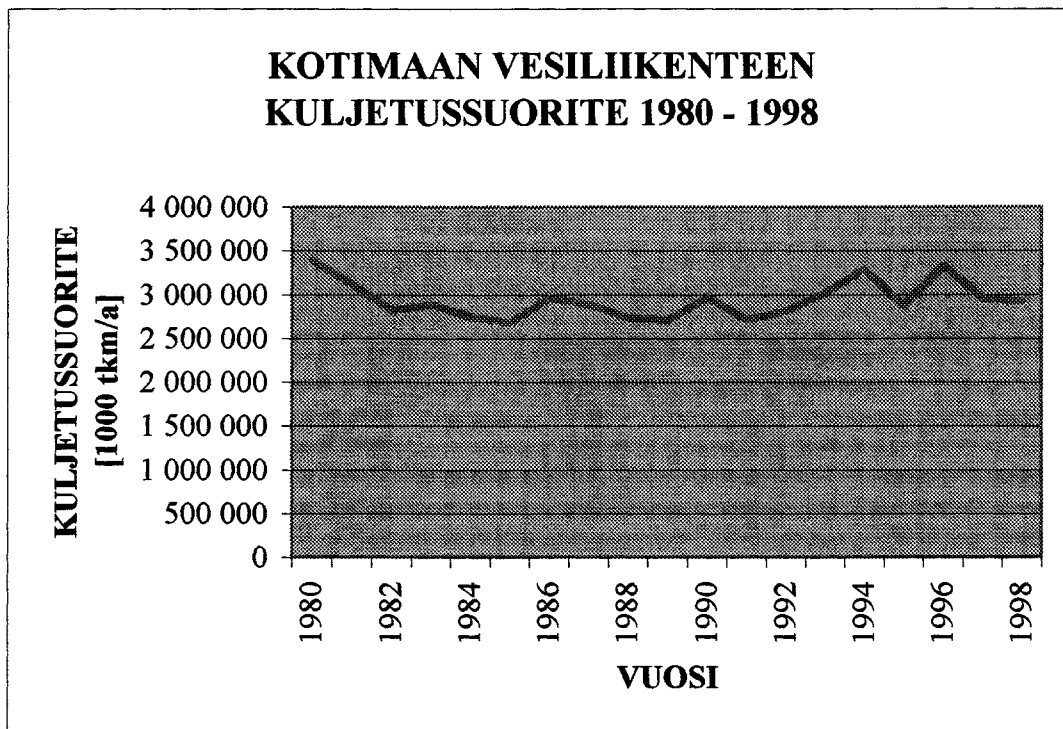
Lähde: Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1999



KOTIMAAN VESILIIKENTEEEN KULJETUSSUORITE 1980 - 1998 [1 000 tkm/a]

Vuosi	Kotimaan vesiliikenteen kuljetussuorite [1 000 tkm/a]
1980	3 390 000
1981	3 120 000
1982	2 820 000
1983	2 890 000
1984	2 750 000
1985	2 680 000
1986	2 960 000
1987	2 890 000
1988	2 740 000
1989	2 710 000
1990	2 970 000
1991	2 710 000
1992	2 810 000
1993	3 020 000
1994	3 290 000
1995	2 870 000
1996	3 330 000
1997	2 950 000
1998	2 920 000

Lähde: Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkulkulaitokseen tilastoja 3/1999

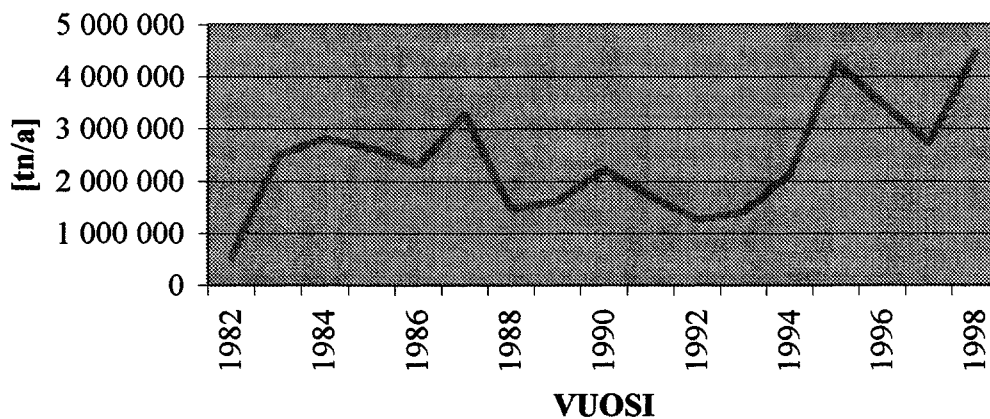


KOTIMAAN VESILIIKENTEEN RUOPPAUSMASSOJEN KULJETUSMÄÄRÄ 1982 - 1998 [t/a]

Vuosi	Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetusmäärä 1982 - 1998 [t/a]
1982	530 000
1983	2 490 000
1984	2 820 000
1985	2 620 000
1986	2 320 000
1987	3 280 000
1988	1 470 000
1989	1 610 000
1990	2 220 000
1991	1 710 000
1992	1 260 000
1993	1 400 000
1994	2 140 000
1995	4 260 000
1996	3 470 000
1997	2 740 000
1998	4 470 000

Lähde: Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkululaitokseen tilastoja 3/1999

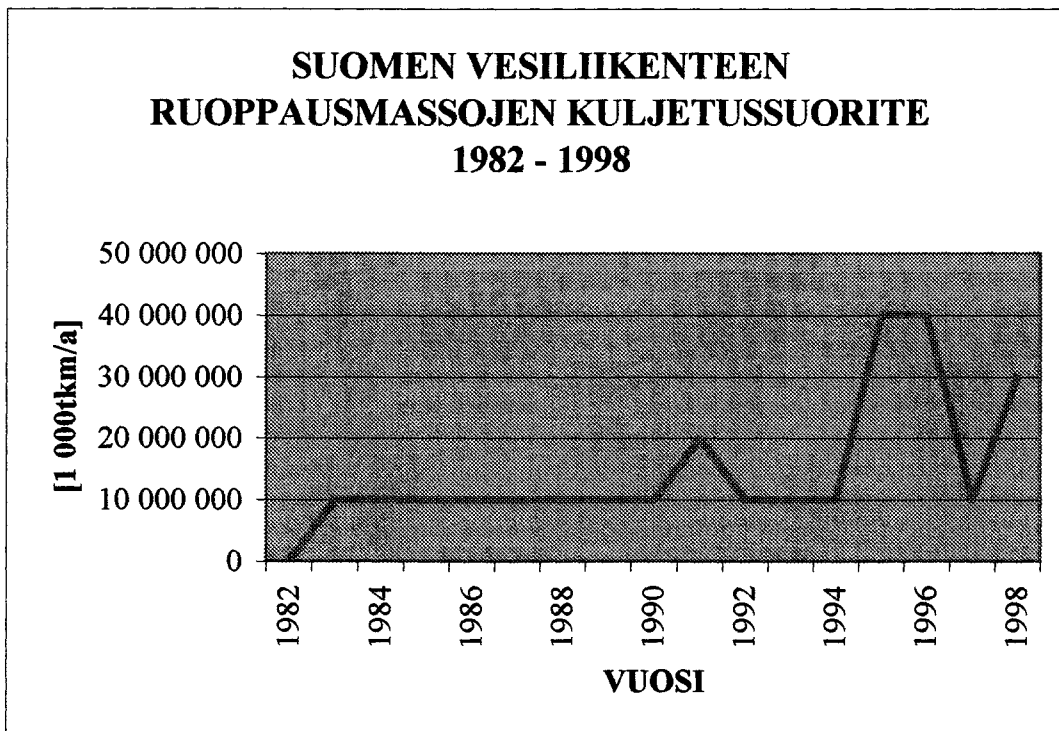
KOTIMAAN VESILIIKENTEEN RUOPPAUSMASSOJEN KULJETUSMÄÄRÄT 1982 - 1998



KOTIMAAN VESILIIKENTEEEN RUOPPAUSMASSOJEN KULJETUSSUORITE 1982 - 1998 [t/a]

Vuosi	Kotimaan vesiliikenteen ruoppausmassojen kuljetussuorite 1982 - 1998 [1 000 tkm/a]
1982	0
1983	10 000 000
1984	10 000 000
1985	10 000 000
1986	10 000 000
1987	10 000 000
1988	10 000 000
1989	10 000 000
1990	10 000 000
1991	20 000 000
1992	10 000 000
1993	10 000 000
1994	10 000 000
1995	40 000 000
1996	40 000 000
1997	10 000 000
1998	30 000 000

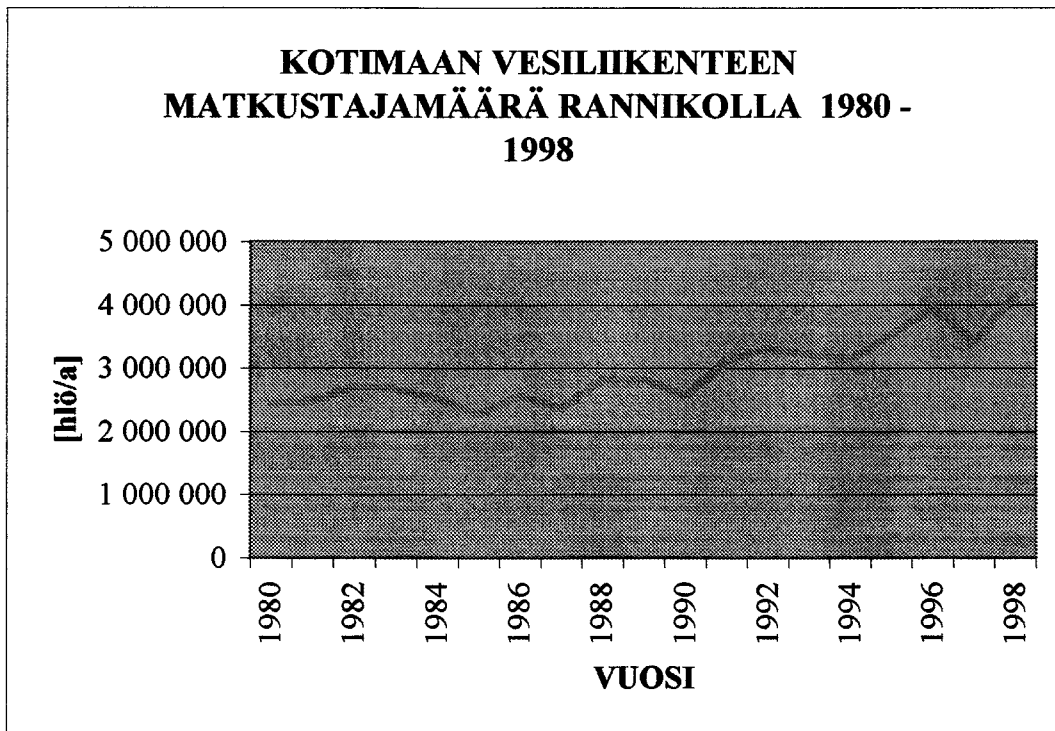
Lähde: Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkululaitokseen tilastoja 3/1999



KOTIMAAN VESILIIKENTEEEN MATKUSTAJAMÄÄRÄ RANNIKOLLA 1980 - 1998

Vuosi	Matkustajamäärä [hlö/a]
1980	2 430 000
1981	2 480 000
1982	2 710 000
1983	2 670 000
1984	2 520 000
1985	2 270 000
1986	2 570 000
1987	2 350 000
1988	2 820 000
1989	2 820 000
1990	2 570 000
1991	3 120 000
1992	3 310 000
1993	3 210 000
1994	3 140 000
1995	3 530 000
1996	3 960 000
1997	3 420 000
1998	4 160 000

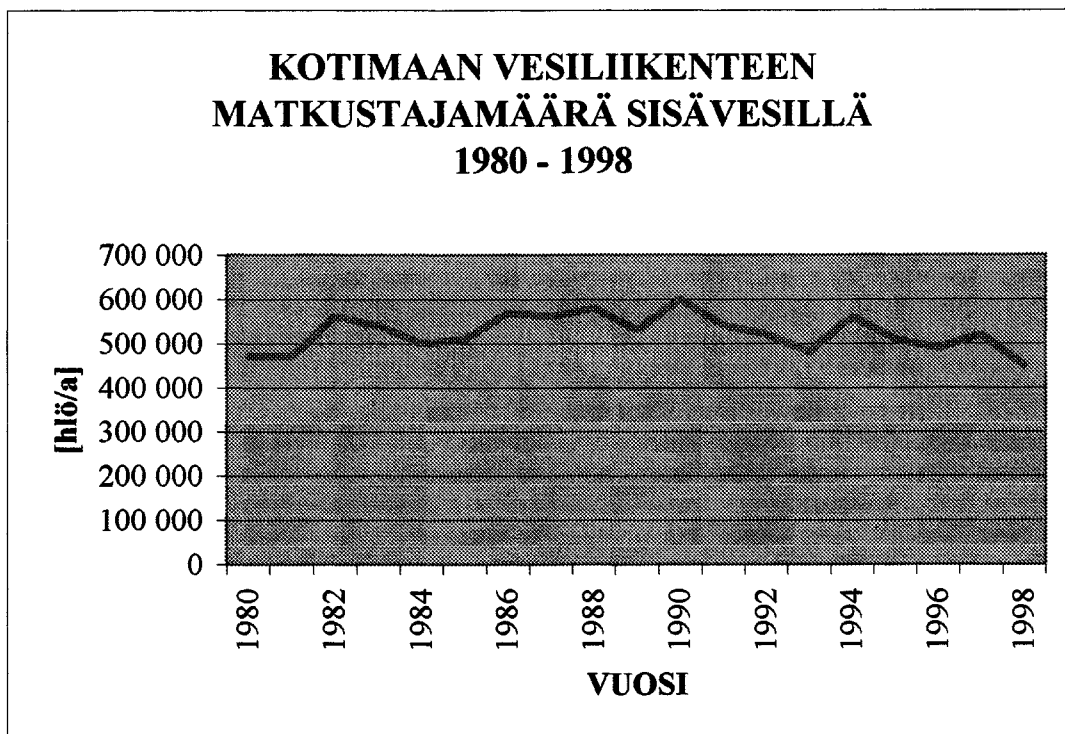
Lähde: Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1999



KOTIMAAN VESILIIKENTEN MATKUSTAJAMÄÄRÄ SISÄVESILLÄ 1980 - 1998

Vuosi	Matkustajamäärä [hlö/a]
1980	470 000
1981	470 000
1982	560 000
1983	540 000
1984	500 000
1985	510 000
1986	570 000
1987	560 000
1988	580 000
1989	530 000
1990	600 000
1991	540 000
1992	520 000
1993	480 000
1994	560 000
1995	510 000
1996	490 000
1997	520 000
1998	450 000

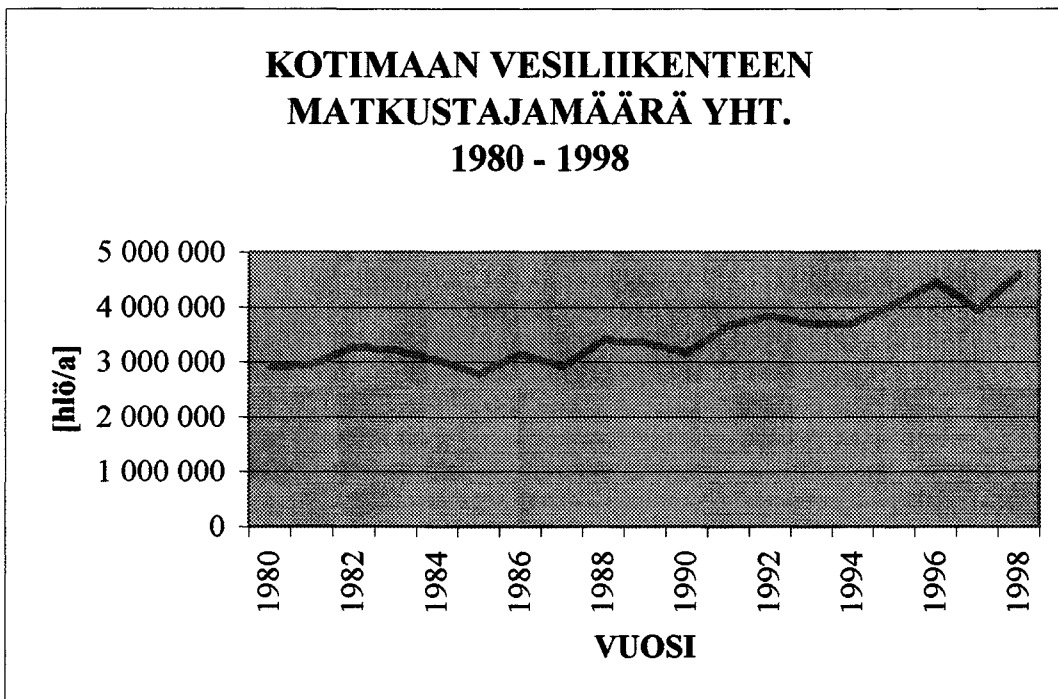
Lähde: Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1999



KOTIMAAN VESILIIKENTEEN MATKUSTAJAMÄÄRÄ YHT. 1980 - 1998

Vuosi	Matkustajamäärä [hlö/a]
1980	2 900 000
1981	2 950 000
1982	3 270 000
1983	3 210 000
1984	3 020 000
1985	2 780 000
1986	3 140 000
1987	2 910 000
1988	3 400 000
1989	3 350 000
1990	3 170 000
1991	3 660 000
1992	3 830 000
1993	3 690 000
1994	3 700 000
1995	4 040 000
1996	4 450 000
1997	3 940 000
1998	4 610 000

Lähde: Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1999

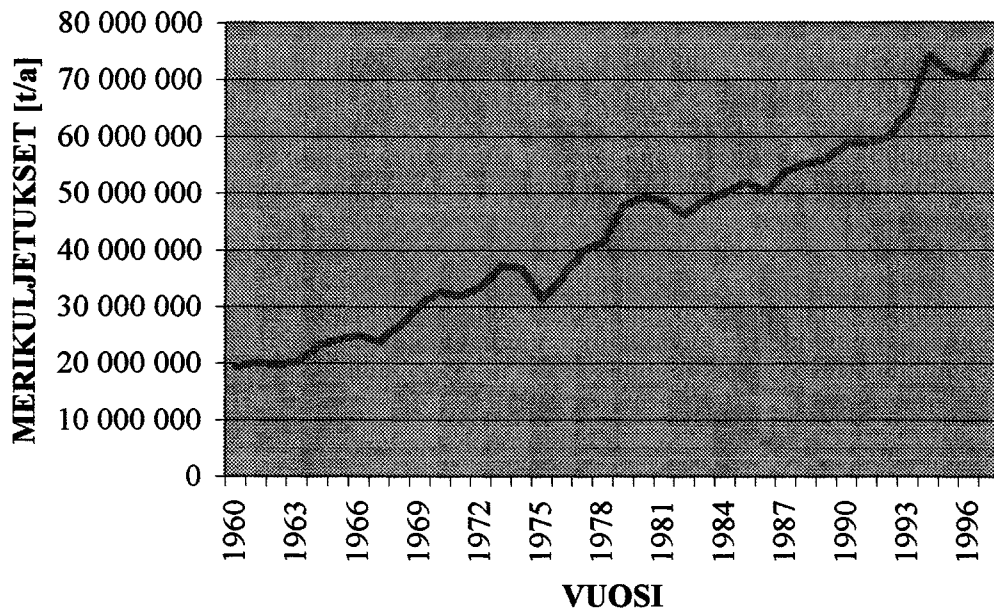


MERIKULJETUKSET SUOMEN JA ULKOMAIDEN VÄLILLÄ 1960 - 1997

Vuosi	Merikuljetukset aluksilla [t/a]
1960	19 355 180
1961	20 018 675
1962	19 855 745
1963	20 079 903
1964	23 081 391
1965	24 046 464
1966	25 041 325
1967	23 763 455
1968	26 711 587
1969	30 452 520
1970	32 539 498
1971	31 753 211
1972	33 530 412
1973	37 191 997
1974	36 746 336
1975	31 392 080
1976	35 312 779
1977	39 716 385
1978	41 361 995
1979	47 826 258
1980	49 370 132
1981	48 597 363
1982	46 299 734
1983	48 759 551
1984	50 146 912
1985	51 954 657
1986	50 192 046
1987	53 721 504
1988	55 226 919
1989	56 057 155
1990	58 871 421
1991	58 894 960
1992	59 848 529
1993	64 435 964
1994	74 243 493
1995	71 158 173
1996	70 289 411
1997	75 182 151

Lähde: Meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä 1997. Merenkululaitoksen tilastoja 4/1998

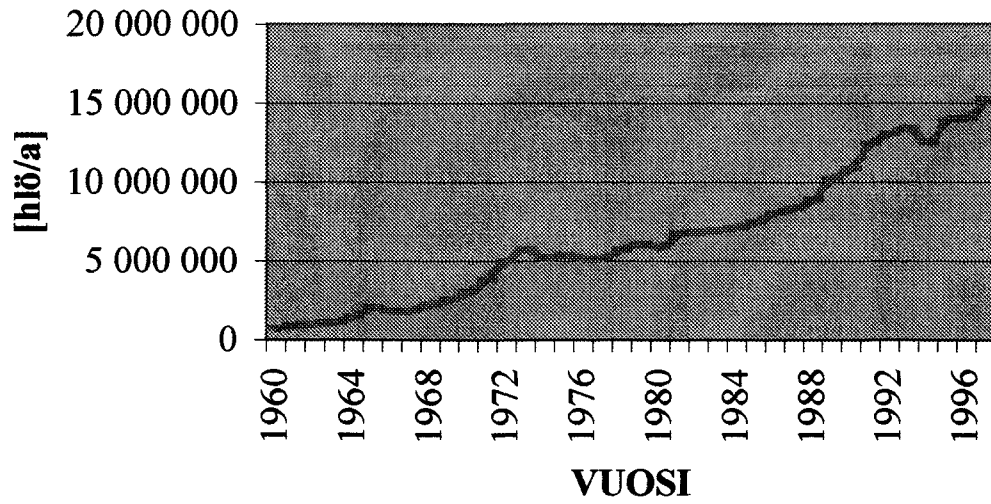
MERIKULJETUKSET SUOMEN JA ULKOMAIDEN VÄLILLÄ 1960 - 1997



MATKUSTAJAMÄÄRÄT SUOMEN JA ULKOMAIDEN VÄLILLÄ 1960 -1997

Vuosi	Matkustajamäärä [hlö/a]
1960	677 200
1961	904 600
1962	1 018 000
1963	1 039 400
1964	1 432 700
1965	2 014 100
1966	1 834 000
1967	1 865 200
1968	2 217 200
1969	2 532 600
1970	2 992 700
1971	3 812 100
1972	5 015 061
1973	5 730 700
1974	5 163 300
1975	5 387 700
1976	5 179 600
1977	5 153 500
1978	5 728 100
1979	6 099 700
1980	5 880 100
1981	6 736 200
1982	6 834 700
1983	6 933 000
1984	7 105 300
1985	7 464 300
1986	8 049 200
1987	8 329 500
1988	8 883 000
1989	10 195 100
1990	10 834 000
1991	12 390 800
1992	13 030 500
1993	13 409 700
1994	12 464 700
1995	13 910 400
1996	14 052 000
1997	15 190 800

MATKUSTAJAMÄÄRÄ SUOMEN JA ULKOMAIDEN VÄLILLÄ 1960 - 1997



REKISTERÖITYJEN VENEIDEN MÄÄRÄÄ KUVAAVA YMPÄRISTÖINDIKAATTORI

REKISTERÖIDYT VENEET YHTEENSÄ VUOTEEN 1999 RAKENNUSVUODEN MUKAAN

Vuosi	Rekisteröidyt veneet yht.
-1970	23 040
1971 - 1980	66 530
1981 - 1990	133 970
1991	139 830
1992	143 830
1993	146 690
1994	149 010
1995	151 300
1996	151 540
1997	154 710
1998	157 830
1999	159 600

Lähde: Länsi-Suomen lääninhallitus

