

Merenkululaitoksen julkaisu 3/2008

Alusliikenteen onnettomuuksien kustannukset



Merenkululaitos

Helsinki 2008
ISBN 978-951-49-2140-7
ISSN 1456-7814

Kansikuva
Onnettomuustutkintakeskus

Merenkululaitoksen julkaisuja 3/2008

Alusliikenteen onnettomuuksien kustannukset



10592



Merenkululaitos

Helsinki 2008
ISBN 978-951-49-2140-7
ISSN 1456-7814



ISBN 978-951-49-2140-7
ISSN 1456-7814
Merenkululaitos, Helsinki 2008



Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisun laji Merenkululaitoksen julkaisu	
Ramboll Finland Oy Pekka Iikkanen Mikko Mukula		Toimeksiantaja	
		Toimielimen asettamispäivämäärä	
Julkaisun nimi Alusliikenteen onnettomuuksien kustannukset			
Tiivistelmä			
<p>Selvityksessä on tarkasteltu alusliikenteen onnettomuuksien aiheuttamia haittavaikutuksia ja kustannuksia kotimaisiin ja kansainvälisiin lähteisiin perustuen. Työn lopputuloksena määritettiin onnettomuuksien keskimääräiset kustannukset Suomessa kolmen yleisimmän onnettomuustyyppin osalta, jotka ovat karilleajo ja pohjakosketus, alusten yhteentörmäys ja törmäys kiinteisiin rakenteisiin.</p> <p>Määritetyt onnettomuuskustannukset sisälsivät aineelliset vahingot, henkilövahingot, öljyntorjunnan kustannukset ja muut viranomaispalveluiden kustannukset. Lisäksi selvityksessä on esitetty menetelmiä öljypäästöjä aiheuttavien onnettomuuksien luontoon, kalastukseen, matkailuun ja alueiden virkistyskäyttöön kohdistuvien kustannusten määrittämiseksi.</p> <p>Suomessa tapahtuu 30–40 alusliikenteen onnettomuutta vuodessa. Onnettomuuksien yleisimmät pääasialliset syyt ovat inhimillinen erehdys ja ulkoiset olosuhteet kuten kova tuuli ja jääolosuhteet. Väylänpidon puutteet ovat hyvin harvoin syynä onnettomuuksiin. Onnettomuuksista aiheutuu yleensä pieniä vaurioita aluksille. Onnettomuuksien keskimääräiset kustannukset ovat 0,3–1,7 miljoonaa euroa onnettomuus- ja alustyyppistä riippuen. Keskimääräisiä kustannuksia voidaan hyödyntää erityisesti alusliikenteen turvallisuutta parantavien vesitie-investointien hankearvioinneissa. Tämä edellyttää hankekohtaista riskianalyysiä.</p> <p>Suomessa ei ole toistaiseksi tapahtunut yhtään suurta öljyonnettomuutta. Tällaisen onnettomuuden kokonaiskustannukset voivat olla jopa kymmeniä miljoonia euroja. Tämän vuoksi hankearvioinneissa on suuronnettomuuden riskiä ja sen mahdollisia vaikutuksia tarkasteltava erikseen.</p>			
Avainsanat (asiasanat) Alusliikenne, onnettomuudet, onnettomuuskustannukset			
Muut tiedot			
Sarjan nimi ja numero Merenkululaitoksen julkaisu 3/2008		ISSN 1456-7814	ISBN 978-951-49-2140-7
Kokonaissivumäärä 48	Kieli suomi	Hinta 10 €	Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja Merenkululaitos		Kustantaja Merenkululaitos	



Författare (uppgifter om organet: organets namn, ordförande, sekreterare)		Typ av publikation Anvisning	
Ramboll Finland Oy Pekka Iikkanen Mikko Mukula		Uppdragsgivare	
		Datum för tillsättandet av organet	
Publikation (även den finska titeln) Fartygstrafikens olyckskostnader Alusliikenteen onnettomuuksien kustannukset			
Sammanfattning			
<p>Utredningen granskar skadliga konsekvenser av och kostnader för olyckor relaterade till fartygstrafik utgående från inhemska och internationella källor. Resultatet av projektet är preciserade genomsnittliga olyckskostnader för de tre allmänast förekommande olyckstyperna i Finland, dvs. grundstötning och bottenkänning, kollision mellan fartyg samt kollision mellan fartyg och fasta konstruktioner.</p> <p>De definierade olyckskostnaderna omfattar materiella skador, personskador, kostnader för oljebekämpning samt kostnader för annan myndighetservice. Dessutom anges i utredningen metoder för uppskattning av de kostnader för natur, fiske, turism och områdets rekreationsanvändning, som orsakas av olyckor med oljeutsläpp.</p> <p>Årligen inträffar 30-40 olyckor i sjöfarten i Finland. De vanligaste avgörande olycksorsakerna är mänskliga misstag och yttre omständigheter, som hårda vindar och svåra isförhållanden. Olyckor orsakas mycket sällan av brister i farledshållning. Fartygen får i allmänhet obetydliga skador i olyckorna. Den genomsnittliga olyckskostnaden är 0,3-1,7 miljoner euro beroende på olycks- och fartygstyp. De genomsnittliga olyckskostnaderna kan särskilt användas vid utvärdering av farledsinvesteringar för ökad säkerhet i sjöfarten. Detta förutsätter projektspecifika riskanalyser.</p> <p>Hittills har det inte inträffat någon stor oljeolycka i Finland. Den sammanlagda kostnaden för en sådan olycka kan uppgå till tiotals miljoner euro. Risken för en storolycka och de eventuella effekterna av en sådan bör därför granskas separat i projektbedömningarna.</p>			
Nyckelord Fartygstrafik, olyckor, olyckskostnad			
Övriga uppgifter			
Seriens namn och nummer Sjöfartsverkets publikationer 3/2008		ISSN 1456-7814	ISBN 978-951-49-2140-7
Sidoantal 48	Språk finska	Pris 10 €	Sekretessgrad offentlig
Distribution Sjöfartsverket		Förlag Sjöfartsverket	

The publisher



**Finnish Maritime
Administration**

DESCRIPTION

Date of publication

4 June 2008

Authors (from body; name, chairman and secretary of the body) Ramboll Finland Oy Pekka Iikkanen Mikko Mukula		Type of publication Finnish Maritime Administration publication	
		Assigned by	
		Date when body appointed	
Name of the publication Costs of vessel traffic accidents			
<p>Abstract</p> <p>The study examines the adverse effects and costs of vessel traffic accidents, based on domestic and international sources. The end result of the work is a determination of the average costs of accidents in Finland in terms of the three most common types of accident, which are: running aground and bottom contact, vessel collisions, and collisions with fixed structures.</p> <p>The determined accident costs include material damage, personal injuries, oil-spill combating costs, and costs of other official services. In addition, the study presents methods for determining the costs to nature, fishing, tourism, and recreational use of areas from accidents that result in oil spills.</p> <p>In Finland, there are 30–40 vessel traffic accidents per year. The most common causes of accidents are human error and external factors, such as strong winds and ice conditions. Fairway maintenance shortcomings are very rarely a cause of accidents. Vessels generally suffer minor damage from accidents. The average cost of accidents is 0.3-1.7 million euros, depending on the type of accident and vessel. Average costs can be utilised particularly in project evaluations of waterway investments aimed at improving vessel traffic safety. This requires project-specific risk analysis.</p> <p>In Finland to date, there has been no large oil-spill accident. The total cost of such an accident can be up to tens of millions of euros. For this reason, in project evaluations the risk of a major accident and its possible impacts should be examined separately.</p>			
Keywords Vessel traffic, accidents, accident costs			
Miscellaneous			
Serial name and number Finnish Maritime Administration publication 3/2008		ISSN 1356-7814	ISBN 978-951-49-2140-7
Pages, total 48	Language Finnish	Price 10 €	Confidence status public
Distributed by Finnish Maritime Administration		Published by Finnish Maritime Administration	

ESIPUHE

Selvityksessä on tarkasteltu alusliikenteen onnettomuuksien aiheuttamia haittavaikutuksia ja kustannuksia kotimaisiin ja kansainvälisiin lähteisiin perustuen. Työn lopputuloksena määritettiin onnettomuuksien keskimääräiset kustannukset Suomessa kolmen yleisimmän onnettomuustyyppin osalta, jotka ovat karilleajo ja pohjakosketus, alusten yhteentörmäys ja törmäys kiinteisiin rakenteisiin. Määritetyt kustannukset sisälsivät aineelliset vahingot, henkilövahingot, öljyntorjunnan kustannukset ja muut viranomaispalveluiden kustannukset. Lisäksi selvityksessä on esitetty menetelmiä öljypäästöjä aiheuttavien onnettomuuksien luontoon, kalastukseen, matkailuun ja alueiden virkistyskäyttöön kohdistuvien kustannusten määrittämiseksi.

Selvitystä ovat ohjanneet Merenkululaitoksessa Taneli Antikainen, Jukka Valjakka ja Eero Leppäluoto (30.9.2007 asti). Selvitys on tehty Ramboll Finland Oy:ssä, jossa työstä ovat vastanneet DI Pekka Iikkanen (projektipäällikkö), FM Mikko Mukula ja DI Markus Holm.

Helsingissä kesäkuussa 2008

Merenkululaitos

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE

1. JOHDANTO	11
1.1. Selvityksen tausta	11
1.2. Selvityksen tavoitteet ja sisältö	11
2. ALUSLIIKENTEEN ONNETTOMUUDET JA NIIDEN KEHITYS	13
2.1. Onnettomuustyyppit ja määrät	13
2.2. Onnettomuuksien syyt ja tapahtumapaikat	14
2.3. Öljy- ja kemikaalipäästöjä aiheuttaneet onnettomuudet	16
3. ONNETTOMUUKSIEN VAIKUTUKSIA	17
3.1. Henkilövahingot	17
3.2. Aineelliset vahingot	17
3.3. Öljy- ja kemikaalionnettomuuden erityisvaikutukset	18
3.3.1. Vaikutusten laajuuteen vaikuttavia tekijöitä	18
3.3.2. Vaikutukset ekosysteemiin	22
3.3.3. Vaikutukset kalastukseen ja kalanviljelyyn	23
3.3.4. Vaikutukset virkistyskäyttöön ja matkailuun	23
4. ONNETTOMUUKSIEN HAITTOJEN ARVOTTAMINEN	24
4.1. Yhteiskuntataloudellinen näkökulma	24
4.2. Henkilövahinkojen kustannukset	24
4.3. Alusten korjauskustannukset	25
4.4. Lastin vaurioitumisen ja pilaantumisen kustannukset	26
4.5. Infrastruktuurille aiheutuvat kustannukset.....	27
4.6. Aluksen pelastus- ja hinauskustannukset.....	27
4.7. Öljyntorjunnan kustannukset	27
4.8. Öljy- ja kemikaalipäästöjen kustannukset.....	30
4.8.1. Kalastuksen tuottojen menetys	30
4.8.2. Matkailuelinkeinon tappiot.....	30
4.8.3. Luonto- ja virkistyskäyttöarvot	30
4.9. Muita taloudellisia vaikutuksia	31
5. KESKIMÄÄRÄISET ONNETTOMUUSKUSTANNUKSET	32
5.1. Kustannusten sisältö	32
5.2. Kustannusten määrittämismenetelmä	32
5.3. Kustannukset onnettomuustyypeittäin	34
5.4. Kustannusten käyttö hankearvioinneissa	35
6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSTARPEET	36

1. JOHDANTO

1.1. Selvityksen tausta

Aluskuljetukset ovat yksi turvallisimmista kuljetusmuodoista, sillä onnettomuuksia tapahtuu liikennesuoritteisiin nähden vähän. Tästä syystä vesiväylähankkeita koskevissa kannattavuuslaskelmissa onnettomuuskustannukset on yleensä jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Alusonnettomuuksia koskevat kustannustiedot ovat olleet myös varsin puutteellisia ja vaikeasti tulkittavia.

Alusliikenteen onnettomuuksien seuraukset voivat olla niiden vähälukuisuudesta huolimatta vakavia. Onnettomuudet pitävät aina sisällään riskin ihmisten, alusten ja lastin vahingoittumisesta. Merellä tai sisävesillä tapahtuviin onnettomuuksiin liittyy aina myös merkittävä ympäristöriski.

Alusliikenteen kasvun vuoksi onnettomuusriskien on katsottu kasvaneen erityisesti Suomenlahdella, jossa riskejä lisää vilkkaan etelä-pohjoissuuntaisen matkustaja-alusliikenteen kanssa risteävä itä-länsisuuntainen rahtialusliikenne. Huolenaiheena ovat myös Venäjän nopeasti kasvavat öljynkuljetukset. Suomenlahden vuotuiset öljynkuljetusmäärät ovat jo noin 100 miljoonaa tonnia vuodessa ja kuljetusten arvioidaan kasvavan vuoteen 2010 mennessä 190 miljoonaan tonniin.

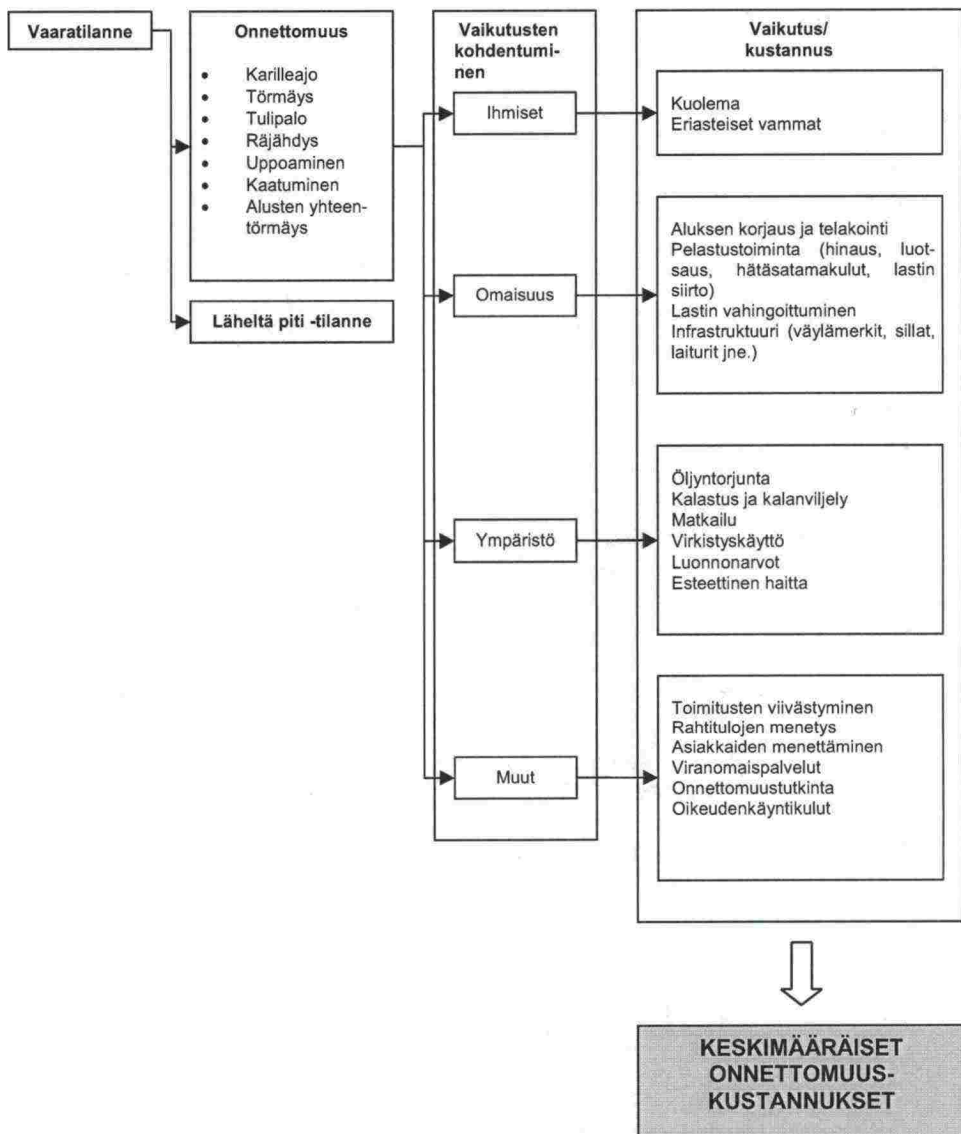
Vesiliikenteen turvallisuuden parantaminen on keskeinen osa Merenkululaitoksen toimintaa. Turvallisuuteen liittyviä näkökohtia pyritään ottamaan laajasti huomioon väylien ja turvalaitteiden suunnittelussa sekä ylläpidossa. Myös liikenteen ohjauksella ja meriliikennettä koskevalla tarkastustoiminnalla on tärkeä rooli turvallisuuden parantamistyössä.

Hankearviointeihin liittyvien tarpeiden sekä vesiliikenteen turvallisuuden ja onnettomuuksiin liittyvien ympäristöriskien merkityksen vuoksi Merenkululaitos päätti käynnistää selvityksen, joissa arvioidaan alusliikenteen onnettomuuksien vaikutuksia ja niiden yhteiskuntataloudellisia kustannuksia.

1.2. Selvityksen tavoitteet ja sisältö

Selvitys jakautuu neljään osaan: alusliikenteen tilastojen analysointi, onnettomuuksien seurausvaikutusten kuvaus, onnettomuuksien kustannusvaikutusten kuvaus ja tyyppilisten Suomessa tapahtuvien onnettomuuksien kustannusten arviointi. Selvityksen arviointikehikko on esitetty kuvassa 1.

Tässä selvityksessä onnettomuuskustannusten arvioinnin pääpaino on onnettomuuksista aiheutuvien aineellisten vahinkojen ja henkilövahinkojen arvioinnissa. Näiden vaikutusten osalta oli tavoitteena, että selvityksen pohjalta voidaan tehdä suosituksia vesiväyläinvestointien hankearvioinneissa käytettäväiksi keskimääräisiksi yhteiskuntataloudelliseksi kustannuksiksi. Onnettomuuksien luontoon, ympäristön virkistystoimintaan sekä kalastukseen ja matkailuun liittyvien vaikutusten osalta tarkastellaan arvotamismenetelmiä.



Kuva 1. Selvityksen arviointikehikko.

2. ALUSLIIKENTEEN ONNETTOMUUDET JA NIIDEN KEHITYS

2.1. Onnettomuustyytit ja määrät

Alusliikenteen onnettomuudet on Suomessa vuodesta 1990 lähtien rekisteröity Merenkululaitoksen ylläpitämään DAMA-tietokantaan. Onnettomuuksien tilastointiperiaatteissa on tapahtunut jonkin verran muutoksia, minkä vuoksi onnettomuusmäärien kehityksen arviointi pitkällä aikavälillä ei ole täysin yksiselitteistä.

Vuodesta 1978 lähtien Suomessa on ollut käytössä seuraava onnettomuustyyppi-jaoittelu:

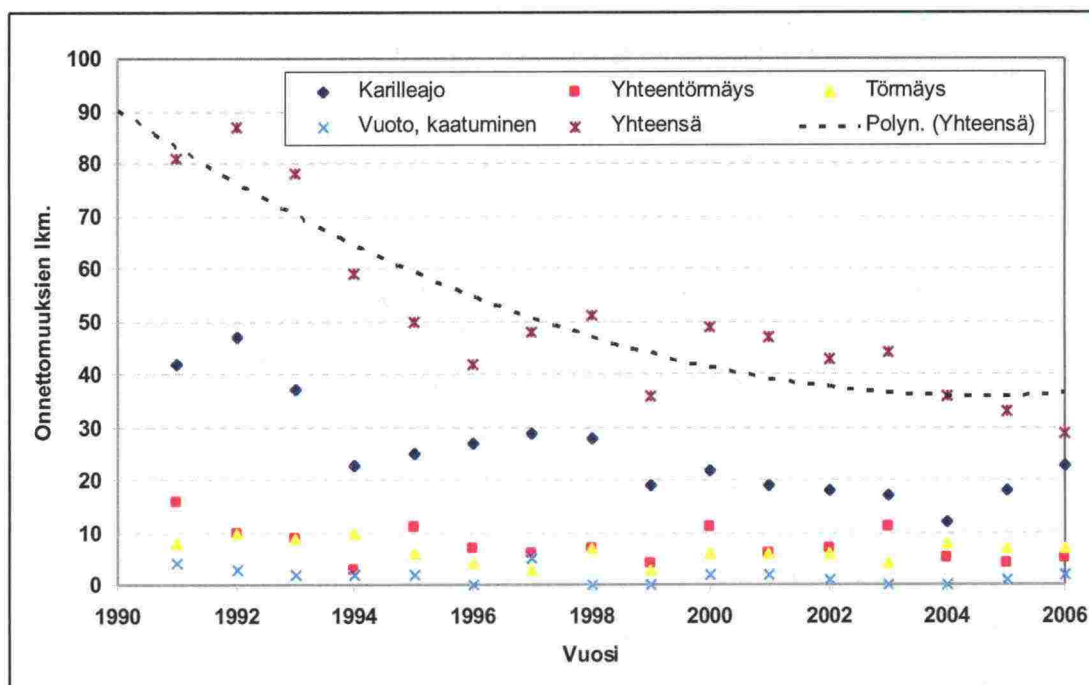
- karilleajo tai pohjakosketus
- alusten yhteentörmäys
- törmäys
- tekninen vika
- vuoto, kaatuminen
- tulipalo, räjähdys
- lastivaurio
- muu vaurio

Tässä selvityksessä tarkastellaan onnettomuuksia, joiden riskiin vesiväylien väylänpidolla, liikenteen ohjauksella, jäänmurrolla ja merikartoituksella voidaan vaikuttaa. Näitä onnettomuuksia ovat karilleajo ja pohjakosketus, alusten yhteentörmäys ja törmäys kiinteisiin rakenteisiin.

Liikenteen kasvusta huolimatta onnettomuuksien määrät ovat vähentyneet selvästi viime vuosina. Kun 1990-luvun alkupuolella tapahtui vuosittain 60–90 onnettomuutta vuodessa, on määrä laskenut 2000-luvulla 30–40 onnettomuuteen vuodessa (kuva 2). Kehityksen taustalla arvioidaan olevan mm. turvallisemmat väylät sekä parantuneet liikenteen ohjaus- ja alusten navigointijärjestelmät.

Karilleajot ja pohjakosketukset ovat selvästi yleisin onnettomuustyyppi, jonka osuus on nykyisin vajaa puolet Suomen aluevesillä tapahtuvista onnettomuuksista. Suomessa karilleajoja on yli kaksi kertaa enemmän kuin muualla Länsi- ja Pohjois-Euroopassa, mihin on syynä Suomen rannikon rikkonaisuus ja väylien kapeus. Noin puolet karilleajoista tapahtuu saaristossa tai kapealla väyläosuudella (Arola et al. 2007).

Seuraavaksi yleisimpiä onnettomuustyyppijä ovat alusten yhteentörmäys ja törmäys kiinteisiin rakenteisiin. Pieniä törmäyksiä tapahtuu erityisesti talviliikenteessä jäänmurtajien avustaessa aluksia ja alusten ajaessa jäänmurtajan avaamassa kapeassa uomassa.



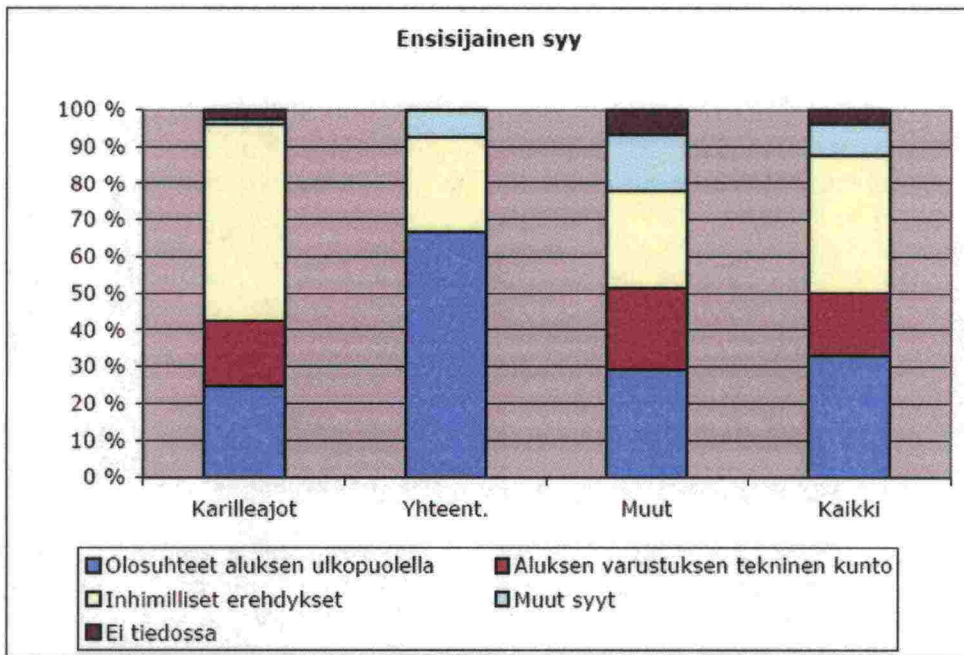
Kuva 2. Suomen vesialueilla tapahtuneet onnettomuudet 1997–2006 (Merenkulkulaitos).

2.2. Onnettomuuksien syyt ja tapahtumapaikat

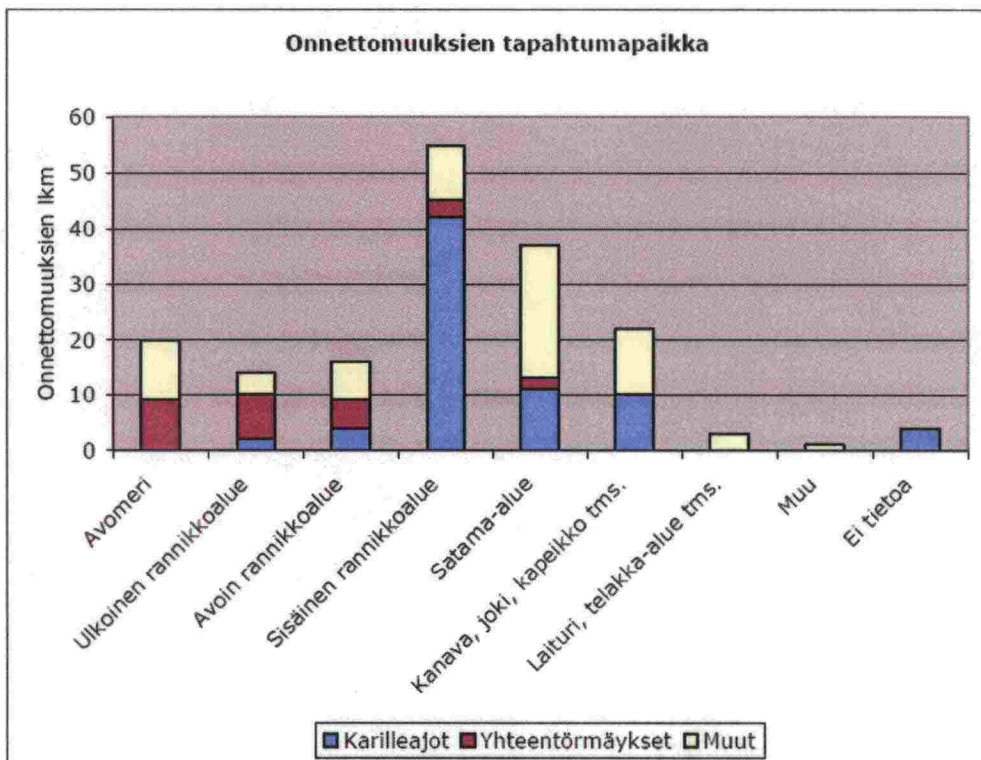
Yleisin onnettomuuden syy on inhimillinen erehdys. Kaikista vuosina 2001–2005 tapahtuneista onnettomuuksista 49 %:ssa inhimillinen tekijä oli onnettomuuden osasyynä ja 38 %:ssa onnettomuuden pääsyy. Karilleajoissa ja pohjakosketuksissa inhimillisen erehdyksen osuus pääsyy. Olosuhteet aluksen ulkopuolella olivat pääsyy. Olosuhteista aiheutuneisiin tekijöihin kuuluu esimerkiksi jäätilanteen tai tuulen vuoksi aiheutuneet onnettomuudet (kuva 3).

Väylänpitoon liittyvä puute oli pääsyy tai osasyynä vain neljässä vuosina 2001–2005 tapahtuneessa 249 onnettomuudessa. Yhteen onnettomuuteen oli syynä merikartassa esiintynyt virhe. Yhden onnettomuuden taustalla oli talven aikana siirtynyt kelluva merimerkki. Myös kahdessa muussa tapauksessa turvalaitteet (lateraalimerkit) olivat onnettomuustutkinnan perusteella saattaneet siirtyä paikoiltaan ja aiheuttaa siten aluksen ajautumiseen pois väylältä.

Suurin osa onnettomuuksista tapahtuu sisäisellä rannikkoalueella, jossa väylät ovat kapeita eikä väistöliikkeiden tekeminen ei ole aina ole mahdollista ilman karilleajon vaaraa. Tämä näkyy selvästi karilleajon ja pohjakosketusten tapahtumapaikkajakau-massa. Törmäyksiä kiinteisiin rakenteisiin tapahtuu yleisimmin satamissa, kanavissa ja muilla ahtailla väylien osilla. Alusten yhteentörmäykset ovat yleisimpiä avomerellä ja avoimella rannikkoalueella, jossa onnettomuudet liittyvät usein talvimerenkulun han-kaliin olosuhteisiin (kuva 4).



Kuva 3. Suomessa vuosina 2001–2005 tapahtuneiden onnettomuuksien syyjakauma (Merenkulkulaitos).



Kuva 4. Suomessa vuosina 2001–2005 tapahtuneiden onnettomuuksien tapahtumapaikkajakauma (Merenkulkulaitos)

2.3. Öljy- ja kemikaalipäästöjä aiheuttaneet onnettomuudet

Alusliikenteen onnettomuuksia tilastoidaan myös niiden aiheuttamien öljy- ja kemikaalipäästöjen mukaan. Vuosittain Itämerellä on tapahtunut keskimäärin 1-2 yli 35 tonnin öljyonnettomuutta vuodessa. Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana Suomessa on tapahtunut öljyonnettomuus keskimäärin kerran neljässä vuodessa. Näissä onnettomuuksissa mereen päässeen öljyn määrä on jäänyt alle 150 tonnin. Suurin Suomen aluevesillä tapahtunut onnettomuus oli Antonio Gramscin karilleajo Porvoon edustalla vuonna 1987. Tällöin mereen joutui 650 tonnia raskasta polttoöljyä. Sisävesillä (Saimaa) ei raskasta polttoöljyä saa kuljettaa lainkaan ja kevyen polttoöljyn kuljettaminen on lopetettu 1990-luvun alkupuolella.

Myös koko Itämeren alueella huomattavia (> 500 tonnin) öljyonnettomuuksia on tapahtunut vähän. Suurin onnettomuus on ollut Globe Asimin onnettomuus Liettuan rannikolla vuonna 1981. Onnettomuudessa mereen pääsi 16 000 tonnia öljyä.

HELCOM:in tilastojen mukaan Itämerellä on vuosina 1989–2007 tapahtunut vain kolme onnettomuutta, missä kemikaalia on päässyt mereen onnettomuuden seurauksena. Suurin vahinko tapahtui vuonna 1999, jolloin Volgo-Don aluksen onnettomuudessa mereen pääsi 12 m³ kemikaalia.

3. ONNETTOMUUKSIEN VAIKUTUKSIA

3.1. Henkilövahingot

Meriliikenteen onnettomuuksissa kuolee vähän ihmisiä. Onnettomuudet voivat kuitenkin olla hyvin tuhoisia, mistä esimerkkinä Estonian uppoaminen vuonna 1994, jossa menehtyi 852 henkilöä. Kuolemaan johtaneet onnettomuudet ovat seurausta lähes poikkeuksetta alusten uppoamisesta, jolloin osa miehistöstä tai matkustajista on joutunut veden varaan ja hukkunut. Hukkumisen riskiin vaikuttaa muun muassa saata- vissa oleva pelastusapu sekä alusten pelastautumisvälineet.

Tyypillisissä Suomen onnettomuuksissa kuten karilleajoissa, törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin ja lievissä yhteentörmäyksissä kuoleman tapauksia tai vakavia loukkaantumisia ei tapahdu juuri lainkaan. Esimerkiksi viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana Suomen aluevesillä tapahtuneissa karilleajoissa ei ole aiheutunut henkilövahinkoja. Sen sijaan vakavammissa yhteentörmäyksissä henkilövahinkoja tapahtuu satunnaisesti. Säiliöaluksia koskevan selvityksen perusteella henkilömenetyksen todennäköisyys vakavissa yhteentörmäyksessä on noin 10 % (Papanikolaou et al. 2005). Suomessa tilastoidut yhteentörmäykset ovat yleensä pieniä kolhuja toisen aluksen esim. jäänmurtajan kanssa, joissa henkilövahingon riski on hyvin pieni.

3.2. Aineelliset vahingot

Karille ajon ja pohjakosketuksen ja erilaisten törmäysten seurauksena syntyvät aineelliset vahingot kohdistuvat itse alukseen ja joskus myös alusten lastiin. Lastimenetykset ovat tyypillisiä onnettomuuksissa, joissa lastitilaan pääsee vettä tai lastia joutuu mereen. Lasti voi vahingoittua myös voimakkaan törmäyksen seurauksena. Onnettomuuden vuoksi myös lastin toimitus voi viivästyä niin paljon, että aikataulukriittiset tuotteet pilaantuvat.

Karilleajo

Karilleajon tai törmäyksen seurauksena syntyy yleensä runkovaurio. Onnettomuuden seurauksiin ja kustannuksiin vaikuttavat mm. karin ominaisuudet, aluksen nopeus, lastin määrä sekä aluksen pohjan rakenne ja ainepaksuudet. Karilleajoissa aluksen pohjan runkolevytykseen syntyy yleensä eriasteisia painumia ja repeämiä. Pahimmillaan koko aluksen pohja voi vaurioitua karilleajossa. Myös tukirakenteet voivat vääntyä ja aluksen pohjatankkeihin syntyä vuotoja. Karilleajossa myös anturi-, potkuri- ja peräsinvauriot ovat melko yleisiä.

Aluksen korjauskustannukset kasvavat merkittävästi mikäli vettä pääsee karilleajon yhteydessä aluksen sisälle, jolloin sähköjärjestelmä ja koneet voivat vaurioitua. Tällöin aluksen seisonta-aika telakalla yleensä pitenee. Selvityksen (Merenkululaitos 2001) mukaan Suomessa tapahtuneissa karilleajoissa on aiheutunut vähän vakavia vaurioita. Suurimmassa osassa (76 %) onnettomuuksista on syntynyt vain lieviä vaurioita.

Alusten yhteentörmäys

Merenkululaitoksen onnettomuustilastojen mukaan alusten yhteentörmäyksiä on viime vuosina tapahtunut keskimäärin hieman alle kymmenen vuodessa. Suurin osa (77 %) yhteentörmäyksiä on ollut sellaisia, joissa aluksille on aiheutunut vain lieviä vaurioita, esimerkiksi pieniä painumia alusten rakenteisiin. Vaurioiden vähäisyyttä kuvaa se, että onnettomuustutkimuskeskuksen tilastoihin on vuodesta 1997 lähtien kirjattu vain yksi maantielautan ja rahtialuksen yhteentörmäys sekä kaksi rahtialuksen ja veneen yhteentörmäystä.

Suurin osa alusten yhteentörmäyksistä Suomessa tapahtuu talviliikenteessä. Esimerkiksi vuosina 2001–2005 tilastoiduista 25 yhteentörmäyksestä 14 oli syntynyt jäämurtoavustuksessa ja seitsemän jäärännissä ajossa. Tällaisista onnettomuuksista aiheutuneiden vaurioiden vähyys selittyy osaksi alusten hiljaisilla nopeuksilla.

Törmäys kiinteisiin rakenteisiin

Alusten törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin, kuten väylien turvalaitteisiin, siltoihin tai kanavarakenteisiin voi syntyä myös vaurioita ja aiheutua kustannuksia. Esimerkiksi Saimaan kanavassa aiheutuu vuosittain melko paljon pieniä vahinkoja kanavarakenteisiin alusten törmätessä niihin.

3.3. Öljy- ja kemikaalionnettomuuden erityisvaikutukset

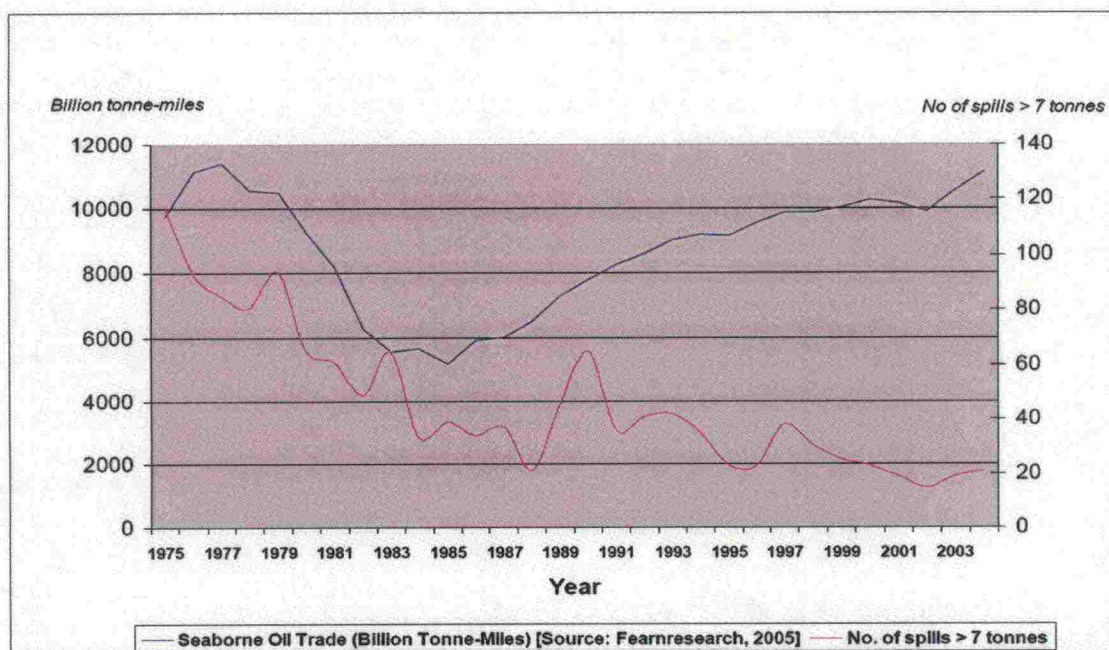
3.3.1. Vaikutusten laajuuteen vaikuttavia tekijöitä

Öljyonnettomuuden seurauksiin vaikuttavat monet tekijät kuten vuodenaika, onnettomuuspaikka, päästön määrä ja laatu sekä torjuntatoimenpiteiden tehokkuus. Suurenkin öljyonnettomuuden vaikutukset voivat jäädä melko pieniksi, jos mereen päässeet öljy pääsee haihtumaan ja hajoamaan. Toisaalta pieni onnettomuus voi olla tuhoisa, jos se tapahtuu erityisen herkkään aikaan ja herkällä alueella.

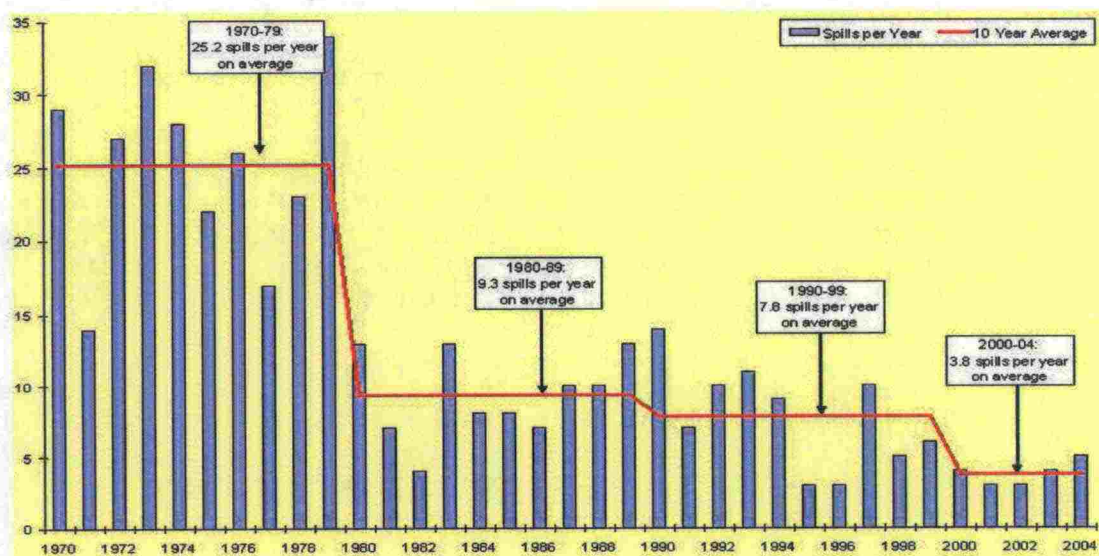
Kemikaalien vaikutuksista ihmiselle ja luonnolle on vähän tietoa, minkä vuoksi aineiden kulkeutumisesta luonnossa ja siirtymisestä ihmiseen sekä pitkäaikaisista terveysvaikutuksista tarvitaan lisäselvityksiä. Seuraavassa tarkastellaan pelkästään öljypäästöjen vaikutuksia.

Öljyvuotojen todennäköisyys

Meritse kuljetetun öljyn määrän ja säiliöalusten koon kasvusta huolimatta (kuva 5) ovat suurten yli 700 tonnin suuruisten öljypäästöjen määrät vähentyneet maailmanlaajuisesti huomattavasti. Kun 1970-luvulla suuria päästöjä aiheuttavia onnettomuuksia tapahtui keskimäärin noin 25 vuodessa, on määrä pudonnut 2000-luvulla noin neljään onnettomuuteen vuodessa (kuva 6).



Kuva 5. Öljykuljetusten kasvu suhteessa öljyonnettomuuksissa veteen joutuneen öljyn määrään (Huijer 2006).



Kuva 6. Suurten (>700 t) öljyonnettomuuksien määrä (Huijer 2006).

Myös öljyonnettomuuksissa veteen päässeen öljyn määrä on laskenut selvästi. Suurimmat onnettomuudet aiheuttavat valtaosan päästöistä. Esimerkiksi vuosina 1990–1999 oli 358 yli 7 tonnin onnettomuutta, joissa veteen pääsi öljyä yhteensä 1 140 000 tonnia. Tästä öljymäärästä 830 000 tonnia (73 %) aiheutui kymmenen suurimman onnettomuuden seurauksena.

Selvityksessä (Safetec UK 1999) on arvioitu onnettomuustilastojen perusteella säiliöalusten lastitankki- ja polttoainetankkivuodon todennäköisyyttä. Selvityksen mukaan karilleajossa polttoainevuodon todennäköisyys on 30 % ja yhteentörmäyksessä 13 %. Polttoainevuodot ovat pieniä, sillä vain hyvin suurten alusten polttoainetankkien koko ylittää 1000 tonnia. Keskimääräisen vuodon suuruus karilleajossa on ollut 25 tonnia. Suomea koskevien viimeaikaisten tilastojen perusteella polttoainevuodon todennäköi-

syys onnettomuustilanteessa on paljon edellä mainittua pienempi. Tilastojen mukaan Suomessa on tapahtunut kymmenen viime vuoden aikana noin 200 karilleajoa, joista yhdessäkään tapauksessa ei ole tapahtunut öljyvuotoa (MKL, SYKE). Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana viidessä onnettomuudessa on päässyt mereen keskimäärin 30 tonnia.

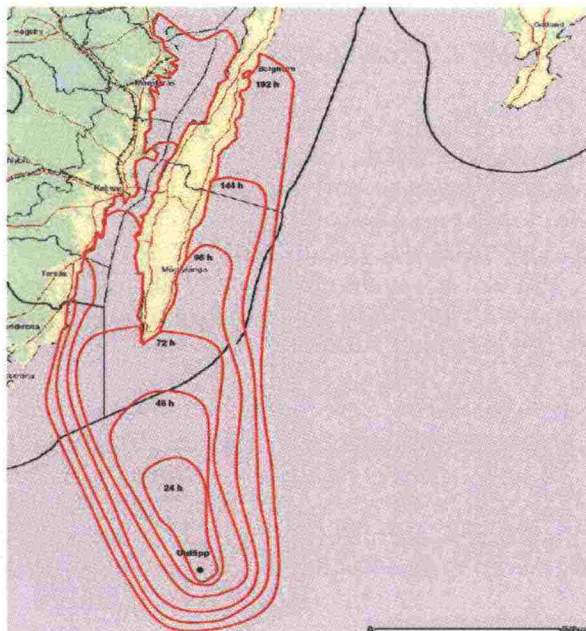
Selvityksen (Safetec UK 1999) mukaan säiliöaluksen lastivuodon todennäköisyys yhteentörmäyksessä on 39 % ja karilleajossa 12 %. Neste Oilin mukaan säiliöaluksen öljyvuodon riski karilleajotilanteessa oli 1990-luvun alkupuolella kymmenen prosentin luokkaa (Sukselainen & Rytönen 1994). Nykyisin riski on todennäköisesti tätä pienempi alusten kaksoisrungon yleistymisen vuoksi. Norjalaisen selvityksen (Jean-Hansen 2003) mukaan säiliöaluksen öljyvuodon suuruus karilleajotilanteessa on suoraan riippuvainen aluksen koosta ja todennäköinen öljypäästö on 1/48 eli noin 2,1 % aluksen lastin määrästä. Selvityksessä (Herbert Engineering Corp. 1998) on päädytty hieman pienempään lukuun (1,6 % lastin koosta). Selvityksen (Papanikolaou et al. 2005) mukaan säiliöalusten karilleajoissa on öljyä päässyt mereen keskimäärin noin 800 tonnia ja yhteentörmäyksissä keskimäärin noin 100 tonnia.

Vuodenaika ja sääolosuhteet

Suomessa keväällä tapahtuvat öljyonnettomuudet olisivat kaikkein vaikeimpia. Öljy hajoaa ja haihtuu hitaasti kylmässä vedessä, jolloin vaarana on sen leviäminen laajalle alueelle. Keväällä tapahtuva öljyvahinko vaikuttaa koko ekosysteemin toimintaan häiritsemällä monien eliöiden lisääntymistä. Öljy tuhoaa muun muassa kalojen kutua ja niiden kutupaikkoja. Lintujen pesimäkauden aikana tapahtuva öljyonnettomuus saattaa romahduttaa alueen lintukannat. Haitallisoin on kevät- tai syysmuuton aikana tapahtuva onnettomuus, jolloin lintuja voi kerääntyä paljon pienelle alueelle. Lisäksi keväällä öljyn kerääminen rannoilta häiritsee lintujen pesintää.

Öljyntorjunnan kannalta jäästä on sekä hyötyä että haittaa. Jää hidastaa öljyn leviämistä, jolloin öljyä ehtii haihtua ja hajota enemmän. Esimerkiksi Antonio Gramscin onnettomuudessa öljylautta pysyi jäiden takia pitkään keskellä Suomenlahtea, jolloin huomattavia määriä öljyä haihtui ja pisaroitui vesipatsaaseen. Toisaalta jään alle kulkeutunutta öljyä on vaikea paikantaa ja sen kerääminen nykytekniikalla on jäiden seasta hankalaa.

Mereen joutunutta öljyä on melko helppo kerätä, kun sääolosuhteet ovat suotuisat ja öljyn leviämien laajalle alueelle on saatu estettyä. Kova tuuli hankaloittaa öljyn keräämistä ja voi nopeuttaa sen kulkeutumista rannikolle. Öljypäästölle altistuvan alueen laajuutta on vaikea ennustaa etukäteen, sillä merivirrat ja tuuli voivat kuljettaa öljyä kauas onnettomuuspaikalta (kuva 7).



Kuva 7. Esimerkki tuulen vaikutuksesta öljyonnettomuuden vaikutusalueeseen (Forsman 2006).

Öljyn laatu

Säiliöaluksissa kuljetetaan erilaisia öljytuotteita, joiden ominaisuudet vaikuttavat ratkaisevasti veteen päästessään onnettomuuden seurauksiin ja tätä kautta aiheutuviin kustannuksiin. Kevyet öljytuotteet haihtuvat veteen joutuessaan nopeasti. Haihtumisaika on mm. öljyn tyypistä, tuulesta, aallokosta ja lämpötilasta riippuvainen. Toisaalta kevyet öljytuotteet ovat raskaita myrkyllisempiä, arvioiden mukaan 10–100 kertaa vahingollisempia kuin esimerkiksi raakaöljy. Raskaat öljyt taas tukahduttavat eliöitä.

Raakaöljy leviää nopeasti meren pinnalla ja siitä haihtuu nopeasti kevyitä ainesosia. Veteen joutunut raskas polttoöljy jähmettyy ja on haihtumatonta. Raskasöljy on hyvin pysyvää, minkä vuoksi se voi ajautua kauas onnettomuusalueelta ja saastuttaa laajoja alueita.

Onnettomuuspaikka

Öljypäästön tapahtumapaikka vaikuttaa oleellisesti onnettomuuden haittoihin. Avomerellä tapahtuvan öljyonnettomuuden seuraukset jäävät yleensä pienemmiksi kuin rannikon läheisyydessä tapahtuvan onnettomuuden. Avomerellä öljyn haihtumisen ja veteen sekoittumisen vuoksi sen volyyymi pienenee ja liikaava vaikutus vähenee. Tällöin myös rannikolla on aikaa valmistautua torjuntatyöhön enemmän ja kalustoa voidaan mahdollisesti keskittää vahinkojen torjunnan kannalta tärkeisiin kohtiin. Toisaalta avovesialue ja voimakas tuuli vaikeuttavat öljyn keräämistä ja nopeuttavat sen leviämistä rannikolle.

3.3.2. Vaikutukset ekosysteemiin

Hydrografisten ja ekologisten ominaispiirteiden vuoksi Itämeren ekosysteemi on erityisen herkkä öljy- ja kemikaalionnettomuuksille. Itämeri on matalaa murtovesialuetta, jolloin pitoisuudet pysyvät korkeina, koska vesimäärä on vähäinen ja veden vaihtuvuus hidasta. Valtameriin verrattuna Itämeren eliömäärä on pieni ja ravintoketjut yksinkertaisia. Lajiköyhässä ympäristössä yhdenkin lajin katoamisella voi olla vakavia seurauksia. Monet Suomenlahdella esiintyvät uhanalaiset lajit ovat riippuvaisia öljylle alttiista rantavyöhykkeestä ja pahimmassa tapauksessa voivat hävitä Suomen lajistosta kokonaan öljyvahingon seurauksena.

Myös pohjalle vajonneen öljyn hajoaminen on hidasta, sillä hajoamiseen tarvittava happi on vähissä yhä enenevässä määrin Itämeren pohja-alueilla. Lisäksi Suomessa öljyntorjuntaa vaikeuttavat saaristo ja rannikon rikkonaisuus sekä talvisin pimeys, kylmyys ja jää. Itämeressä on paljon alueita, jotka ovat luonnonsuojelullisesti arvokkaita ja samalla vilkkaasti liikennöityjä. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on nimennyt Itämeren erityisen herkkäksi merialueeksi, joka tarvitsee erityissuojelua.

Öljyvahingon vaikutukset näkyvät monilla tavoin luonnossa. Öljyn vaikutukset eliöihin ovat paljolti näiden elinympäristöstä ja -tavoista riippuvaiset. Osa öljystä on vesiliukoista ja vedessä akuutisti myrkyllistä. Välittömän kuoleman lisäksi öljy aiheuttaa eliöille soluvaurioita, sairauksia, kehityshäiriöitä ja lisääntymisongelmia. Osa öljyn aiheuttamista haittavaikutuksista on pitkäaikaisia sekä huomaamattomampia ja aiheuttavat öljyn kerääntymisestä mereen ja eliöstöön. Jotkut öljyn sisältämät myrkylliset yhdisteet rikastuvat ravintoketjussa, jolloin myrkkyyvaikutukset heijastuvat myös alueille, joita öljy ei näkyvästi saastuta.

Eri lajien öljyinsietokyky vaihtelee paljon. Suurimmat öljyn aiheuttamat vahingot kohdistuvat merilintuihin, kaloihin, pohjaeliöihin ja rantojen eliöstöön. Lintutuhot ovat näkyvä ja tunnettu öljyvahinkojen seuraus. Maailmanlaajuisesti tarkasteltuna linnut ovat kärsineet eniten öljyonnettomuuksista. Esimerkiksi yhdyskunnittain pesivien harvinaisten lajien kohdalla haittavaikutukset voivat olla todella merkittäviä. Jo muutamman neliösentin kokoinen öljytahra höyhenpeitteessä vähentää sen eristävyttä ja aiheuttaa linnun paleltumiskuoleman kun meriveden lämpötila on alhainen. Öljyn tahrима lintu ei myöskään kykene lentämään ja hankkimaan ravintoa. Lisäksi ruoansulatuskanavaan joutunut öljy aiheuttaa suoraan akuutteja myrkytysvaikutuksia linnuille. Vuonna 1984 tapahtuneen Eiran onnettomuuden seurauksena veteen pääsi 200 tonnia raskasta polttoöljyä, jonka seurauksena 3000–3600 linnun arvioitiin kuolleen.

Öljy tukahduttaa rannoilla kasvillisuutta, jolloin samalla monien lajien elinympäristö voi tuhoutua. Paikallisia kasvien alalajeja voi hävitä kokonaan, jolloin geneettistä materiaalia häviää pysyvästi. Plankton on herkkä öljyn vaikutuksille. Haittoja on vaikea arvioida, koska planktonin runsaus ja lajistollinen koostumus vaihtelevat luonnostaan paljon. Planktonin nopean elinkierron vuoksi öljyn vaikutukset eivät kuitenkaan ole kovin merkittäviä tai pitkäaikaisia.

Vesi- ja rannikkoluonnon toipuminen öljyonnettomuudesta voi kestää muutamasta viikosta useisiin vuosiin. Vedessä elävät eliöt toipuvat öljystä yleensä suhteellisen nopeasti, mutta pohjan ja rantojen eliöstön toipuminen öljytuhosta on hitaampaa. Vesiekosysteemin lajisto voi muuttua pitkäksi ajaksi öljykatastrofin seurauksena. Lajin äkillinen tai vähittäinen katoaminen aiheuttaa muutoksia lajien välisissä suhteissa ja ravintoketjun rakenteessa. Suuret öljyonnettomuudet sisältävät aina myös riskin, että jotain peruuttamatonta tapahtuu. Alaskan luonto ei ole vielä kukaan toipunut täysin vuonna 1989 tapahtuneesta Exxon Valdezin öljyonnettomuudesta.

3.3.3. Vaikutukset kalastukseen ja kalanviljelyyn

Öljyonnettomuus vaikuttaa sekä suoraan että välillisesti ravintoketjun kautta kalakan-
toihin. Aikuisilla kaloilla on ilmeisesti kyky välttää öljyyntyneitä alueita, mutta kalojen
nuoruusvaiheet ovat herkkiä öljyn vaikutuksille, minkä vuoksi onnettomuusajankoh-
dalla on suuri merkitys eri kalalajien kärsimiin vahinkoihin. Kudun lisäksi öljy tuhoaa
myös kalojen kutualueita, joiden elpyminen voi viedä kauan. Öljy voi aiheuttaa kaloi-
sa haju- ja makuhaittoja.

Kalastus kielletään yleensä joksikin aikaa saastuneella alueella, jolloin kalastuselinkei-
non harjoittaminen alueella keskeytyy. Kalastajien tulot voivat vähentyä myös saaliin-
den vähenemisen, kalojen kysynnän väheneminen ja hinnan laskun seurauksena. Öljy
voi aiheuttaa vahinkoa myös kalankasvatukselle. Prestigen öljyonnettomuuden on ar-
vioitu vaikuttaneen suoraan noin 30 000 kalastuselinkeinojen parissa työskentelevään
ihmisen toimeentuloon. Onnettomuusalueen kalasaaliit ovat vähentyneet noin viiden-
nekseen onnettomuuden jälkeen. Yleensä öljyonnettomuuden vaikutukset kalastuk-
seen jäävät kuitenkin lyhytaikaisiksi (Garcia 2003)

3.3.4. Vaikutukset virkistyskäyttöön ja matkailuun

Öljyonnettomuuden seurauksena voi tahrinua rantoja jopa satoja kilometrejä vähen-
tään rantojen ja vesistön virkistyskäyttöarvoa. Vaikutukset voivat olla pitkäaikaisia,
sillä Suomen olosuhteissa öljy voi säilyä luonnossa useitakin vuosia. Öljyn tahrimat
rannat voivat pienentää väliaikaisesti myös rantatonttien arvoa. Suorien ympäristöön
kohdistuvien haitallisten vaikutusten lisäksi öljypäästöt vaikuttavat epäsuorasti virkis-
tyskäyttöön esteettisten arvojen vähenemisen kautta.

Öljyonnettomuus haittaa usein myös saastuneen rannikkoalueen matkailuelinkeinoa.
Esimerkiksi Prestigen saastuttamilla alueilla oli onnettomuuden jälkeen arviolta keski-
määriin 10 % vähemmän turisteja (Caballero 2003). Matkailutulojen vähenemisellä on
taloudellisia kerrannaisvaikutuksia myös muihin alueen elinkeinoihin kuten kauppaan
ja koko alueen taloudelliseen kehitykseen.

4. ONNETTOMUUKSIEN HAITTOJEN ARVOTTAMINEN

4.1. Yhteiskuntataloudellinen näkökulma

Hankearvioinneissa tarkasteltavat alusliikenteen onnettomuuksien kustannukset ovat yhteiskuntataloudellisia kustannuksia. Osa onnettomuuksien haittavaikutuksista on sellaisia, joille on olemassa rahamääräinen (markkinahintainen) arvo. Osa haittavaikutuksista on sellaisia, joille ei ole olemassa markkinahintaista raha-arvoa, mutta ne voidaan muuttaa rahaksi jollakin hyväksyttävällä menetelmällä kuten maksuhalukkuutta käyttäen.

Rahamääräisiä vaikutuksia ovat aluksille, lastille ja kiinteille rakenteille aiheutuvat vahingot, osa henkilövahingoista (mm. tuottavuuden menetykset ja sairaanhoitokulut) sekä onnettomuuksiin liittyvien viranomaispalveluiden (pelastus jne.), hinauksen ja öljyntorjunnan ja keräilyn kustannukset. Onnettomuuksista aiheutuvia öljy- ja kemikaalipäästöjen kalastukselle ja matkailulle aiheutuvia haittoja voidaan myös periaatteessa mitata rahassa, mutta käytännössä se on hankalaa, sillä päästöjen vaikutukset ovat aina tapauskohtaisia. Matkailua koskevat haittavaikutukset eivät välttämättä ole kokonaan yhteiskuntataloudellisia kustannuksia, sillä vaikutukset jäävät yleensä paikallisiksi. Valtakunnan tasolla matkailun haitat jäävät todennäköisesti pienemmiksi.

Onnettomuuksien vaikutuksia, joille ei ole olemassa markkinahintaisia rahamääräisiä mittareita ovat henkilövahinkojen inhimilliset tekijät ja onnettomuuksista aiheutuvien öljy- ja kemikaalipäästöjen vaikutukset vesistöjen ja rannikon virkistyskäyttöön, luontoon ja maisemaan.

4.2. Henkilövahinkojen kustannukset

Suomessa on liikenne- ja viestintäministeriö hyväksynyt tieliikenteen onnettomuuksien yhteiskuntataloudellisten kustannusten arvottamisessa käytettävät henkilövahinkojen yksikkökustannukset, jotka perustuvat Tiehallinnon kehittämään arvottamismenetelmään. Henkilövahingot on niiden seurausten perusteella luokiteltu seuraavasti:

- kuollut,
- pysyvästi vammautunut,
- tilapäisesti vammautunut,
- vammautunut keskimäärin.

Onnettomuuksista aiheutuvat kustannukset lasketaan kahtena osana: onnettomuuden aiheuttamat reaalitytöidelliset menetykset ja hyvinvoinnin menetykset eli riskiarvo. Henkilövahingon taloudellisia kustannuksia ovat mm.

- onnettomuuden uhrin tuotantopanoksen menetys,
- sairaanhoitokulut,
- hallintokulut (vakuutusyhtiöt, poliisi, pelastuslaitos, oikeuslaitos) ja
- aikaistuneet hautajaiset.

Tuotantopanoksen menetys on laskettu nettoperiaatteella. Keskimääräisestä bruttokansantuotteesta per henkilö on ensiksi vähennetty yksityisen kulutuksen osuus ja erotus on tämän jälkeen jaettu työvoiman määrällä. Lisäksi on otettu huomioon henkilön todennäköisyys kuulua työvoimaan ja todennäköisyys kuolla muuhun syyhyyn ennen eläkeikää.

Onnettomuudessa kuolleen ja 100-prosenttisesti invalidisoituneen henkilön tuotanto menetetään kokonaan onnettomuushetken ja eläkeiän väliseltä ajalta. Keskimäärin

tuotanto menetetään 32 vuoden ajalta. Pysyvästi vammautuneiden henkilöiden tuotannonmenetysarvioissa on otettu huomioon myös vammojen vakavuusaste. Tilapäisesti vammautuneiden tuotannonmenetykset on laskettu onnettomuuden aiheuttamiin sairaspäivien mukaan.

Hyvinvoinnin menetykset lasketaan yksilöllisen maksuhalukkuuden perusteella eli henkilövahingon aiheuttaman aineettoman hyvinvoinnin menetyksen arvo on suhteessa siihen, mitä ovat valmiita maksamaan henkilövahinkojen riskin pienentämisestä.

Alusliikenteen onnettomuuksissa kuolleen yhteiskuntataloudellinen kustannus on rinnastettavissa tieliikenteessä kuolleen arvon arvoon (1 752 000 €/kuolema). Tätä arvoa käytetään yhtäläisyyden vuoksi myös rautatieliikenteen onnettomuuksissa. Loukkaantumisten vakavuusasteesta alusliikenteessä ei ole tietoa, mutta se on todennäköisesti lievempi kuin tieliikenteessä. Tieliikenteessä vakavasti loukkaantuneen kustannus on 986 000 € ja lievästi loukkaantuneen kustannus 44 300 € (taulukko 1).

Taulukko 1. Tieliikenteessä käytettävien henkilövahinkojen yksikköarvot (Tiehallinto 2005).

Onnettomuuden seuraus	Kustannus (€)
Kuolema	1 752 000
Pysyvä vamma	986 000
Vaikea tilapäinen vamma	227 000
Lievä tilapäinen vamma	44 300
Tilapäinen vamma keskimäärin	135 000
Keskimääräinen vamma	221 000

4.3. Alusten korjauskustannukset

Karilleajon aiheuttamat korjauskustannukset ovat lähes suoraan verrannolliset vaihdetun teräksen määrään (Soronen-Ojanen 2008). Mikäli aluksen laitteet ja koneet pääsevät kastumaan nousevat korjauskustannukset kuitenkin merkittävästi. Asiantuntija-arvioihin perustuen korjauskustannus on noin 2 500 euroa vaihdettua terästonnia kohden (Kujala 2008). Telakoinnista ja aluksen korjauksesta syntyy myös muita kustannuksia. Esimerkiksi aluksen tankit on yleensä tyhjennettävä, jotta pohjaa voidaan hitsata ja alukselle on järjestettävä palovartiointi.

Pohjoismaisen merivakuutusyhtiön (Swedish Club) laajaan aineistoon perustuen alusten korjauskustannukset ovat olleet vuosina 1998–2008 karilleajo-onnettomuuksissa keskimäärin 1,1 milj. \$, alusten yhteentörmäyksessä keskimäärin 0,80 milj. \$ ja törmäyksissä keskimäärin 0,25 milj. \$. Luvut pitävät sisällään myös aluksen telakoinnin kustannukset ja pelastuskustannukset (taulukko 2).

Taulukko 2. Vakuutuksista maksettujen alusten keskimääräiset korjauskustannukset onnettomuustyypeittäin 1998–2007 (lähde: Swedish Club).

Onnettomuustyyppi	n	Kustannukset yhteensä (milj.\$)	Keskiarvo (milj.\$)
Karilleajo	231	262	1,10
Alusten yhteentörmäys	250	201	0,80
Törmäys	273	66	0,25
Tulipalo, räjähdys	40	55	1,40
Konevika	985	296	0,30
Sää	116	21	0,20
Muu	196	85	0,45

Suurimmat aineelliset vahingot syntyvät, jos aluksesta tulee hylky. Vuonna 2006 bulkkialuksen arvo oli keskimäärin 700 \$/dwt ja säiliöaluksen 850 \$/dwt (IUMI¹ 2007). Alusten täydellisestä menetyksestä aiheutuneita kustannuksia voidaan arvioida myös Merenkululaitoksen julkaisun 'Aluskustannukset 2006' esitettyjen alusten uushankintahintojen perusteella (Merenkululaitos 2006).

Sisävesiliikenteen onnettomuuksista on saatavissa hyvin niukasti tietoa. Reinjoen liikennettä koskevan selvityksen (van Donselaar & Carmighelet 2001) mukaan lievistä onnettomuuksista aiheutuneet alusten korjauskustannukset ovat olleet 4 000–44 000 euroa (keskiarvo 24 000 €). Vakavien onnettomuuksien kustannusten arvioitiin olleen 220 000–300 000 euroa.

4.4. Lastin vaurioitumisen ja pilaantumisen kustannukset

Tyypillisissä karilleajoissa ja pienissä yhteentörmäyksissä ja törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin aiheutuvat lastivahingot ovat yleensä vähäisiä tai niitä ei aiheudu lainkaan. Suomessa on karilleajotilanteessa tapahtunut lastivahinko viimeksi vuonna 1998, kun kuivalastialus Gerdasta putosi neljä konttia mereen. Sen sijaan aluksen kaatumiseen tai uppoamiseen johtaneissa onnettomuuksissa lastivahingot ovat yleensä merkittävät. Tällaiset vahingot ovat kuitenkin harvinaisia. Niiden taustalla on useimmiten lastin liikkuminen.

Lastivahingon suuruus on riippuvainen lastin määrästä ja ominaisuuksista. Vahingon suuruuden voidaan arvioida korreloivan alustyyppin ja aluksen kantavuuden kanssa. Roro- ja konttialusten lasti on yleensä huomattavasti arvokkaampaa kuin kuivabulk- ja säiliöalusten lasti.

Lastivauriokustannuksia määritettäessä voidaan soveltaa Tullihallituksen tilastoista laskettuja yksikköarvoja eri tuotteille ja raaka-aineille. Keskimäärin lastin arvo meriliikenteessä vuonna 2006 oli 1 120 €/tonnia. Kaksikymmentäjalkaisen kontin sisältämän lastin keskimääräinen arvo oli noin 44 000 dollaria.

Taulukko 3. Lastin yksikköarvoja (Tullihallitus 2006).

Tavaralaji	Arvo (€/t)
Elintarvikkeet	840
Raaka-aineet	370
Puutavara	360
Paperimassa	420
Malmit ja metalliromu	510
Poltto- ja voiteluaineet	520
Kemialliset aineet ja tuotteet	790
Valmistetut tavarat valmistusaineittain	930
Puu- ja korkkituotteet (ei huonekalut)	920
Paperi- ja pahvituotteet	610
Rauta ja teräs	1190
Kojeet, laitteet ja kuljetusvälineet	14400
Erinäiset tavarat	5280
Keskimäärin	1120

¹ International Union of Marine Insurance

Kaikesta merellä tapahtuvasta omaisuuden pelastamisesta maksetaan palkkio, vaikka lasti ei vaurioituisikaan. Pelastuspalkkio ei voi ylittää pelastetun omaisuuden arvoa, mutta se voi kuitenkin olla jopa 100 % pelastetun omaisuuden arvosta. Pelastuspalkkion suuruus riippuu mm. lastin ja aluksen arvosta, pelastustyön onnistumisesta sekä pelastustyöhön käytetystä ajasta ja erikoiskalustosta. Suomessa tapahtuneissa merionnettomuuksissa on tehty yleensä pelkkä hinaussopimus pelastusyhtiön kanssa.

4.5. Infrastruktuurille aiheutuvat kustannukset

Aineellisia vahinkoja voi syntyä myös alusten törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin, kuten laitureihin, väylien turvalaitteisiin tai siltoihin. Suomen merialueilla edellä mainitut vahingot ovat kuitenkin suhteellisen harvinaisia. Suomenlahdella on viime vuosien aikana tapahtunut kaksi reunamerkkiin törmäystä. Merenkululaitoksen mukaan toisen törmäyksen aiheuttamat kustannukset olivat vuoden 2008 rahan arvossa mitattuna noin 300 000 euroa ja toisen noin 100 000 euroa.

Saimaan kanavassa tapahtuu vuosittain useita lieviä törmäyksiä kanavarakenteisiin. Merenkululaitoksen mukaan näiden kustannukset ovat vaihdelleet muutamasta sadasta eurosta noin 30 000 euroon.

Väylillä tapahtuvien törmäysten lisäksi törmäyksiä tapahtuu satamissa satamalaitureihin. Näiden törmäysten aiheuttamat vauriot ovat yleensä vähäisiä.

4.6. Aluksen pelastus- ja hinauskustannukset

Onnettomuuteen joutuneet alukset tarvitsevat pelastus-, karilta irrotus- ja hinauspalveluita. Viranomaisten toimesta hoidettavia pelastuspalveluita ovat mm. alusten etsintä, miehistön pelastustoiminta, aluksen kunnon tarkastus ja onnettomuuksien tutkinta. Onnettomuuden tutkinnan kustannukset ovat tapauskohtaisia. Suuronnettomuuden tutkinta voi kestää vuosia ja siitä aiheutuvat kustannukset voivat olla jopa miljoonia euroja. Varustamoille kustannuksia voi syntyä myös vakuutuskorvauksiin liittyvistä oikeudenkäynneistä.

4.7. Öljyntorjunnan kustannukset

Onnettomuudessa veteen joutuva öljyn tai kemikaalin poistaminen vedestä ja rannoilta on kallista. Öljyntorjunnan ja veteen päässeeseen öljyn keräilyn ja käsittelyn kustannukset muodostuvat mm. seuraavista toimenpiteistä:

- toimenpiteet öljyvahingon ennaltaehkäisemiseksi
- varsinainen öljyntorjunta
 - öljyn keräys
 - kerättyjen öljyjätteiden käsittely
 - ympäristön ennallistaminen.

Öljyntorjunnan valmiuskustannukset

Öljyonnettomuuksien ennaltaehkäisy on hyvin tärkeää Itämeren kaltaisessa herkässä ekosysteemissä. Suomessa on tällä hetkellä 15 öljyntorjuntaan soveltuvaa alusta. Vuonna 2009 valmistuu uusi monitoimialus, joka sijoitetaan Itäiselle Suomenlahdelle.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) huolehtii ympäristöministeriön alaisuudessa öljy- ja kemikaalivahinkojen torjunnasta. SYKE:llä on sopimus Varustamoliikelaitoksen, Meri-

voimien ja Rajavartiolaitoksen kanssa ympäristövahinkojen torjunnasta. Varustamoliikelaitoksen kaikki yhdeksän väylänhoitoalusta on varustettu öljyntorjuntalaitteistolla ja nykyisen sopimuksen aiheuttama kustannus SYKE:lle on noin 2 milj. euroa vuodessa. Alusten keräyskapasiteetti yhteensä on noin 1900 m³/vrk, joten valmiuden vuotuiset kustannukset ovat noin 1050 euroa/m³.

Merivoimien kahden öljyntorjunta-aluksen kustannus on ollut keskimäärin noin 0,5 milj. euroa vuodessa. Alusten vuorokautinen keräyskyky on yhteensä 1500 m³, joten valmiuden vuotuiset kustannukset ovat noin 330 euroa/m³. Merivartioston kolmen vartiolaivan kustannukset koostuvat vain alusten käytöstä.

Suomen öljyntorjunnan vuotuiset valmiuskustannukset ovat suuruusluokaltaan noin 2,5 milj. euroa. Varustamoliikelaitoksen osalta kustannukset riippuvat siitä, miten paljon aluksia pystytään hyödyntämään muissa tehtävissä. Samoin kunnossapitokustannusten vaihtelu sekä SYKE:n tehtäviin varattujen käyttöpäivien määrä vaikuttavat merkittävästi vuotuisten kustannusten suuruuteen (Suomen ympäristö 41/2007).

Varsinainen öljyntorjunta

Vaikka aluksesta ei vuotaisi öljyä veteen, onnettomuuspaikalle hälytetään yleensä öljyntorjuntakalustoa aluksen karilta irrotukseen liittyvien riskien vuoksi. Puhdistuksesta kertyy öljynsekaista jätettä moninkertainen määrä aluksesta mereen päässeeseen öljyn määrään verrattuna. Tämän jätteen kuljettaminen ja hävittäminen aiheuttavat myös kustannuksia.

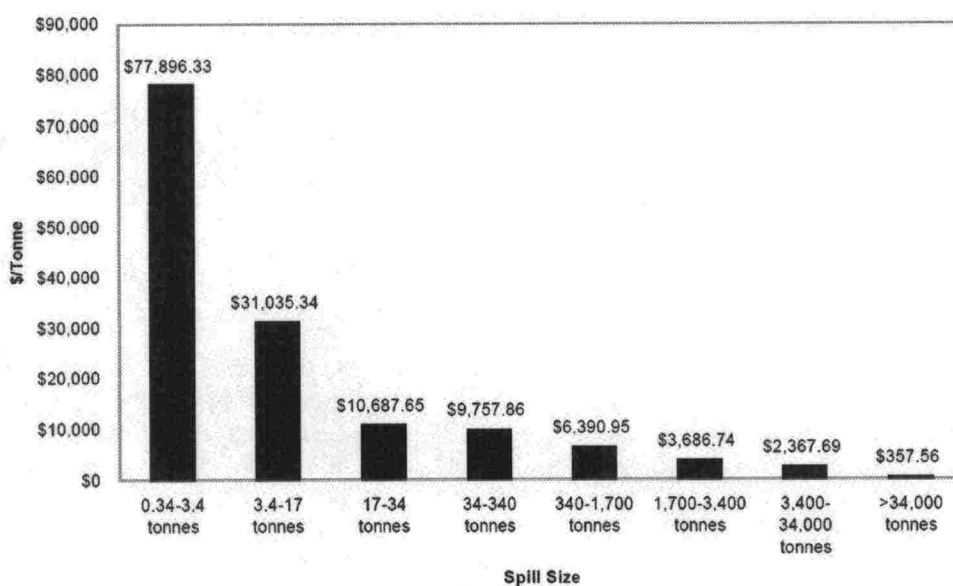
Jolman (2008) mukaan Suomessa ei ole tehty kattavaa selvitystä öljyntorjunnan kustannuksista. Jolman arvion mukaan öljyn poistaminen rannalta on kymmenen kertaa kalliimpaa kuin öljyn poistaminen vedestä ja sata kertaa kalliimpaa kuin öljyn pumpaaminen onnettomuusalueesta. Kustannukset vaihtelevat kuitenkin tapauskohtaisesti. Norjalaisessa selvityksessä (Jean-Hansen 2003) öljyntorjuntakustannuksiksi on arvioitu noin 8 000 euroa/tonni. Ruotsin rannikkovartioston tilaston mukaan öljyntorjunta Ruotsissa on maksanut keskimäärin myös noin 8 000 euroa/tonni. Etkinin (2000) mukaan öljyntorjuntakustannukset ovat olleet Euroopassa keskimäärin noin 11 000 \$/tonni.

Etkinin (2000) kehittämän kaavan mukaan öljyn puhdistamisen yksikkökustannuksiin vaikuttavat eniten öljyn tyyppi ja määrä sekä onnettomuusalueen maantieteellinen sijainti ja alueen ominaispiirteet. Esimerkiksi Suomessa lukuisat saaret merkitsevät pitkää saastumiselle altistuvaa rantaviivaa. Torjuntakustannukset riippuvat paljolti päästön etenemisestä ja öljyn kulkeutumisesta rantaan. Öljyn poistaminen rannoilta on työläämpää, vaikeampaa ja selvästi kalliimpaa. Yksikkökustannukset laskevat selvästi, veteen joutuneen öljyn määrän suhteen, koska öljyntorjuntakaluston mobilisoinnin kiinteät kustannukset öljytonnia kohden laskevat öljymäärän kasvaessa (kuva 8).

Etkinin (2000) öljyntorjuntakustannuksia esittävä laskentakaava on seuraavaa muotoa:

$$C_T = C_{av} \times c \times D \times O \times M \times T \times a \times A,$$

C_T	öljyn puhdistamisen kokonaiskustannus
C_{av}	keskimääräinen puhdistamisen yksikkökustannus
c	korjauskerroin
D	etäisyys rannikolta
O	saastuneen rannan pituus
M	pääasiallisin puhdistusmenetelmä
T	öljyn tyyppi
a	öljyn määrän kerroin
A	öljyn määrä



Kuva 8. Öljyntorjunnan yksikkökustannukset aluksesta vuotaneen öljyn määrän suhteen (Etkin 2000).

4.8. Öljy- ja kemikaalipäästöjen kustannukset

Onnettomuudet, joissa veteen päässeen öljyä tai kemikaaleja aiheuttavat haittaa kalastukselle, vesistöjen ja rantojen virkistyskäytölle, matkailulle ja luonnonarvoille. Näistä vaikutuksista ei ole olemassa kattavia selvityksiä. Vaikutukset ovat kuitenkin aina tapauskohtaisia vahingon laajuudesta, veteen päässeen aineen vahingollisen aineen ominaisuuksista ja tapahtumapaikan ympäristöstä riippuvaisia. Tässä yhteydessä tarkastellaan käytettyjä menetelmiä tällaisten vaikutusten rahamääräiseksi arvottamiseksi.

4.8.1. Kalastuksen tuottojen menetys

Öljy- tai kemikaalipäästöjen haittavaikutuksia kalastukselle voidaan arvioida menetettyjen saaliiden markkina-arvon esimerkiksi kilohinnan perusteella. Haittojen rahamääräisen arvon määrittämiseksi tarvitaan lisäksi arviot kalakannan vähenemisestä ja sen vaikutuksista saaliiden määrään.

Kansainvälisiin öljyonnettomuuksia koskeviin selvityksiin perustuen ammattikalastukselle aiheutuva tappiona voidaan pitää 20 % vuotuisesta saastuneen alueen kalansaa- liista. Tämä huomioi pienentyneet saaliit sekä rajoittuneet kalastusmahdollisuudet ja laskeneen kysynnän.

4.8.2. Matkailuelinkeinon tappiot

Öljy- ja kemikaalionnettomuuksien turismille aiheuttamat tappiot muodostuvat pienentyneestä matkailun volyymistä ja sen palveluiden käytöstä ja myynnistä aiheutuvi- en tulojen vähenemisestä. Suomessa tällaisia selvityksiä ei ole tehty. Ruotsissa öljy- onnettomuuden vaikutuksia matkailuun on arvioitu ns. turismin herkkyyksindeksillä, jopa perustuu mm. matkailun jalostusarvoon sekä yöpymisvuorokausiin alueella. Me- netelmän mukaan öljyonnettomuuden aiheuttamat kustannukset matkailulle lasketaan kaavalla, jossa parametreina ovat saastuneen rantaviivan pituus ja vahinkoaste. Ruot- sin Itämeren puoleisella rannikolla indeksin arvoksi on arvioitu keskimäärin noin 50 euroa saastuneen rantaviivan metriä kohti.

4.8.3. Luonto- ja virkistyskäyttöarvot

Öljy- ja kemikaalionnettomuuksien ympäristön virkistyskäytölle ja luonnonarvoille ai- heuttamien haittojen arvottamiseen on käytetty yleisesti maksuhalukkuusmenetelmää tai esitettyjä korvausvaatimuksia. Maksuhalukkuusmenetelmässä tiedustellaan ihmis- ten halukkuutta maksaa tai vaatia korvauksia jonkun ympäristötekijän muutoksesta. Tulokset perustuvat tutkimustilannetta varten luotuihin kuvitteellisiin markkinoihin ja niillä tehtyihin päätöksiin. Menetelmässä voidaan selvittää kahdenlaisia arvostuksia. Yksilö voi toimia ostajana, jolloin häntä pyydetään määrittelemään kuinka paljon hän maksaisi ympäristön tilassa tapahtuvasta parannuksesta tai sen heikkenemisen estä- misestä. Toisaalta häntä voidaan pyytää toimimaan myyjänä, jolloin häneltä kysytään, kuinka paljon hänelle pitää maksaa, jotta hän olisi valmis luopumaan ympäristön ny- kyisestä laadusta. Maksuhalukkuus määritellään tutkimuksen kohderyhmän tekemien valintapäätösten perusteella.

Matkakustannuksiin perustuvaa menetelmää on käytetty ympäristön virkistyskäyttö- arvojen määrittämisessä. Menetelmässä ympäristön virkistysarvot määritellään virkis- täytymispalvelujen edellyttämien matkakustannusten perusteella. Matkakustannus-

menetelmän perusajatus on, että tietyn virkistysalueen käyttämisestä aiheutuneet matkakustannukset kuvaavat virkistyskäytön taloudellista arvoa. Käytännössä tässäkin menetelmässä on kyse maksuhalukkuudesta, sillä käyttöarvo nähdään periaatteessa arvona, joka ollaan valmiita maksamaan alueen käytöstä.

Saastuneen ympäristön vaikutuksia maan, asuntojen ja kiinteistöjen arvoihin voidaan selvittää myös tutkimalla erilaisissa ympäristöissä olevien kiinteistöjen hintoja. Tällöin voidaan arvioida, kuinka paljon ympäristön laatu selittää hyödykkeen hinnanvaihtelua.

Ekologisia luontoarvoja koskevien muutosten arviointi rahassa on hankalaa. Suomen luonnonsuojelulaissa on määritelty rauhoitettujen eliölaajien ohjeelliset arvot, minkä perusteella voidaan tehdä jonkinlaisia arvioita öljyonnettomuuden ympäristökustannuksista. Arvot perustuvat eliöiden lisääntyvän kannan suuruuteen, lajien uusiutumiskykyyn ja suojelutarpeeseen. Periaatteessa, mitä harvinaisempi laji on, sitä arvokkaammaksi se katsotaan. Ekosysteemin kannalta harvinaiset lajit eivät kuitenkaan usein ole läheskään niin tärkeitä kuin jotkut yleisemmät niin sanotut avainlajit, joiden olemassa olostaan monet muut lajit ovat riippuvaisia.

4.9. Muita taloudellisia vaikutuksia

Varustamojen tulojen menetykset

Telakalla tapahtuvat alusten korjaukset aiheuttavat laivojen rahtaajille rahtitulojen menetyksiä (matkustaja-aluksia koskevista telakoinneista myös matkalippu- ja myyntitulojen menetyksiä). Toisaalta laivojen rahtaajat säästävät aluksen käyttökustannuksissa ja toiset rahtaajat voivat lisätä tulojaan kuljetusten siirtyessä näiden aluksiin. Yhteiskuntataloudellisissa laskelmissa tarkasteltava kuljetusten tuottajien (rahtaajien) tulojen ja menojen erotus eli tuottajan ylijäämä ei välttämättä siten muutu lainkaan.

Lastinantajalle aiheutuvat kustannukset

Varustamojen vakuutukset kattavat onnettomuuksissa tuhoutuvan lastin arvon. Lastinmenetyksestä tai onnettomuuden aiheuttamasta viivästyksestä voi aiheutua lastinantajalle ja lopulliselle asiakkaalle välillisiä kustannuksia, joita vakuutukset eivät välttämättä kata. Tällaisia voivat olla esimerkiksi tuotantolaitosten käyttökatkokset tai tuotannossa tarvittavan raaka-aineen tai muun materiaalin tuhoutumisen tai myöhästymisen vuoksi.

5. KESKIMÄÄRÄISET ONNETTOMUUSKUSTANNUKSET

5.1. Kustannusten sisältö

Lähdeaineiston pohjalta arvioitiin Suomessa tapahtuvien alusliikenteen onnettomuuksien keskimääräisiä kustannuksia yleisimpien onnettomuustyyppien osalta, jotka ovat karilleajo ja pohjakosketus, alusten yhteentörmäys ja törmäys kiinteisiin rakenteisiin. Alusten yhteentörmäysten kustannuksiin ei kuitenkaan sisällytetty talvimerenkulkuun liittyvien lievien yhteentörmäysten kustannuksia.

Määritetyt onnettomuuskustannukset koskevat kaikkia kauppamerenkulun aluksia lukuun ottamatta öljypäästöjen torjuntakustannuksia sekä henkilövahinkojen kustannuksia. Öljyntorjuntakustannukset on määritetty erikseen säiliöalukselle onnettomuuksiin liittyvän lastivuotoriskin vuoksi. Esitettävät henkilövahinkojen kustannukset eivät koske matkustaja-alusten onnettomuuksia, joissa henkilövahinkoriski on rahdialuksia suurempi. Riskin suuruudesta ei kuitenkaan ole tutkittua tietoa.

Määritetyt onnettomuuksien kustannukset muodostuvat seuraavista osakustannuksista:

- onnettomuuksista aiheutuvat henkilövahingot
- aluksille aiheutuvat aineelliset vahingot ja alusten pelastuskustannukset (alusten irrotus, hinaus- ja korjauskustannukset)
- lastivahingot
- viranomaispalvelujen kustannukset (öljyntorjunta-, tutkinta- yms. kustannukset).

Määritettyjen kustannusten ulkopuolelle jäävät seuraavat onnettomuuksien haitat:

- matkustaja-alusten henkilövahingot
- kustannukset kalastukselle ja matkailulle
- luontoarvojen menetykset
- ympäristön virkistyskäytön haitat.

5.2. Kustannusten määrittämismenetelmä

Kustannusten määrittämisen lähtökohtana olivat erilaisten onnettomuuksien henkilövahinkoriskit (loukkaantuneita tai kuolleita/onnettomuus), aluksille ja lastille tilastojen ja tutkimusten perusteella aiheutuneet vahingot, alusten keskimääräiset pelastuskustannukset sekä öljypäästöjen todennäköisyys, todennäköisen vuodon suuruus ja keskimääräinen torjuntakustannus päästötonnia kohti.

Henkilövahingot

Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana Suomen aluevesillä ei ole sattunut yhtään henkilövahinkoihin johtanutta karilleajoa. Henkilövahinkoriski on olemassa lähinnä yhteentörmäyksissä. Suomessa tyypilliset alusten väliset yhteentörmäykset ja törmäykset kiinteisiin rakenteisiin ovat suurimmaksi osaksi lieviä, joissa loukkaantumisia tapahtuu harvoin. Henkilövahinkojen keskimääräinen kustannus on siten hyvin pieni.

Alusten korjaus ja pelastus

Alusten korjauksista, irrotuksesta ja hinauksesta aiheutuvat keskimääräiset kustannukset ovat vuoden 2008 tasossa vakuutusyhtiö Swedish Clubin maksamiin korvauksiin perustuen karilleajossa noin 1,1 milj. euroa, alusten yhteentörmäyksessä noin 0,8 milj. euroa ja törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin noin 0,25 milj. euroa. Yksittäisissä onnettomuuksissa kustannukset voivat vaihdella esitetyistä keskiarvoluvuista huomattavasti.

Lastivahingot

Lastille Suomen onnettomuuksissa aiheutuvat vauriot ovat hyvin harvinaisia, minkä vuoksi niiden kustannukset onnettomuutta kohti ovat hyvin pienet.

Öljyntorjuntakustannukset

Kansainvälisten tutkimusten ja Suomen onnettomuuksia koskevien arvioiden perusteella polttoainevuodon todennäköisyys karilleajo- ja yhteentörmäystilanteessa on noin 10 % ja keskimääräinen veteen päässeen öljyn määrä noin 50 tonnia öljyonnettomuutta kohti. Kansainvälisten tutkimusten perusteella öljypäästön keskimääräisenä torjuntakustannuksena käytetään 10 000 euroa/tonni. Keskimääräinen polttoainevuodon öljyntorjuntakustannus on tällöin 50 000 euroa onnettomuutta kohti ($=0,1 \cdot 50 \text{ tonnia} \cdot 10 \text{ 000 euroa/tonni}$).

Vastaavasti kansainvälisten tutkimusten perusteella säiliöaluksen lastivuodon todennäköisyys karilleajo-onnettomuuksissa on noin 10 %, alusten yhteentörmäyksessä noin 40 % ja törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin lähes 0 %. Keskimääräinen säiliöaluksen lasti on Suomen liikenteessä noin 25 000 tonnia (lastisuunnassa noin 50 000 tonnia). Keskimääräisenä lastivuodon suuruutena on karilleajossa käytetty 2 % (1000 tonnia) aluksen lastin määrästä ja yhteentörmäyksessä 0,5 % (250 tonnia) aluksen lastin määrästä.

Edellä esitettyihin arvioihin perustuen lastivuodoista aiheutuvat öljyntorjuntakustannukset ovat säiliöaluksen karilleajossa 500 000 euroa ($=0,1 \cdot 0,02 \cdot 25 \text{ 000 tonnia} \cdot 10 \text{ 000 euroa/tonni}$) ja yhteentörmäyksissä 500 000 euroa ($=0,4 \cdot 0,005 \cdot 25 \text{ 000 tonnia} \cdot 10 \text{ 000 euroa/tonni}$).

Muut viranomaispalvelujen kustannukset

Muista viranomaispalvelujen kustannuksista ei ole käytettävissä Suomessa tilastotietoja. Kustannusten suuruus on tämän vuoksi määritetty arvioperusteisesti. Käytetty arvio on 50 000 euroa onnettomuutta kohti.

5.3. Kustannukset onnettomuustyypeittäin

Karilleajo ja pohjakosketus

Karilleajon ja pohjakosketuksen kokonaiskustannus on säiliöaluksilla 1,7 milj. euroa ja muilla kauppamerenkulun aluksilla 1,2 milj. euroa (taulukko 4).

Taulukko 4. Karilleajon ja pohjakosketuksen aiheuttamat keskimääräiset kustannukset.

Kustannuslaji	Muu alus (euroa)	Säiliöalus (euroa)
Henkilövahingot	-	-
Korjaus- ja pelastuskustannukset	1 100 000	1 100 000
Lastivahingot	-	-
Öljyntorjuntakustannukset	50 000	550 000
• polttoainevuoto	50 000	50 000
• lastivuoto	-	500 000
Muut viranomaispalvelujen kustannukset	50 000	50 000
Yhteensä	1 200 000	1 700 000

Alusten yhteentörmäys

Alusten yhteentörmäysten kokonaiskustannus on säiliöaluksilla 1,4 milj. euroa ja muilla kauppamerenkulun aluksilla 0,9 milj. euroa (taulukko 5).

Taulukko 5. Alusten yhteentörmäyksen aiheuttamat keskimääräiset kustannukset (ei koske pieniä talvimerenkulun avustustehtäviin liittyviä onnettomuuksia).

Kustannuslaji	Muu alus (euroa)	Säiliöalus (euroa)
Henkilövahingot	-	-
Korjaus- ja pelastuskustannukset	800 000	800 000
Lastivahingot	-	-
Öljyntorjuntakustannukset	50 000	550 000
• polttoainevuoto	50 000	50 000
• lastivuoto	-	500 000
Muut viranomaispalvelujen kustannukset	50 000	50 000
Yhteensä	900 000	1 400 000

Törmäys kiinteisiin rakenteisiin

Alusten kiinteisiin rakenteisiin kohdistuvien törmäysten kokonaiskustannus on kaikilla kauppamerenkulun aluksilla 0,3 milj. euroa (taulukko 6).

Taulukko 6. Alusten törmäysten kiinteisiin rakenteisiin aiheuttamat keskimääräiset yhteiskuntataloudelliset kustannukset.

Kustannuslaji	Muu alus (euroa)	Säiliöalus (euroa)
Henkilövahingot	-	-
Korjaus- ja pelastuskustannukset	250 000	250 000
Lastivahingot	-	-
Öljyntorjuntakustannukset	-	-
Muut viranomaispalvelujen kustannukset	50 000	50 000
Yhteensä	300 000	300 000

5.4. Kustannusten käyttö hankearvioinneissa

Edellä esitettyjen keskimääräisten onnettomuuskustannusten käyttö hankearvioinneissa edellyttää onnettomuusmäärien muutosten arviointia toisin sanoen, kuinka paljon hanke vähentää tai lisää erilaisia alusliikenteen onnettomuuksia. Käytännössä tämä edellyttää hankkeen riskianalyysin toteuttamista. Hankkeen vaikutukset onnettomuuskustannuksiin saadaan tämän jälkeen kertomalla onnettomuusmäärien muutokset onnettomuustyyppin keskimääräisellä yksikkökustannuksella.

Esimerkki

Hankkeen arvioidaan vähentävän keskimäärin 0,8 rahtialuksen karilleajoa vuodessa. Säästyvät onnettomuuskustannukset ovat tällöin 0,96 milj. euroa vuodessa (=0,8*1,2 milj. euroa).

Päällekkäisen laskennan välttäminen

Onnettomuuskustannusten sisällyttäminen vesitieinvestointien hankearvionteihin, edellyttää päällekkäisen laskennan välttämiseksi alusten vakuutusmaksujen poistamista aluskustannuksista. Merenkulkulaitoksen julkaisun 'Aluskustannukset 2006' mukaan vakuutusmaksujen osuus on 1,25 % aluksen hankintahinnasta vuodessa. Lukuun sisältyvät pelkästään alukseen kohdistuvat vakuutukset (mm. kasko ja laivanomistajan vastuuvakuutus P&I). Esimerkiksi noin 50 000 dwt:n kokoisen säiliöaluksen lähtöhinnaksi on esitetty 28,8 milj. euroa, josta 1,25 % on 360 000 euroa.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSTARPEET

Työn keskeinen tavoite oli alusliikenteen onnettomuuksien keskimääräisten kustannusten määrittäminen. Tämä osoittautui hankalaksi tehtäväksi. Erityisenä syynä tähän olivat alusliikenteen onnettomuuksien kustannustietojen vaikea saatavuus. Suomessa on yksittäisistä onnettomuuksista saatavissa jonkin verran kustannustietoa, mutta tilastollisesti luotettavaa ja kattavaa tietoa onnettomuuksien kustannuksista ei ole käytettävissä tieliikenteen onnettomuuksien tapaan. Lisäksi Suomessa onnettomuuksia tapahtuu niin harvoin, että tilastollisesti luotettavien keskimääräisten kustannusten laskeminen ei ole mahdollista. Tilastoaineiston kattavuuden parantamiseksi tarkastelujaksoa ei voida rajattomasti kasvattaa, koska yleinen meriturvallisuus ja alustekniikka ovat kehittyneet paljon viime vuosina ja lisäksi kustannukset ovat muuttuneet. Ongelmana on myös tietoihin liittyvät salassapitovelvollisuudet.

Onnettomuuksien aineellisten vaurioiden määrittämisessä käytettiin kansainvälisten vakuutusyhtiöiden aineistoja. Käytetyt vakuutusyhtiöiden tilastot perustuvat laajaan onnettomuusaineistoon, joten niiden tilastollinen luotettavuus on hyvä. Ongelmana on kuitenkin, ettei käytettävissä ollut tarkkaa tietoa vakuutusyhtiöiden maksamien korvausten sisällöstä ja omavastuiden suuruudesta. Myöskään tietojen soveltuvuudesta Suomen onnettomuuskustannusten arviointiin ei ole täyttä varmuutta. Merkittävimmät epävarmuudet koskevat alusten pelastus- ja öljyntorjuntakustannuksia sekä muita viranomaispalvelujen kustannuksia. Nämä jouduttiin määrittämään osittain arviopeusteisesti.

Tässä selvityksessä esitettyjä alusliikenteen onnettomuuskustannuksia tulee tarkentaa kaikilta osin, erityisesti kuitenkin öljyntorjunta- ja viranomaiskustannusten osalta. Jatkotutkimuksia tarvitaan myös tämän selvityksen ulkopuolelle rajattujen öljyonnettomuuksien ympäristölle, kalastukselle, matkailulle ja virkistyskäytölle aiheuttamien kustannusten arviointia varten. Näissä tutkimuksissa voidaan soveltaa tässä selvityksessä esitettyjä menetelmiä.

Määritetyt keskimääräiset onnettomuuskustannukset edustavat Suomessa tapahtuneita onnettomuuksia, joissa on yleensä aiheutunut vain pieniä vaurioita aluksille. Selvityksessä määritettyjä keskimääräisiä onnettomuuskustannuksia voidaan käyttää vesitie-investointien hankearvioinneissa. Onnettomuuskustannusten erillinen tarkastelu voi tuoda lisäarvoa lähinnä turvallisuutta selvästi parantavien hankkeiden kuten väylän oikaisujen tarkasteluissa.

Suomessa ei ole toistaiseksi tapahtunut yhtään huomattavia öljypäästöjä aiheuttanutta suuronnettomuutta, jonka kustannukset voivat kymmeniä kertoja keskimääräisiä onnettomuuskustannuksia suuremmat. Tämän vuoksi hankearvioinneissa on suuronnettomuuden riskiä ja sen mahdollisia vaikutuksia tarkasteltava erikseen.

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus

Arola, T., Jalonen, R., Kujala, P. 2007. Meriliikenteen paikkatiedon tilastointi ja hyödyntäminen Suomenlahden meriturvallisuudessa. Laivalaboratorio M-294.

Caballero, M. J., 2003. "The Prestige Disaster. One year on". Greenpeace Spain, Madrid

van Donselaar, P., Carmigchelt, H. 2001. Container transport on the Rhine, Marginal cost case study. Infrastructure, environmental and accident costs for Rhine container shipping.

Etkin, D. 2000. Worldwide Analysis of Marine Oil Spill Cleanup Cost Factors. Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar

Forsman, B. 2006. Socioekonomiska effekter av store oljepåslag – Scenariostudier för Halland, Skåne, Blekinge, Och Kalmar län. SSPA Rapport 2006 4238-1.

Garcia, R. 2003. The Prestige: One year on, a continuing disaster. WWF.

Herbert Engineering Corp. 1998. Oil outflow analysis for a series of double hull tankers. Raportti 9749-1.

Huijer, K. 2006. Trends in oil spills from tanker ships 1995-2004. ITOFF.

IUMI 2007. IUMI 2006 shipping statistics.

Jean-Hansen, V., 2003. Skipstrafikken i området Lofoten – Barentshavet. Transportøkonomisk institutt, 644/2003.

Merenkulkulaitos 2007. Alusonnettomuusanalyysi 2001–2007. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 5/2007.

Merenkulkulaitos 2006. Aluskustannukset 2006. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 1/2006.

Merenkulkulaitos 2001. Onnettomuusanalyysi 1990–2000. Karilleajot ja yhteentörmäykset. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 7/2001.

Papanikolaou, A., Eliopoulou, E., Alissafaki, A., Aksu, A., Tuzcu, C., Delautre, S., Mikellis, N. 2005. Critical Review of AFRAMAX Tankers incidents. Teoksessa: Baker, E., Evans, S., Foster-Smith, J., Incecik, A., Mesbani, A. (toim.). ENSUS 2005: 3rd International Conference on Marine Science and Technology for Environmental Sustainability.

Safetec UK 1999. Identification of Marine Environmental High Risk Areas (MEHRAs) in the UK. Doc. ST-8639-MI-Rev01.

Sukselainen, J. & Rytönen, J. 1994. Kustannus/hyöty-analyysi Saaristomerelle suunnitellulle meriliikenteen hallinta- ja informaatiojärjestelmälle. VTT. Raportti VALC29.

Tiehallinto 2005. Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2005.

Suulliset tiedonannot

Kalervo Jolma, Suomen ympäristökeskus, 4.2.2008

Mirja Soronen-Ojanen, Codan Marine Services 4.2.2008

Pentti Kujala, TKK laivalaboratorio 21.2.2008

