LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
School of Energy Systems
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

DIPLOMITYÖ

ÖLJYNTORJUNTA HELSINGIN PELASTUSLAITOKSELLA – TALOUDELLISET RISKIT JA RISKIEN HALLINTA

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen
Filosofian tohtori Matti Waitinen
Ohjaajat: Professori Mika Horttanainen
Öljyntorjuntamestari Olli Kilpeläinen

Helsingissä 28.12.2017

Juha Rintala
Viides Linja 8 D 70

00530 Helsinki

TIIVISTELMÄ

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
School of Energy Systems
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Juha Rintala

Öljyntorjunta Helsingin pelastuslaitoksella – Taloudelliset riskit ja riskien hallinta

Diplomityö

2017

100 sivua, 14 kuvaa, 31 taulukkoa, 1 liitettä

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen, Lappeenrannan Teknillinen yliopisto
Filosofian tohtori Matti Waitinen, Helsingin kaupunki, pelastuslaitos

Hakusanat: öljyonnettomuus, öljyvahinkojäte, säiliölaiva, jätteenkäsittely
keywords: oil spill, oil spill waste, tanker, waste treatment

Työn tavoite oli selvittää alusöljyonnettomuuden seurauksena Helsingin edustalta kerättävän öljyjätteen rahtikustannuksia osana öljyntorjuntaoperaation kokonaiskustannuksia. Samalla kartoitettiin nestemäisen öljyjätteen käsittelykapasiteettia eteläisen Suomen ja Itämeren alueella.

Suomenlahden herkkä luonto, haastavat olosuhteet sekä vilkas öljyrahtiliikenne ovat tekijöitä, jotka nostavat alusöljyonnettomuuden riskiä. Mahdollisten torjuntatöiden kannalta nopeus torjuntatöiden aloittamiselle tulee olemaan ratkaiseva tekijä öljyntorjuntatöiden menestykselle.

Mahdollisessa alusöljyonnettomuudessa nestemäistä öljyjätettä muodostuu nopeasti paljon. Sen vuoksi torjuntatyöt vaativat huomattavan määrän välittömästi käytettävissä olevia resursseja. Tässä työssä öljyntorjuntaoperaation tarkastelu on rajattu saaristo- ja rannikkotorjuntaan. Kerättävän nestemäisen öljyjätteen määräksi arvioidaan 40 000 t.

Öljyntorjuntaoperaatio on tässä työssä esitetty kolmevaiheisena. Öljyntorjuntaoperaation kokonaiskustannuksista on laadittu karkea arvio, joka on 230 milj. euroa. Yksityiskohtainen kustannusarvio nestemäisen öljyjätteen rahtikustannuksista ja kuvaus logistiikan järjestämisestä saaristo- ja rannikkotorjunnan osalta osoittaa, että seitsemään Etelä-Suomen alueella olevaan laitokseen kuljetettuna rahtikustannukset ovat 2,9 milj. euroa, mikä on 1,3 % arvioidusta kokonaiskustannuksista.

Saadut tutkimustulokset täydentävät osaltaan Helsingin pelastuslaitoksella suoritettavaa alusöljyonnettomuuden torjuntatöihin varautumista.

ABSTRACT

LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Faculty of Technology
Department of Energy and Environmental Technology
Environmental Engineering

Juha Rintala

Oil spill response in the Helsinki city rescue department – Economic risk management

Master's thesis

2017

100 pages, 14 figures, 31 tables and 1 appendix

Examiners: Professor Mika Horttanainen, Lappeenranta University of Technology
Doctor of Philosophy Matti Waitinen, City of Helsinki, Rescue Department

Keywords: oil spill, oil spill waste, tanker, waste treatment

The objective of this thesis was to clarify the cargo expenditures in case of a maritime oil spill in the Gulf of Finland off the coast of Helsinki. The cargo expenditures are reviewed as part of the overall expenditures of an oil spill. In the process the hazardous waste treatment resources were surveyed in the area of Southern Finland.

The sensitive nature, challenging circumstances and heavy maritime traffic in the Gulf of Finland are factors that contribute to the probability of an oil spill accident. Promptness regarding the oil spill response is a decisive factor for operational success.

During a possible oil spill accident considerable amount of liquid oil spill waste is formed rapidly. Therefore the oil spill response resources will be required in a moment's notice. In this study the focus is limited to the oil spill response in the archipelago. The amount of oil spill waste to be collected is estimated to be 40 000 t.

In this study the oil spill response operation is described as a three phase operation. The overall expenditures of the oil spill response operation is 230 MEUR. A detailed estimation of the cargo expenditures of the liquid oil spill waste collected from the archipelago, to be delivered to seven installations in the area of southern Finland is 2,9 MEUR. That result is 1,3 % of the overall expenditures of an oil spill accident response.

The results obtained in this thesis partially complement the Helsinki City rescue departments preparedness for an oil spill accident.

ALKUSANAT

Diplomityö on tehty Helsingin kaupungin pelastuslaitokselle. Työ sisältyy osaksi Helsingin pelastuslaitoksen alusöljyonnettomuuteen varautumisen suunnittelua.

Haluan osoittaa kiitokseni työni tarkastajille Mika Horttanaisella ja Matti Waitiselle sekä työni ohjaajalle Olli Kilpeläiselle rakentavista kommenteista. Tämän työn ulkopuolelta haluan kiittää Sari Saxholmia, Timo Rönnbladia sekä Kristian Ehrnroothia. Ilman heidän apuaan tämä diplomityö ei olisi tullut ajankohtaiseksi vielä pitkään aikaan, jos koskaan.

Kesäkuussa 2009 kiinnitin huomiota Lappeenrannan teknillisen yliopiston lehti-ilmoitukseen: ”Tule päivittämään osaamisesi… kaksivuotiseen muuntokoulutukseen…”

Muutama hetkihän tässä vierähti.

Helsingissä 28.12.2017

Juha Rintala

SISÄLLYSLUETTELO

KUVALUETTELO 4

TAULUKKOLUETTELO 5

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO 7

1 Johdanto 9

1.1 Lähtökohta tutkimukselle 9

1.2 Tutkimusongelma 12

1.3 Tutkimusmenetelmä 13

1.4 Tulosten hyödyntäminen 15

2 Itämeri, Suomenlahti ja Helsingin merialue – Haasteet öljyntorjunnalle 16

2.1 Suomenlahti ja Helsinki sen rannalla 17

2.2 Öljyonnettomuus – Riskit ja seuraukset 21

2.3 Öljyonnettomuuteen liittyvien riskien mallintaminen 22

2.4 Öljyonnettomuuden luonnolle aiheuttamat riskit 25

3 Raakaöljy ja esimerkkejä torjuntamenetelmistä 27

3.1 Raakaöljy 27

3.2 Yleisimpiä torjuntamenetelmiä 29

3.2.1 Seuranta ja arviointi 29

3.2.2 Dispergointiaineet 29

3.2.3 Vahinkojen rajoittaminen ja korjaaminen 30

3.2.4 Rantojen siivoaminen 30

3.2.5 Jätehuolto 33

3.2.6 Vaihtoehtoiset käsittelymenetelmät 35

4 Kokemuksia öljyvahinkojen torjunnasta 36

4.1 Antonio Gramsci 1979 36

4.2 Exxon Valdez 1989 40

4.3 Prestige 2002 46
4.4 Johtopäätöksiä kokemusten valossa 51
5 Mittava öljyvahinko Helsingin edustalla 53
5.1 Onnettomuus muuttuu teoriasta käytännöksi 53
5.2 Öljyntorjuntatoimien vaiheet onnettomuuden edetessä 56
5.2.1 Avomeritorjunta 56
5.2.2 Saaristo- ja rannikkotorjunta 59
5.2.3 Rantatorjunta 63
5.2.4 Yhteenveto öljyntorjuntatoimien vaiheistamisesta 64
6 Kuljetukset – Öljyjäte on kerätty, kuinka eteenpäin? 66
6.1 Nestemäinen öljyjäte kerätty talteen – kuinka jatkaa? 66
6.1.1 Logistiikkaketju 1: L&T Oy - Lahti 66
6.1.2 Logistiikkaketju 2: Fortum Waste Solutions Oy (Ekokem) jätevoimala – Riihimäki 67
6.1.3 Logistiikkaketju 3: Fortum Waste Solutions Oy (Ekokem) ongelmajätelaitos - Riihimäki 68
6.1.4 Logistiikkaketju 4: Fortum Waste Solutions Oy (Ekokem) – Anjalankoski 69
6.1.5 Logistiikkaketju 5: Oy Phoenix Collector Ltd – Hamina 70
6.1.6 Logistiikkaketju 6: DELETE – Espoo 71
6.1.7 Logistiikkaketju 7: Savaterra Oy – Pansio, Turku 71
6.1.8 Yhteenveto logistiikkaketjuista 1-7 72
6.1.9 Öljyjätteen kuljetus – merikuljetukset 73
6.1.10 Huomioitavaa 75
6.2 Välivarastointi 76
6.3 Jätesiirtoluvan hakeminen Suomen ympäristökeskukselta 78
6.4 Herkkyystarkastelu 79
7 Onnettomuuteen varautuminen – Onko tilillä katetta? 82

7.1 Kustannusarvion muodostaminen 82
7.1.1 Kustannusarvion muodostamiseen vaikuttavia seikkoja 82
7.1.2 Oletuksia kustannusarvion laadintaan 83
7.2 Hinta öljyntorjunnalle 85
7.3 Hinta välittömien torjuntatöiden lisäksi 91
7.4 Yhteiskunnallinen kriisinsietokyky 92
7.5 Öljysuojarahaston osuus 94
8 Yhteenveto ja johtopäätökset 96
8.1 Nestemäisen öljyjätteen käsittelykustannuksista 96
8.2 Kustannustehokas logistiikka 97
8.3 Nopea logistinen ratkaisu 97
8.4 Jätteenkäsittelylaitokset 98
8.5 Nestemäisen öljyjätteen maastavienti 99
8.6 Johtopäätökset 99
LÄHDEVIITTEET 101
LIITTEET 116

KUVALUETTELO

Kuva 1, Uudenmaan maakunnan rannikkoa aluevesirajoineen. 18
Kuva 2: Suomenlahden syvyys 19
Kuva 3: Keskeisimmät satamat ja laivareitit Suomenlahdella 20
Kuva 4: Suomenlahden laivaväyliä ja liikennöintiä Uudenmaan rannikolla. 20
Kuva 5: Periaatekaavio kvantitatiivisesta riskien mallintamisesta. 23
Kuva 6: Periaatekaavio öljyn vaikutuksesta osaekosysteemissä. 26
Kuva 7: Mereen vuotaneen öljyn massatase. 34
Kuva 8: Exxon Valdezin suorittama jäiden väistö Prinssi Williamin salmessa..... 42
Kuva 9: Exxon Valdezista mereen vuotanut raakaöljy saastutti Alaskan rannikkoa. 43
Kuva 10: MV Prestigen reitti onnettomuuspaikalta uppoamispaikalle..... 47
Kuva 11: MV Prestige hinauksessa, tavoitteena Kanariansaarten merialueet. 47
Kuva 12: MV Prestigen vuotaman raskaan polttoöljyn ajautuminen rannikolle. 48
Kuva 14: Kaavio alusöljyonnettomuuden torjuntatöiden etenemisestä. 65

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1: Raivaustoimenpiteet eri rantatyypeiltä voidaan esittää seuraavasti. 31
Taulukko 2:MT Antonio Gramscin öljyvahingosta Suomelle koituneet kustannukset..... 38
Taulukko 3: Exxon Valdezin aiheuttamat taloudelliset seuraamukset. 44
Taulukko 4: Prestige –onnettomuuden aiheuttamat taloudelliset vahingot. 49
Taulukko 5: Yhteenveto laskennan perusteina käytetyistä tunnusluvuista. 51
Taulukko 6: Yhteenveto kolmen eri alusöljyonnettomuuden yksikkökustannuksista 51
Taulukko 7: Keskeisimpien toimenpiteiden nimikkeet sekä periaatteellinen aikataulu torjuntatöiden etenemisestä. 54
Taulukko 8: Suomen valtion aluskapasiteetti avomeritorjuntaan 55
Taulukko 9: 12 h aikana avomeritorjunnassa kerätyn nestemäisen öljyjätteen määrä. 57
Taulukko 10: 13 öljyntorjunta-aluksen vahinkojätepisteillä käynteihin laskennallisesti käyttämä aika. 59
Taulukko 11: 12 h aikana saaristo- ja rannikkotorjunnassa kerätyn nestemäisen öljyjätteen määrä. 61
Taulukko 12: Saaristo- ja rannikkotorjunnassa vahinkojätepisteillä käynteihin laskennallisesti kuluva aika. 62
Taulukko 13: Saaristo- ja rannikkotorjunnassa kuluva kokonaisaika. 63
Taulukko 14: Laskennallinen arvio rantatorjuntaan kuluva aika käsin keräämällä. 64
Taulukko 15: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Lahteen. 67
Taulukko 16: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Riihimäen jätevoimalaan huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero. 68
Taulukko 17: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Riihimäen ongelmajätelaitokselle. 69
Taulukko 18: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Anjalankosken jätteenkäsittelylaitokselle 69
Taulukko 19: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Haminaan. 70
Taulukko 20: Arvio rahtikustannuksista Helsingistä Espooseen. 71
Taulukko 21: Arvio rahtikustannuksista Helsingistä Pansioon 72
Taulukko 22: Yhteenveto nestemäisen öljyjätteen rahtikustannuksista Helsingin ja Etelä-Suomen alueella sijaitsevien jätteenkäsittelypaikkojen välillä. 73
Taulukko 23: Rahtikustannusten jakautuminen. 75
Taulukko 24: Yhteenveto nestemäisen öljyjätteen välivarastointikapasiteetista. 78

Taulukko 25: Yhteenveto eri öljy-vesi –seossuhteiden vaikutuksesta torjuntatöiden kestoon ja välivarastoinnin tarpeeseen. 80
Taulukko 26: Yhteenveto kustannusarvio N:o 1 ja N:o 2 eroista. 85
Taulukko 27: Kokonaiskustannusarvio N:o1. 86
Taulukko 28: Kokonaiskustannusarvio N:o 2 87
Taulukko 29: Kokonaiskustannusarvio N:o 2 vertailu Exxon Valdez – alusöljyonnettomuuden tunnuslukujen kesken. 89
Taulukko 30: Tilastollinen vertailutaulukko välillisten kustannusten vaikutuksista välittömien öljyntorjuntakustannusten lisäksi. 91
Taulukko 31: Eteläisen Suomen alueella olevien jätteenkäsittelylaitosten yhteenlaskettu käsittelykapasiteetti. 98

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Symboli	Selite	Yksikkö
A	pinta-ala	[m^2, km^2, ha]
m	massa	[kg, t]
l, M	pituus, etäisyys	[m, km, mpk]
	lämpöarvo	[MJ/kg]
ρ	tiheys	[kg/m^3]
V	tilavuus	[m^3, km^3]

Lyhenteet

AIS	Automatic Identification System, automaattinen tunnistusjärjestelmä
AVI	Aluehallintovirasto
DWT	Deadweight tonnage; tonnia kuollutta painoa (kantavuus)
EIA	Energy Information Administration
ELSU	Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma
ELY	Elinkeino-, Liikenne- ja Ympäristökeskus
EMSA	Euroopan meriturvallisuusvirasto, (European Maritime Safety Agency)
FEM	Finite Element Method
FSA	Formal Safety Assessment
HELCOM	Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki komissio – Itämeren suojelukomissio
IMO	International Maritime Organization, Kansainvälinen merenkulkujärjestö

IOPC	International Oil Pollution Compensation Fund, kansainvälinen öljyvahinkojen korvausrahasto
ITOPF	International Tanker Owners Pollution Federation Limited, kansainvälinen säiliölaivojen omistajien liittouma ympäristövahinkoja varten
MKH	Merenkulkuhallitus
MRSC	Maritime Rescue SubCentre, meripelastuslohkokeskus
MV	Merivoimat
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OM	Oikeusministeriö
OPRC	International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation
POLREP	Pollution report;
POLSCALE	Reference system and scale for quantifying and assessing coastal pollution and clean-up operations in oil-polluted coastal areas, saastumisen profilointi- ja raportointijärjestelmä
RVL	Rajavartiolaitos
Smk	Suomen markka
SRÖTVA	Suomenlahden Rannikon Öljyntorjuntavalmius (työryhmä)
SYKE	Suomen Ympäristökeskus
UNCTAD	United Nations Conference on Trade And Development
VTS	Vessel Traffic Service, liikenneviraston ylläpitämä alusliikennepalvelu
WTP	Willingness To Pay: suurin summa rahaa, minkä kuluttaja on ehdottomasti valmis maksamaan tuotteesta tai palvelusta.
WWF	World Wildlife Fund, Maailman luonnonsäätiö
YM	Ympäristöministeriö

1 JOHDANTO

1.1 Lähtökohta tutkimukselle

Meriteitse kuljetettavan rahdin voidaan sanoa olevan koko globalisoituvan maailman selkäranka. Vilkas merirahtiliikenne osaltaan tukee myös muiden talouden sektorien, kuten teollisuuden tuotannon kasvua. Edellä mainittu johtuu siitä, että korkea meriliikenteen kuljetuskapasiteetti varmistaa materiaalien toimittamisen eri hyödykkeiden tuotantomaihin ja vastaavasti valmiit hyödykkeet saavuttavat kuluttajan kohtuullisin kuljetuskustannuksin. Toimiva merirahtiliikenne tukee osaltaan alueellista (esimerkiksi EU:n sisäinen merirahtiliikenne) talouden ja kaupan integraatiota mahdollistamalla korkean kuljetuskapasiteetin myötä tehokkaan ja rahtimäärään suhteutettuna nopean kuljetusmuodon verrattain lyhyillä reiteillä, kuten Itämeren sisäisessä liikenteessä. Päivittäin Itämerellä purjehtii 2 000 alusta, joista 25 % on säiliölaivoja. Melkein 15 % maailman merirahtiliikenteestä sijoittuu Itämerelle (HELCOM, 2009). Vuonna 2015 öljykuljetusten määrä maailmanlaajuisesti oli 1 770 miljoonaa tonnia, muodostaen 17,6 % osuuden vuotuisesta merirahdin määrästä, joka oli 10 047 miljoonaa tonnia (UNCTAD, 2016, s.14).

Suomenlahti on merkittävä öljynkuljetusreitti. Turun yliopistossa tehdyn tutkimuksen mukaan Suomenlahden rooli öljynkuljetusreittinä tulee todennäköisesti vähintäänkin säilyttämään nykyisen merkityksensä ja optimistisimpien ennusteiden mukaan Suomenlahden merkitys öljynkuljetusreittinä jopa kasvaa (Brunila et. al, 2012 s.62-64). Öljykuljetuksia Suomenlahdella oli vuonna 1995 noin 20 miljoonaa tonnia. Vuoteen 2012 mennessä kuljetusmäärä oli noussut jo 150 miljoonaan tonniin. (Ympäristö.fi, 2015).

Öljykuljetusten lisäksi Suomenlahdella on vilkas kuivarahti- sekä matkustajaliikenne. Virolla on Suomenlahden rannikolla viisi satamaa. Vuoden 2013 aikana Viron Suomenlahden rannikolla olevien satamien kautta kuljetettiin kaiken kaikkiaan 38 994 000 t rahtia ja 9 236 300 matkustajaa. Suomella on Suomenlahden rannikolla 11 satamaa, joiden kautta kuljetettu kokonaisrahtimäärä oli 54 885 000 t ja 11 563 400 matkustajaa. Venäjällä on Suomenlahden rannikolla viisi satamaa. Niiden kautta kuljetettiin rahtia 202 360 000 t sekä 525 632 matkustajaa. (Kajander et. al. 2014, s.79-110, 155-162)

Lisääntynyt meriliikenne jo itsessään nostaa myös mahdollisen onnettomuuden riskiä. Karilleajo ja alusten törmääminen ovat kaksi yleisintä onnettomuustyyppiä. Molemmat onnettomuustyypit toteutuessaan ovat onnettomuuden vakavuudesta riippuen uhka joko

paikallisesti tai pahimmillaan koko Suomenlahden ekosysteemille. Vuonna 2005 Suomen aluevesillä tapahtui 0,097 karilleajoa tai pohjakosketusta jokaista 1 000 satamaan saapumista kohden. (Häkkinen et. al. 2015, s.109)

Vilkkaan meriliikenteen lisäksi Suomenlahti on luonnonolosuhteiltaan haasteellinen: Suomenlahden pinta-ala on 29 500 km^2, se on verrattain pitkä (400 km) ja kapea (minimi 48 km). Suomenlahden keskisyvyys on 37 m ja suurin syvyys 123 m. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että Välimeren keskisyvyys on 1 550 m. Atlantin sekä Tyynenmeren keskisyvyys on yli 3 500 m. (Brunila et. al. 2012, s.14). Suomenlahti on rannikoltaan rikkonainen, kallioinen sekä suhteellisen matala. Suomenlahden saaristo muodostuu sadoista erikokoisista saarista. Rannikon sekä saariston yhteenlaskettu rantaviiva on 6 500 km. Suomenlahden rannikko ja saaristo ovat erityisen haavoittuvia saastumiselle johtuen esimerkiksi Suomenlahden suhteellisen pienestä tilavuudesta (1 103 km^3), mataluudesta, veden kerrostuneisuudesta (muun muassa suolapitoisuuden muutos aiheuttaa veden kerrostumista) ja veden hitaasta vaihtuvuudesta. Suomenlahden mataluus, rannikon rikkonaisuus sekä vaihtelevat pohjanmuodot tekevät Suomenlahdesta jo itsessään herkästi pilaantuvan ja sen myötä haastavan ympäristön vilkkaalle meriliikenteelle. (Ympäristöministeriö, 2006)

Mahdollisen alusöljyonnettomuuden tapahtuessa Suomi ei ole yksin. Suomella on sekä Viron (SopS 31/1995), että Venäjän (SopS 54/1990) kanssa kahdenkeskiset valtiosopimukset yhteistyöstä torjuttaessa pilaantumisvahinkoja merellä. Edellä mainituissa sopimuksissa määritellään molempien osapuolten velvoitteet ”torjuttaessa… kumman tahansa osapuolen vastuualueella öljyn tai muun vahingollisen aineen merkittävää vuotoa tai vuodon uhkaa meren pilaantumisen ehkäisemiseksi…” (SopS 54/1990). Kahdenvälisten valtiosopimusten lisäksi Suomi kuuluu Itämeren suojelukomissioon yhdessä Tanskan, Viron, Saksan, Latvian, Liettuan, Puolan, Ruotsin, Venäjän ja Euroopan Unionin kanssa. Itämeren suojelukomissio on perustettu suojelemaan Itämeren luontoa ja toimimaan hallitusten välisenä yhteistyöelimenä. Itämeren suojelukomission tehtävät ovat: 1) Toimia ympäristöpolitiikan laatijana Itämeren alueella tehtävänään sopia sopijaosapuolten yhteisistä tavoitteista ja toimista Itämeren suojelemiseksi; 2) Toimia Itämeren ympäristön asiantuntijaorganisaationa tarjoamalla tietoa Itämeren ympäristön tilasta ja tulevaisuuden trendeistä sekä kommentoimalla jo toteutettujen toimenpiteiden vaikutuksista Itämeren tilaan; 3) Toimia Itämeren suojelun kehittäjänä, laatien sekä omia raportteja, että kooten

muiden tahojen laatimia raportteja, joiden perusteella annetaan suosituksia Itämeren suojeluun liittyvien erityistarpeiden huomioimisesta päätöksenteossa. Itämeren suojelukomission toimesta tehtyjä raportteja käytetään aineistona päätöksentekoprosesseissa kansainvälisillä foorumeilla; 4) Toimia annettujen ympäristönsuojeluvaatimusten toteutumisen valvojana ja; 5) Toimia mahdollisessa suuren luokan merionnettomuudessa pelastustoimien koordinoijana, varmistaen useiden valtioiden resursseista kootun pelastusorganisaation toiminnan onnistumisen. (HELCOM, 2017)

Alusöljyonnettomuudella tarkoitetaan tilannetta, missä öljytankkerin rahtisäiliöön syntyy vakava vuoto joko pohjakosketuksen tai toiseen alukseen törmäämisen seurauksena. Syyt alusöljyonnettomuuteen ovat moninaiset, missä myös inhimillinen tekijä näyttelee merkittävää roolia. Ympäristöministeriön raportti ”Toiminta isoissa alusöljyvahingoissa” määrittelee suuronnettomuuden seuraavasti: ”Alusöljyvahinko täyttää suuronnettomuuden tunnusmerkistön, kun se uhkaa aiheuttaa erityisen vakavia ympäristövaikutuksia tai taloudellisia vaikutuksia ja sen menestyksellinen torjunta edellyttää laajamittaista kansallisten voimavarojen liikekannallepanoa ja usein myös kansainvälisen torjunta-avun käyttöä”. POLSCALE –taulukon mukaan alusöljyonnettomuus on vähäinen jos a) rannalle ajautunutta öljyä on 0,1 t – 10 t, b) öljyyntyneen rantaviivan pituus < 1 km, c) alueellinen ulottuvuus jää paikalliseksi, d) torjunnan kesto < 1 viikko, e) ei merkittäviä vaikutuksia eläimille, f) ei merkittäviä vaikutuksia elinympäristön suojeluarvoille ja g) vaikutukset elinkeinoelämälle ovat rajoitettuja tai väliaikaisia. Vastaavasti alusöljyonnettomuus luokitellaan katastrofiksi kun, a) rannalle ajautunutta öljyä on > 10 000 t, b) öljyyntyneen rantaviivan pituus on > 100 km, c) alueellinen ulottuvuus: kansainvälinen, d) torjuntatöiden kesto > 6 kk, e) onnettomuudella on huomattavia vaikutuksia eläimistölle laajalla alueella, f) onnettomuus aiheuttaa laajoja tuhoja elinympäristön suojeluarvoille tai g) elinkeinojen harjoittaminen keskeytyy. (YM-26, 2011, s.18)

Alusöljyvahinkojen torjuntaviranomaisia ovat: ”Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja sen asettama torjuntatöiden johtaja, alueen pelastustoimen pelastusviranomainen ja torjuntatöitä johtava muu pelastustoiminnan johtaja”. Näin ollen voidaan todeta, että Helsingin pelastuslaitoksen tehtäviin kuuluu varautuminen alusöljyonnettomuuteen. Mahdollisen alusöljyonnettomuuden tapahtuessa, tulee pelastuslaitoksen kyetä ryhtyä välittömiin öljyntorjuntatoimenpiteisiin. Muita alusöljyvahinkojen torjuntaviranomaisia ovat liikenteen

turvallisuusvirasto, puolustusvoimat, rajavartiolaitos, elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus sekä jälkitorjunnan osalta kunta. (SYKE, 2012)

Tähän mennessä vakavin Suomen aluevesiä koskettanut alusöljyonnettomuus on Antonio Gramscin karilleajo 27.02.1979 Ventspilsissä, Latviassa. Tässä onnettomuudessa Antonio Gramsci –aluksesta valui mereen noin 5 500 t raakaöljyä. 04.05.1979 osa mereen valuneesta raakaöljystä saavutti Ahvenanmaan rannikon. Arviolta 650 t mereen valuneesta öljystä kerättiin Ahvenanmaan ja Turun saariston rannoilta. Antonio Gramscin tapauksessa öljyvahinkojäte kerättiin proomuihin, mutta vuokrakustannusten todettiin nousevan niin korkeaksi, että katsottiin tarpeelliseksi löytää nopeasti keino öljyvahinkojätteen loppukäsittelemiseksi. Osa öljyvahinkojätteestä poltettiin paikan päällä Ahvenanmaan ja Turun saaristossa ja loput toimitettiin Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaille hävitettäväksi. (Pfister, 1980, s.41) Toimintatapa Antonio Gramscin tapauksessa voidaan todeta olleen edellä kerrotun valossa osittain improvisoitu.

1.2 Tutkimusongelma

Diplomityön tavoite on selvittää:

a) Millaiset kustannukset Suomen yhteiskunnalle muodostuvat nestemäisen öljyjätteen käsittelystä mahdollisessa öljyonnettomuudessa Helsingin edustalla?
b) Millaisella logistiikkaketjulla saavutetaan kustannustehokkain toimintamalli nestemäisen öljyjätteen toimittamiseksi keräämisen jälkeen loppukäsittelyyn?
c) Millaisen logistisen ketjun voidaan arvioida olevan nopein tapa nestemäisen öljyjätteen toimittamiseksi loppukäsittelyyn?
d) Mitkä jätteenkäsittelylaitokset Uudellamaalla ja Etelä-Suomen alueella, mutta myös Virossa ja jopa Saksassa soveltuvat nestemäisen öljyjätteen käsittelyyn?
e) Millainen lupaprosessi on edellytyksenä nestemäisen öljyjätteen viennille loppukäsittelyyn maamme rajojen ulkopuolelle?

1.3 Tutkimusmenetelmä

Öljyvahinkojätteen käsittelystä syntyviä kustannuksia tarkastellaan luomalla tilannekuva mahdollisesta alusöljyonnettomuudesta ja sen seurauksena Helsingin rannikolta kerätystä nestemäisen öljyjätteen määrästä. Tilannekuva luodaan valitsemalla Suomenlahdella liikennöivien tankkialusten joukosta kuljetuskapasiteetiltaan liikennöivien tankkialusten keskimääräistä kokoa vastaava alus. Näin saadaan muodostettua mahdollisimman perusteltu arvio syntyvistä öljyvahinkojätteen rahtikustannuksista.

Tilannekuvaa muodostettaessa sekä avomeritorjunnan, että saaristo- ja rannikkotorjunnan osalta määriteltiin Ympäristöministeriön, SYKEn ja pelastustoimen alueen julkisista lähteistä saatavan tiedon avulla käytettävissä oleva torjuntakalusto ja aluskohtaisen keräyskapasiteetin perusteella muodostettiin arvio nestemäisen öljyjätteen keräämiseen kuluva aika. Erikseen arvioitiin onnettomuuspaikan ja vahinkojätepisteen oletetun etäisyyden perusteella arvio kuinka kauan kestää käydä onnettomuuspaikalta vahinkojätepisteellä. Edellä mainittujen arvioiden perusteella pystyttiin muodostamaan kokonaisarvio kuinka nopeasti käytettävissä oleva nestemäisen öljyjätteen välivarastointikapasiteetti loppuu.

Työn tilaajan (Helsingin kaupungin pelastuslaitos) kanssa on sovittu, että laskenta ja sen myötä torjuntatyöhön kuluva aika esitetään olettaen, että öljyntorjuntatöitä tehdään sulan veden aikana, noin 12 h/d. Suomenlahdella vallitsevat tuuliolosuhteet on otettu laskennassa huomioon käytettävissä olevasta lähdemateriaalista saadun tiedon perusteella. On kuitenkin todettava, että laskenta sisältää epävarmuustekijöitä ja laskentaa on sen vuoksi pidettävä suuntaa antavana. Lukija voi oman harkintansa mukaan painottaa eri olosuhteiden vaikutusta öljyntorjuntatöihin henkilökohtaisen näkemyksensä mukaisesti.

Kappaleen 1.2 kohdassa a) mainittu arvio rajataan tilanteeseen, missä Helsingin rannikolta kerätty nestemäinen öljyjäte lähetetään tarkoituksenmukaiseen laitokseen loppukäsiteltäväksi. Arvio kerättävän nestemäisen öljyjätteen määrästä perustuu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) arvioon mahdollisen alusöljyonnettomuuden laajuudesta Suomenlahdella.

Kappaleen 1.2 kohdassa b) muodostetaan tarvittava määrä erilaisia logistiikkaketjuja. Yksi tarkoitukseen soveltuva jätteenkäsittelylaitos muodostaa oman logistisen ketjun. Jokaisen laitoksen osalta muodostetaan kustannusarvio, joita vertailemalla voidaan arvioida

kustannustehokkain vaihtoehto. Rahtikustannusten laskenta perustuu liikennöitsijän antamiin hinnoittelutietoihin. Lähtötietoina ovat aikaisempi tutkimustieto ja suorat yhteydenotot jätteenkäsittelylaitoksiin.

Kappaleen 1.2 kohdassa c) käytetään samoja logistiikkaketjuja, kuin kohdassa b. Kappaleen 1.2 kohdassa c) tarkastelun kohteena on logistiikkaketjujen mahdollistama nopeus, millä nestemäinen öljyjäte saadaan toimitettua loppukäsittelyyn. Alusöljyonnettomuuden tapahtuessa on mahdollista, että yhteiskunnan yleinen etu vaatii korostamaan öljyntorjuntatoimien nopeutta kiinnittämättä ehdotonta huomiota kustannustehokkuuteen.

Kappaleen 1.2 kohdassa d) kartoitetaan Uudenmaan, Etelä-Suomen alueen, sekä Virossa ja jopa Saksassa olevien nestemäisen öljyjätteen loppukäsittelyyn soveltuvien laitosten määrää ja kapasiteettia. Asiaa tutkitaan sekä internet -lähteiden, että soveltuvin osin suorilla yhteydenotoilla kyseisiin laitoksiin. Osa nestemäisestä öljyjätteestä kuljetetaan kotimaisiin käsittelylaitoksiin, mutta tilanteen niin vaatiessa ulkomaisia vaihtoehtoja ei rajata pois.

Kappaleen 1.2 kohdassa e) jätteenvientilupaprosessi kartoitetaan tekemällä määräaikainen (yksi vuosi) lupahakemus Suomen ympäristökeskukselle ja dokumentoimalla lupaprosessin eteneminen vaiheittain. Suomen ympäristökeskus on todennut, että alusöljyonnettomuuden tapahtuessakaan ei ole olemassa erityismenettelyä, minkä perusteella poikettaisiin normaalista jätesiirtolupamenettelystä. Torjuntatöiden loppuunsaattamista alusöljyvahingon tapahtuessa voidaan nopeuttaa hankkimalla määräaikainen jätesiirtolupa. Tämä menettely kuitenkin edellyttää esimerkiksi sen, että öljyvahinkojätteen vastaanottavan laitoksen kanssa on jo olemassa ainakin aiesopimus siitä, että kyseessä oleva laitos on valmis ottamaan vastaan loppukäsittelyyn toimitettavaa öljyvahinkojätettä. (Myllymaa, T. 2017)

Diplomityössä kartoitetaan sekä jätekuljetusyritysten ja jätteenkäsittelylaitosten antamia resurssi-, kapasiteetti- sekä kustannustietoja, joiden perusteella voidaan muodostaa kokonaisarvio nestemäisen öljyjätteen keräys-, kuljetus- ja käsittelykustannuksista.

Öljyntorjuntaan liittyvää tutkimustietoa edustavat esimerkiksi vuosien 2003 - 2006 aikana Kaakkois-Suomen alueella toteutettu ”Itäisen Suomenlahden öljyjätteiden kuljetus ja välivarastointi öljyonnettomuudessa (SÖKÖ) –hankkeesta tehty tutkimus. SÖKÖ – hanketta on täydennetty vuosina 2006 - 2007 Lappeenrannan teknillisen yliopiston ”Öljyvahinkojätteiden välivarastointi ja käsittely alusonnettomuuden jälkeen” (Oil Spill Waste Treatment) eli OSWAT – hankkeella. Turun yliopiston, Aalto – yliopiston, Helsingin

yliopiston, Kymenlaakson ammattikorkeakoulun sekä Kotkan merentutkimuskeskuksen yhteistyönä toteutetussa SAFGOF – projektissa on arvioitu meriliikenteen kasvun vaikutuksia luontoon sekä kuljetusketjujen toimintaan Suomenlahdella vuosina 2007 - 2015. Avointen lähteiden lisäksi diplomityössä käytetään Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen toimesta laadittuja tutkimustuloksia, sekä varautumissuunnitelmia soveltuvin osin. Öljyntorjuntaan liittyen on myös julkaistu Otto-Ville Edvard Sormusen väitöskirja ”Groundings and collisions: risk and uncertainty – case studies from the Gulf of Finland on chemical tankers” Teknillisestä korkeakoulusta (Aalto), joka käsittelee öljyonnettomuuden todennäköisyyttä Suomenlahdella.

1.4 Tulosten hyödyntäminen

Helsingin kaupungin pelastuslaitos on katsonut aiheelliseksi selvittää mistä mahdollisen alusöljyvahingon kustannukset koostuvat. Tässä diplomityössä keskitytään nestemäisen öljyjätteen käsittelyn kustannuksiin saaristo- ja rannikkotorjunnan osalta. Diplomityö on rajattu rannikkovesiltä kerätyn nestemäisen öljyjätteen toimittamiseen loppukäsittelyyn. Tässä työssä nestemäisen öljyjätteen käsittelyketjua tarkastellaan taloudellisesta näkökulmasta. Diplomityö tulee omalta osaltaan täydentämään Helsingin pelastuslaitoksen öljyonnettomuuteen varautumisen suunnittelua. Osana varautumisen suunnittelua, tavoitteena on soveltuvin osin edesauttaa mahdollisen alusöljyvahingon öljyntorjuntatoimista vastaavan operatiivisen johdon tietoisuutta öljyntorjuntatoimenpiteiden kustannusten muodostumisesta.

Diplomityöllä tuodaan tietoa Helsingin pelastuslaitokselle suunnittelun tueksi käytettävien taloudellisten resurssien kohdentamiseksi sekä öljyonnettomuuteen varauduttaessa, että mahdollisen onnettomuuden kohdatessa.

Tämän diplomityön tavoitteena on omalta osaltaan täydentää jo olemassa olevia öljyntorjuntasuunnitelmia siten, että mahdollisen alusöljyvahingon tapahtuessa öljyntorjuntatöiden operatiivisella johdolla on jo valmiiksi olemassa ratkaisuvaihtoehtoja, jotka mahdollistavat suunnitelmallisen, resurssimielessä optimaalisen ja kustannustehokkaan torjuntatyön onnistumisen.

2 ITÄMERI, SUOMENLAHTI JA HELSINGIN MERIALUE – HAASTEET ÖLJYNTORJUNNALLE

Itämeri on maailman suurin murtovetinen sisämeri. Itämeri on pinta-alaltaan 392 978 km^2 ja sen valuma-alue on noin neljä kertaa suurempi kuin itse vesiallas, jolloin valuma-alueen pinta-ala on 1 633 290 km^2. Valuma-alueen suurin pituus pohjois - etelä –suunnassa on 1 700 km ulottuen pohjoisen napapiirin takaisilta alueilta etelään Karpaattien vuoristoon asti. Itä-länsi – suunnassa Itämeren valuma-alue ulottuu Äänisjärveltä yli 1 000 km päähän länteen Skandinavian vuoristoon Ruotsin ja Norjan välisen rajan tuntumaan. Itämeren valuma-alueeseen kuuluu yhdeksän rantavaltiota (Tanska, Saksa, Puola, Liettua, Latvia, Viro, Venäjä, Suomi ja Ruotsi) sekä viisi muuta maata, jotka eivät ole Itämeren rantavaltioita (Norja, Valko-Venäjä, Ukraina, Slovakia ja Tsekin tasavalta). Valuma-alueella asuvien ihmisten määrä on 85 000 000 ihmistä, joista 38 000 000 ihmistä asuu Puolassa. Seuraavaksi eniten ihmisiä Itämeren valuma-alueella asuu Venäjällä, 9 200 000 ihmistä ja Ruotsissa, missä asuu 9 100 000 ihmistä. Viiden miljoonan asukkaan Pietari on Itämeren valuma-alueen suurin kaupunki. (Furman et. al. 2013, s.37)

Itämereen laskevien jokien määrä lasketaan sadoissa. Suurimmat Itämereen laskevat joet ovat Neva, Vistula, Daugava, Nemunas, Kemijoki, Oder ja Göta Älv. Kuuden joen valuma-alue ylittää 25 000 km^2. Keskeisimmät Itämeren osat ovat: Kattegat, Tanskan salmet, Bornholmin allas, Gotlannin allas, Riian lahti, Pohjanlahti ja Suomenlahti. (Furman et.al. 2013, s.37)

Itämeri sijaitsee mannerlaatalla, mikä tekee siitä verrattain matalan meren. Syvät valtameret sijaitsevat mannerlaattojen vaihettumisvyöhykkeissä, jolloin niiden keskisyvyys on kertaluokkaa syvempi kuin Itämerellä. Välimeren keskisyvyys on 1 550 m ja Atlantti, sekä Tyynimeri yltävät keskisyvyydeltään yli 3 500 m syvyisiksi. Itämeren keskisyvyys on 54 m ja sen tilavuus on 21 000 km^3. Itämeren vedenvaihto on hidas, koko tilavuus vaihtuu 30 - 40 vuoden kuluessa. (Rantajärvi et. al. 2014, s.4)

Itämeren suolapitoisuus vaihtelee verrattain voimakkaasti. Varsinaisella Itämerellä, Gotlannin altaalla, suolapitoisuus on kuitenkin arviolta 1/6 valtamerien suolaisuudesta. Pohjanlahden ja Suomenlahden jokisuistoissa vesi on lähes makeaa. Veden suolapitoisuus vaikuttaa veden tiheyteen ja muutos veden tiheydessä (suolapitoisuudessa) saa veden kerrostumaan. Veden kerrostuminen suolapitoisuuden mukaan ja veden hidas vaihtuvuus

ovat niitä tekijöitä, jotka tekevät Itämeren ekosysteemistä luonnostaan herkän saastumiselle (Rantajärvi et. al. 2014, s.7). Muita tekijöitä, jotka myötävaikuttavat Itämeren saastumisherkkyyteen ovat alhainen lämpötila, kausittainen jääpeite ja mataluus (Furman et. al. 2013, s.40).

2.1 Suomenlahti ja Helsinki sen rannalla

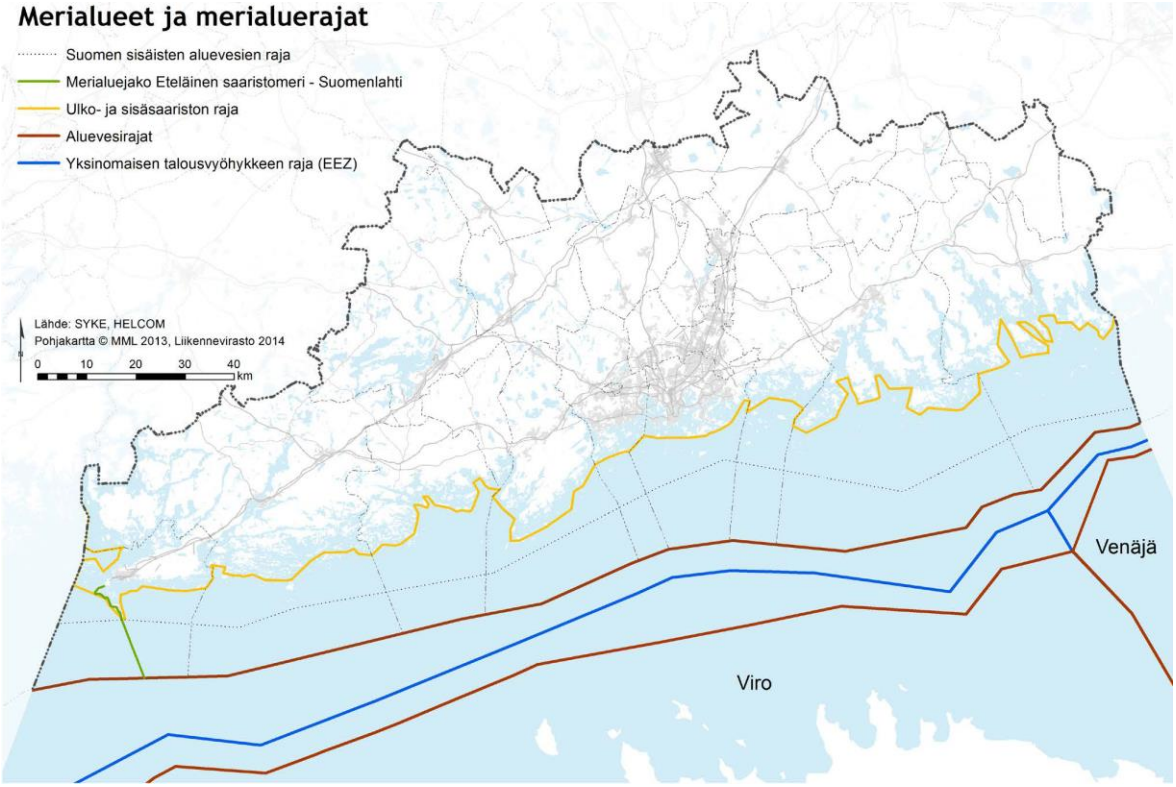
Venäjän, Viron ja Suomen väliin sijoittuva Suomenlahti on Itämeren itäisin lahti. Suurimmat kaupungit Suomenlahden rannalla ovat Pietari, Helsinki ja Tallinna. Suomenlahden tilavuus on 1 103 km^3 ja se muodostaa noin 5 % koko Itämeren vesimassoista. Sen pinta-ala on 29 500 km^2, sen pituus on 428 km, leveyttä enimmillään 120 km ja kapeimmillaan Suomenlahti on 52 km mitattuna Porkkalan niemestä Suomen puolelta Tallinnan edustalla olevaan Rohuniemeen. Suomenlahden keskisyvyys on 37 m syvimmän kohdan yltäessä 123 m syvyyteen. Suurimmat saaret Suomenlahdella ovat Suursaari, Tytärsaaret, Lavansaari ja Seiskari. Pietarin edustalla Suomenlahti on kaventunut 20 – 30 km leveäksi Nevanlahdeksi, missä Laatokasta laskeva Neva – joki liittyy Suomenlahteen. (Uudenmaan liitto, 2014) Suomenlahteen laskevien jokien virtaama on 3 600 m^3/s, joista Neva – joen osuus on 2 400 m^3/s. (Alenius et. al. 1998, s.97-99)

Suomen etelärannikkoa hallitsevalla maakunnalla, Uudellamaalla, on 1 200 km Suomenlahden rantaviivaa ja huomioimalla Uudenmaan maakunnan edustalla olevat suurimmat saaret, kasvaa rantaviivan pituus 2 030 km mittaiseksi. Sen merivesiala on 6 490 km^2 ja itä-länsi – suunnassa Uudenmaan maakunnan leveys merialueet huomioiden on hieman yli 200 km. (Uudenmaan liitto, 2014)

Helsingin merialue on pinta-alaltaan 502 km^2. Rantaviivan pituus mantereen osalta on 123 km ja saaria Helsingin edustan merialueella on 315 kpl. (Tilastotietoja Helsingistä, 2010). Rakennettua rantaviivaa Helsingin alueella on noin 75 km ja rantaviivaa kokonaisuudessaan arviolta 330 km (Kilpeläinen, 2017).

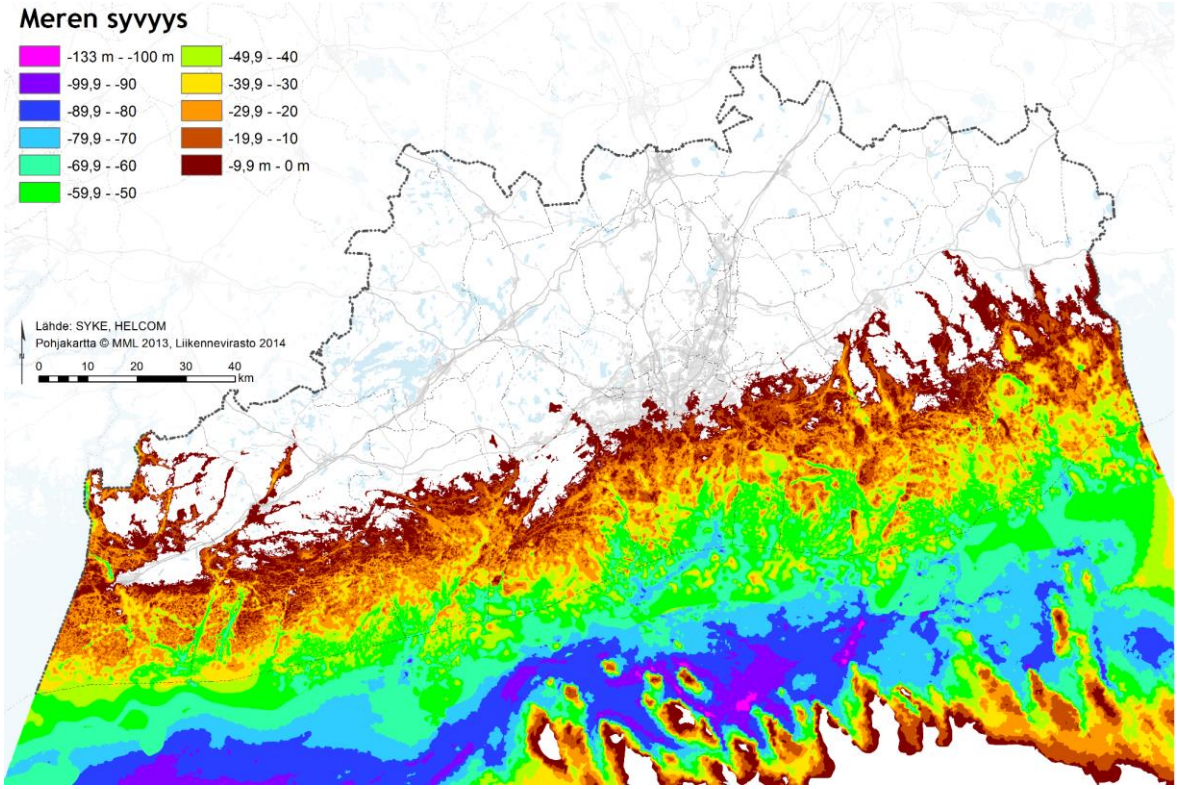
Aluevedet jakautuvat kahteen osaan: sisäisiin ja ulkoisiin aluevesiin. Sisäinen aluevesi määritellään vesialueena, ”joka jää kahta saarta tai saarta ja emämaata yhdistävän linjan tai mereen laskevan joen suun poikki kulkevan linjan sisäpuolelle”. Pienehkö merenlahti voidaan tietyin edellytyksin laskea sisäiseksi aluevedeksi. Jos kokonainen meri on täysin yhden valtion hallussa, se on sisävesi. Aluemeri kuuluu valtion hallintaan, mutta

ulkomaalaisetkin alukset saavan liikkua aluemerellä rauhanomaisissa tarkoituksissa. Niillä ei ole kuitenkaan oikeutta ankkuroida aluemerelle muutoin kuin ylivoimaisen esteen tai hätätilanteen takia. Aluemeren raja on enintään 12 meripeninkulmaa (22,2 km) rannasta tai sisäisten aluevesien ulkorajasta. (Uudenmaan liitto, 2014)



Kuva 1, Uudenmaan maakunnan rannikkoa aluevesirajoineen.(Uudenmaan liitto, 2014 (SYKE, HELCOM))

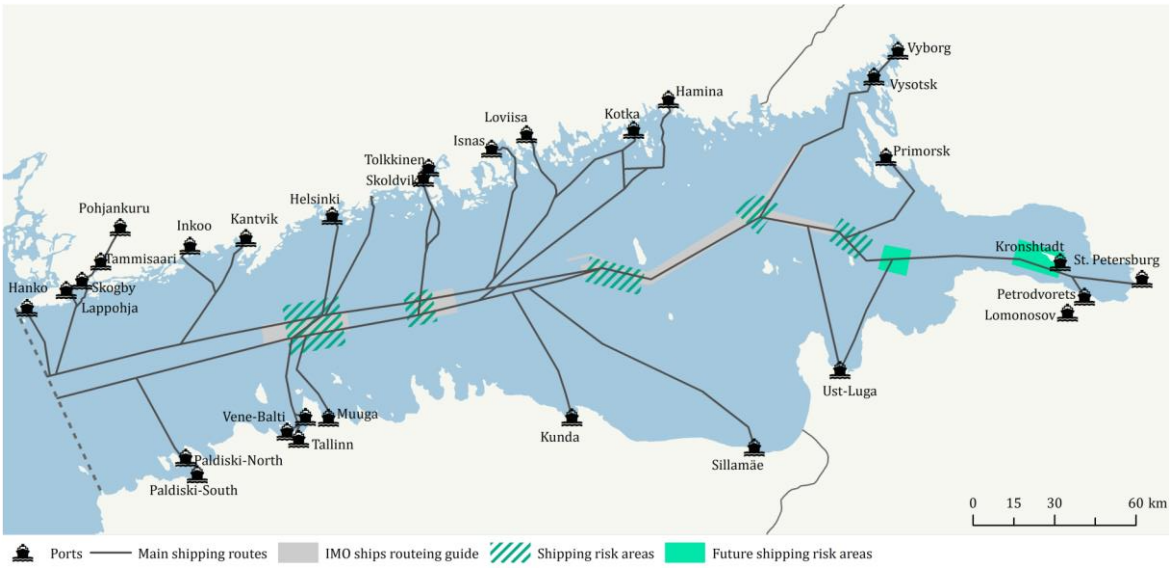
Suomenlahden suulla on verrattain laaja 80 m - 100 m syvänne. Suomenlahden eteläpuolella on joitakin syvänteitä, jotka ovat yli 100 m syviä. Pohjoisranta on profiililtaan matalaa, eikä ulotu missään yli 60 metrin syvyyteen. Suomenlahden syvin kohta 123 m on mitattu Viron aluevesillä Tallinnasta koilliseen.



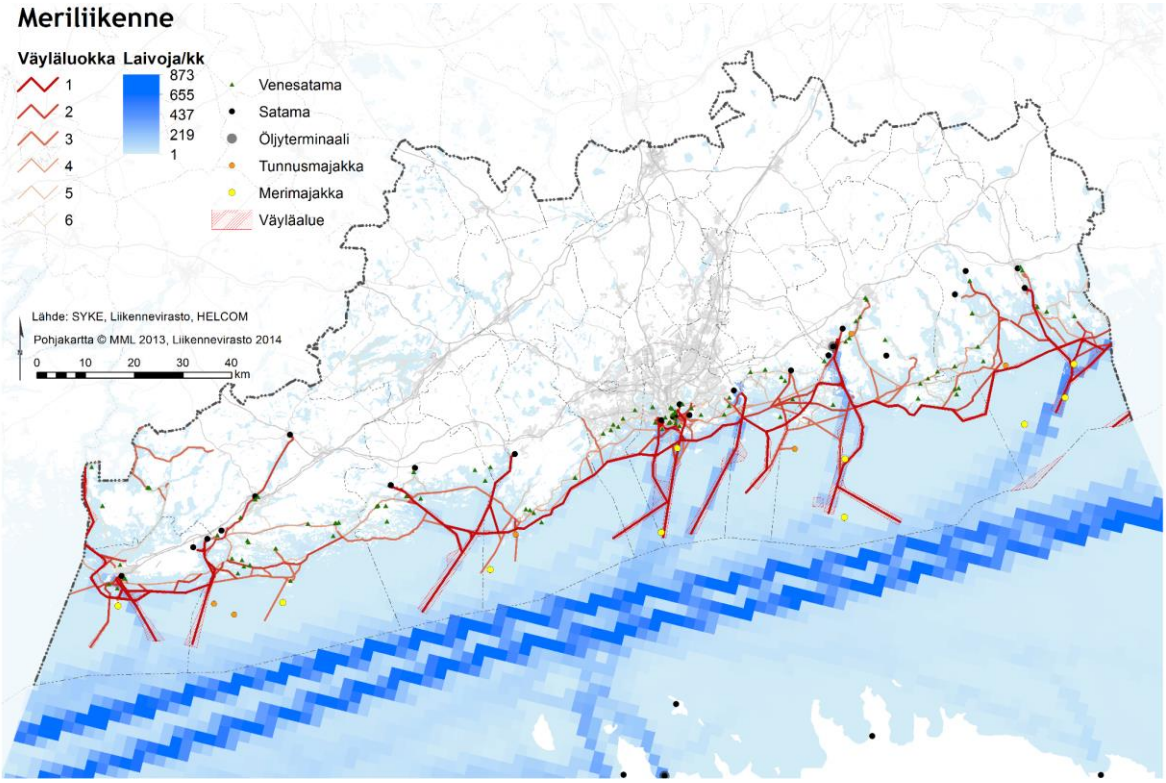
Kuva 2: Suomenlahden syvyys (Uudenmaan liitto, 2014 (SYKE, HELCOM))

Venäjän öljyntuotannosta 25 % toimitetaan Suomenlahden kautta länteen. Säiliölaivojen liikennemäärä Suomenlahdella on kasvanut voimakkaasti sen myötä kun Venäjä on investoinut öljysatamiinsa kuten Primorskiin, Ust-Lugaan, Vysotskiin ja Pietariin. Yli 20 säiliöalusta liikkuu Suomenlahdella päivittäin (Uudenmaan liitto, 2014). Vuonna 2016 yhteenlaskettu matkustajaliikenne Helsingistä oli 12 300 000 matkustajaa, joista Viroon 8 800 000 matkustajaa (Liikennevirasto, 3/2017, s.40).

Vuosituhannen alussa Itämeren maat kartoittivat yhteistyössä HELCOM :in kanssa merialueita, joilla voidaan arvioida olevan kohonnut alusonnettomuuden riski. Suomenlahdella luokiteltiin korkean riskin alueeksi Helsingin edusta, missä pohjois - etelä – suunnassa käytävä Helsingin ja Tallinnan välinen laivaliikenne risteää itä - länsi – suunnassa kulkevan Suomenlahden rahtiliikenteen kanssa. Porvoon edusta on arvioitu kohtalaisen riskin alueeksi samoin risteävän meriliikenteen perusteella. Arviointikriteereinä on käytetty alusliikennemääriä, sekä navigointiolosuhteita. (Uudenmaan liitto, 2014)



Kuva 3: Keskeisimmät satamat ja laivareitit Suomenlahdella (HELCOM, Kuronen et.al. Lautso et.al.Trafi & SYKE)



Kuva 4: Suomenlahden laivaväyliä ja liikennöintiä Uudenmaan rannikolla. (Uudenmaan liitto, 2014 (SYKE, HELCOM))

2.2 Öljyonnettomuus – riskit ja seuraukset

Itämerellä tapahtuvista merionnettomuuksista on koottu tilastotietoa vasta vuodesta 2000 lähtien. HELCOM :n laatima tilasto on rajattu vähintään 150 DWT säiliölaivojen osalta ja 400 DWT muiden alustyyppien osalta. Tilastoidut onnettomuustyypit ovat karilleajo, törmääminen (toiseen alukseen tai toisen aluksen toimesta), kosketus joko kelluvaan tai kiinteään kohteeseen, saastuttaminen (esimerkiksi polttoaineen siirron yhteydessä), tulipalot tai räjähdykset, muut onnettomuudet esimerkiksi konevauriot tai (aluksen-) kaatuminen/ kallistuminen. (HELCOM, 2014, Meski et. al. s.10,)

Itämeren rantamaiden (Viro, Latvia, Liettua, Venäjä, Ruotsi, Puola, Suomi) toimittamien raporttien mukaan vuonna 2013 Itämerellä tapahtui 150 alusonnettomuutta. Alusonnettomuuksia jaetaan eri kategorioihin onnettomuuden sijainnin (avomeri, satamaan lähestyminen ja satama) mukaan. Vuonna 2013 tapahtuneista alusonnettomuuksista 34 % tapahtui avomerellä, 19 % satamaan lähestymisen yhteydessä, 26 % satamassa ja 21 % alusonnettomuuksista sijaintia ei määritelty. Suurin osa alusonnettomuuksista tapahtui lähellä rannikkoa (45 %, satamassa tai satamaa lähestyttäessä).(HELCOM, 2014, Meski et. al. s.12)

Tarkasteltaessa vuonna 2013 tapahtuneita alusonnettomuuksia onnettomuustyypeittäin, (kosketus, törmäys, karilleajo, kaatuminen (tai kallistuminen), vahingot hengenpelastusvälineillä, saastuminen, vahingot laivoille tai välineille, tulipalo tai räjähdys sekä muut vahingot) voidaan todeta, että suurin osa, 57 kpl (38 %), onnettomuustyypeistä on ollut kosketus tai törmäys. Karilleajot (pohjakosketukset) ovat olleet toiseksi suurin onnettomuustyyppi 44 kpl, 29 % osuudella. Kaksi pienintä onnettomuustyyppiä ovat olleet vahingot hengenpelastusvälineillä, 1 %, sekä kaatuminen tai kallistuminen, samoin 1 % osuudella. (HELCOM, 2014, Meski et. al. s.12)

Alusonnettomuuksiin osallisista aluksista 49 % oli rahtialuksia, 25 % matkustajalaivoja, 10 % säiliölaivoja ja 16 % muita alustyyppejä (jäänmurtajia, proomuja, tutkimusaluksia, hinaajia). Vuoden 2013 aikana alusonnettomuuteen osallisena oli 18 säiliölaivaa. Kolme kyseisistä aluksista oli yksirunkoisia, kuuden raportoitiin olevan kaksirunkoisia ja kahden säiliölaivan raportoitiin olevan ”muun tyyppinen”. Seitsemän (31 %) säiliölaivan runkotyyppiä ei ole raportoitu. (HELCOM, 2014, Meski et. al. s.25)

Tapahtuneiden onnettomuuksien syistä merkittävin vuonna 2013 oli inhimillinen tekijä, 42 kpl, 28 % osuudella. Tekninen vika oli syynä 29 kpl, 19 % onnettomuuksista, 13 kpl, 9 % onnettomuuksista johtui ulkoisista syistä ja rakenteellinen vika oli syynä ainoastaan 1 % tapahtuneista onnettomuuksista. Merkillepantavaa kuitenkin on, että 65 kpl, 43 % onnettomuuksien syistä on raportoitu johtuneen tuntemattomasta syystä. (HELCOM, 2014, Meski et. al. s.27)

Inhimillisen tekijän aiheuttamista syistä 93 kpl, 62 %, raportoitiin johtuvan virheestä. Tarkoituksettoman toiminnan (”lipsahdus”) raportoitiin olevan syynä 24 kpl, 16 % onnettomuuksista. 26 kpl, 17 % onnettomuuksista raportoitiin johtuvan sääntörikkomuksista.

Liikennevirasto on vuodesta 2014 lähtien tilastoinut läheltä piti –tilanteita Suomenlahden meriliikenteessä. Vuonna 2015 tapahtui 3 kpl läheltä piti –tilannetta, joista 1 kpl säiliöalukselle. Mahdollisen karilleajon estoja tapahtui 7 kpl, mutta näistä tapauksista yhdessäkään ei ollut säiliöalusta osallisena. Vuonna 2016 tapahtui 3 kpl läheltä piti –tilannetta, joista 2 kpl säiliöalukselle. Mahdollisia karilleajon estoja tapahtui 6 kpl, joista 1 tapaus säiliöalukselle (Liikennevirasto, 2017)

2.3 Öljyonnettomuuteen liittyvien riskien mallintaminen

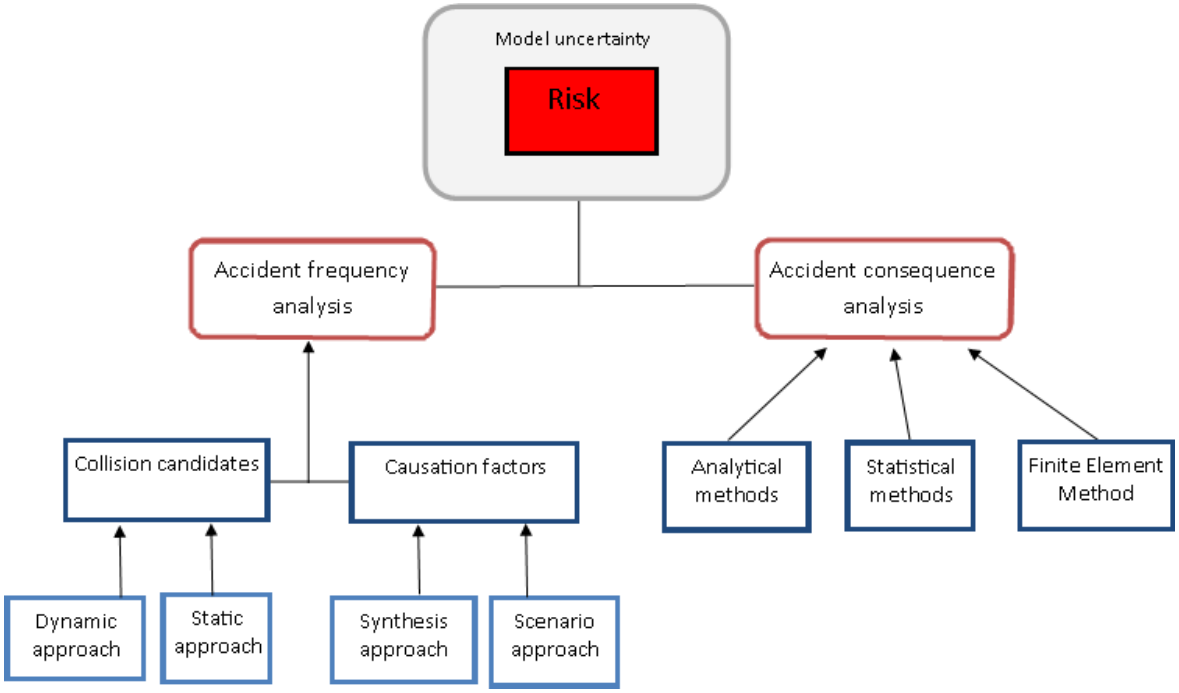
Kaksi tyypillisintä alusonnettomuustyyppiä Suomenlahdella ovat karilleajo ja törmääminen. Alusonnettomuuksien muodostama potentiaalisesti vakavan ympäristövahingon riskiä pyritään lieventämään ennaltaehkäisevästi. Riskienhallintaan voidaan käyttää kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n (International Maritime Organization) muodollista turvallisuusarviointia (Formal Safety Assessment, FSA). Erilaisiin riskeihin tulee pyrkiä löytämään tapauskohtaisesti tarkoituksenmukaisin lähestymistapa. Näin ollen tieto potentiaalisen alusöljyonnettomuuden esiintymistiheydestä ja vakavuudesta ei riitä vaan tietoisuus riskianalyysiin liittyvistä epävarmuuksista on olennaisen tärkeää riskienhallintaan liittyvässä päätöksenteossa. (Sormunen, 2016, s.8)

Alusöljyonnettomuuksien ehkäisemiseen tähtäävä riskienhallinta voidaan jakaa riski- ja varotoimiperusteiseen lähestymistapaan. Riskiperusteisessa lähestymistavassa riski on tapahtuneiden, ja sen myötä tilastoitujen, onnettomuuksien esiintymistiheyden ja

onnettomuuksien aiheuttamien vahinkojen tulo. Riskiperusteisessa lähestymistavassa alusöljyonnettomuuden riskiä pyritään hallitsemaan laatimalla saadun tuloksen perusteella kustannus - hyöty – analyysi, joka auttaa mitoittamaan riskienhallintatoimenpiteet mahdollisimman tarkoituksenmukaisiksi. Toinen menetelmä on vaihtoehtoisten riskien vertailu ja varautuminen pahimpaan arvioituun tilanteeseen. (Sormunen, 2016, s.8-9)

Riskiperusteisessa lähestymistavassa on heikkous: riskianalyysissa olevat, mahdollisesti vajavaisista tiedoista johtuvat, puutteet ja päätöksenteon perusteena käytettävissä olevaan tietoon liittyvät epävarmuudet ovat epäedullinen lähtökohta riskienhallinnalle. (Sormunen, 2016 s.8). Sen sijaan, että pyrittäisiin mallintamaan nimenomaista riskiä erityisen tarkasti, käytettävissä on menetelmä, kvantitatiivinen riskien mallintaminen, joka auttaa alentamaan alusöljyonnettomuuden riskiin liittyvän epävarmuuden siedettävälle tasolle (Sormunen, 2016, s.9).

Kahden aluksen törmäämistä voidaan mallintaa kaksiosaisella menetelmällä (Sormunen, 2016, s.9). Ensimmäisessä vaiheessa laaditaan tapaturmataajuusanalyysi (Accident frequency analysis).



Kuva 5: Periaatekaavio kvantitatiivisesta riskien mallintamisesta (quantitative risk analysis) (Sormunen, 2016, s.10).

Tämän jälkeen laaditaan onnettomuuksien seurausanalyysi (”accident consequence analysis”).

Tapaturmataajuusanalyysi pystytään muodostamaan sen jälkeen kun törmäyskandidaatit on valittu ja onnettomuuden syy-yhteystekijät määritelty (Sormunen, 2016, s.9). Törmäyskandidaatit voidaan valita käyttämällä tilastotietoa annetulla alueella tapahtuvasta meriliikenteestä. Dynaamisen arvioinnin käyttö merkitsee annetulla alueella tapahtuvan meriliikenteen simulointia (Sormunen, 2016, s.9).

Onnettomuuden seurausanalyysin laatimiseksi on olemassa kolme menetelmää: a) analyyttinen metodi, b) tilastollinen metodi ja c) elementtimenetelmä (Finite element method, FEM).

Elementtimenetelmän käyttäminen edellyttää yksityiskohtaista tietoa arvioitavan aluksen (törmäystilanteessa molempien alusten) kunnosta ja rakenteesta. Tilastolliset seurausanalyysimenetelmät eivät vaadi yksityiskohtaista tietoa analyysin kohteina olevista aluksista. Tilastollinen seurausanalyysi on laskennallisesti nopea ja käytännöllinen. Se ei ole sidottu aikaan tai onnettomuuden osapuolena olevaan alukseen, mikä aiheuttaa analyysiin epävarmuutta, koska menetelmä ei huomioi esimerkiksi aluksen kokoa (Sormunen, 2016, s.11). Analyyttinen menetelmä pystyy ottamaan huomioon alus- ja sijaintikohtaisia ominaisuuksia. Tilastollista vahinkoanalyysiä, elementtimenetelmää sekä analyyttistä menetelmää yhdistämällä on mahdollista päästä yksinkertaisempaan ja nopeampaan laskentaan, analyysin tarkkuuden kohtuuttomasti kärsimättä (Sormunen, 2016, s.12).

Epävarmuus on olennainen osa riskiä, joka voidaan jakaa kahteen kategoriaan: sattumanvaraiseen- ja episteemiseen epävarmuuteen. Sattumanvaraisella epävarmuudella viitataan tunnettujen lopputulosten todennäköisyyksien oletettuun samanarvoisuuteen. Episteemisellä epävarmuudella viitataan lopputulosten osittaiseen tuntemattomuuteen sekä analyysin lopputulosten keskenään eriarvoiseen todennäköisyyteen (Sormunen, 2016, s.13).

Onnettomuusriskin määrittäminen tapaturmataajuusanalyysin ja onnettomuuden seurausanalyysin summana, huomioimatta analyyseihin liittyvää epävarmuutta olisi onnettomuusriskin aliarvioimista. Riskianalyysin tehtävä on toimia syötteenä riskien vähentämiseen tähtäävässä päätöksentekoprosessissa, jonka perusteella riskienhallintatoimenpiteisiin ryhdytään. Epävarmuustekijän aliarvioiminen johtaisi vääjäämättä virheellisiin riskienhallintapäätöksiin (Sormunen, 2016, s.14).

2.4 Öljyonnettomuuden luonnolle aiheuttamat riskit

Mereen vuotaneen raakaöljyn vaikutus meriekosysteemiin on välittömien haittavaikutusten jälkeen huomaamaton, mutta pitkäaikainen. Mereen vuotanut öljy aiheuttaa (1) rantojen öljyyntymistä, (2) linnustotuhoja, (3) helposti vahingoittuvien lajien kantojen tuhoutumista, (4) muutoksia lajirunsaudessa, (5) muutoksia kalatuotannossa, (6) subletaaleja vaikutuksia eliöstöön, kuten häiriöitä käyttäytymisessä, kasvussa, lisääntymisessä, yhdyskuntien muodostuksessa ja levinneisyydessä, (7) öljyn kerääntymistä kudoksiin, sekä (8) muutoksia ekosysteemin toiminnassa (Pfister et.al. 1980, s.27-28).

Meriekosysteemissä raakaöljyn merkittävin vaikutus on toksisuus. Vaikutuksia on kahdenlaisia: ensimmäisessä vaihtoehdossa raakaöljy peittää eliön aiheuttaen tukahtumisen. Toisessa vaihtoehdossa eliön aineenvaihdunta häiriintyy raakaöljyn jouduttua eliöön ruuansulatuskanavan kautta (Nissinen, 2000, s.12).

Helpoimmin havaittava öljyvahingon ilmenemismuoto ovat rantojen öljyyntyminen ja linnuston kärsimät vahingot. Öljyn välitön vaikutus kaloihin tapahtuu esimerkiksi estämällä kidusten toiminnan ja suolistoon joutuessaan aiheuttaa kalan kuoleman. Öljyn pitkäaikaisvaikutuksia kalakantoihin ovat muun muassa (1) muutokset vaelluksissa, (2) lisääntymisessä, sekä (3) lajikoostumuksessa (Pfister et.al. 1980, s.28).

Alusöljyvahingon seurauksena rantavesiin ajautuva raakaöljy vaarantaa pohjaeläimistön. Simpukat, kotilot, madot, äyriäiset ja hyönteistoukat ovat hidasliikkeisyydestään johtuen kykenemättömiä väistämään öljyvahinkoa. Öljyn saastuttama plankton konsentroituu sitä ravintonaan käyttäviin eliöihin (Pfister et.al. 1980, s.28)

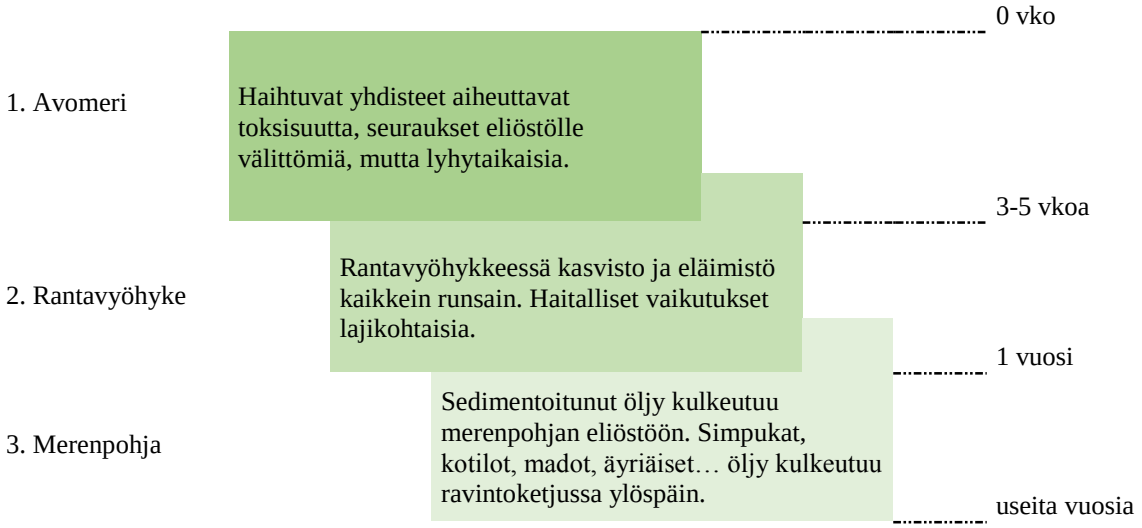
Raakaöljyn vaikutukset vaihtelevat meren osaekosysteemeissä. Avomerellä raakaöljyn haitallisen vaikutuksen voidaan arvioida kestävän vain viikkoja. Rantavyöhykkeessä raakaöljyn haitallisen vaikutuksen voidaan arvioida kestävän noin vuoden. Pohjaan sedimentoitunut raakaöljy hajoaa hitaasti ja haitallisen vaikutuksen voidaan arvioida kestävän useita vuosia (Nissinen, 2000, s.13).

Muutamat merieliöt, kuten Itämeren simpukka (*Macoma baltica*) kestää hyvin meren pohjaan sedimentoituneen raakaöljyn vaikutuksia. Toisaalta se varastoi öljyä kudoksiinsa ja siten toimii saastumisen indikaattorieläimenä (Nissinen, 2000, s.13). Mereen vuotaneen raakaöljyn vaikutukset meriekosysteemissä ovat lajikohtaisia, mistä seuraakin, että

alusöljyonnettomuuden seurauksena tapahtuva lajikoostumuksen muuttuminen palautuu ennalleen hyvin hitaasti (Nissinen, 2000, s.13).

Alusöljyonnettomuuden aiheuttama toksisuus voi saada paikallisesti kalakannan romahtamaan. Kaloilla on luonnostaan voimakas lisääntymispotentiaali, joten kalapopulaation paikallinen pienentyminen todennäköisesti korvautuu jäljelle jääneen populaation runsaan lisääntymisen seurauksena (Keinänen et.al. 2012, s.19).

Itämeren olosuhteissa öljyvahingon vaikutuksia korostaa meriveden alhainen suolapitoisuus. Öljyn liukeneminen veteen vähenee suolapitoisuuden kasvaessa. Tästä johtuen kalat saavat kidusten kautta hengittäessään suurempia öljyannoksia, kuin saisivat suuremman suolapitoisuuden omaavissa valtamerissä (Pfister et.al. 1980, s.156).



Kuva 6: Periaatekaavio öljyn vaikutuksesta osaekosysteemissä.

3 RAAKAÖLJY JA ESIMERKKEJÄ TORJUNTAMENETELMISTÄ

Tässä luvussa tarkastellaan raakaöljyn keskeisimpiä ominaisuuksia. Tarkastelun huomio kiinnittyy niihin ominaisuuksiin, jotka ovat olennaisia öljyntorjunnan näkökulmasta. Öljyntorjuntamenetelmien osalta valittu lähestymistapa korostaa öljyntorjuntaoperaation kokonaisvaltaista luonnetta. Seuranta ja arviointi eivät ole sinällään menetelmä öljyn torjumiseksi, mutta ne ovat olennaisessa osassa öljyntorjuntaresursseja kohdennettaessa.

3.1 Raakaöljy

Raakaöljy on orgaanisista aineksista vuosimiljoonien kuluessa muodostunut fossiilinen polttoaine. Raakaöljy muodostuu maankuoressa orgaanisten ainesten lämpöhajoamisen seurauksena paineen, lämpötilan sekä ajan yhteisvaikutuksesta (Geologian tutkimuskeskus, 2017). Esimerkkinä voidaan todeta, että Los Angelesin syvänteestä saatava öljy on nuorta, vain 10 miljoonaa vuotta vanhaa. Tämä johtuu siitä, että vallitsevan lämpötilan on havaittu olevan 115 °C. Joidenkin muiden öljylöytöjen yhteydessä on vallitsevan lämpötilan havaittu olevan noin 50 °C ja öljylöydön iäksi on vastaavasti arvioitu 300-500 miljoonaa vuotta (Geologian tutkimuskeskus, 2017).

Raakaöljy on sekoitus useita hiilivety-yhdisteitä. Näiden yhdisteiden koostumus vaihtelee molekyylipainoltaan keveistä haihtuvista yhdisteistä suuriin, molekyylipainoltaan haihtumattomiin yhdisteisiin. Raakaöljyn hiilivetyrakenne muodostuu pääasiallisesti asfaltaanista (13 %), hartsista (20 %), aromaattisista hiilivedyistä (29 %) ja kyllästetyistä hiilivedyistä (38 %). Edellä mainitut prosenttiosuudet ovat raskaalle raakaöljylle ominaisia osuuksia. Eri aineosien prosenttiosuudet vaihtelevat sen mukaisesti, onko kyseessä kevyt raakaöljy vai toisesta ääripäästä laimennettu bitumi (The National Academies Press, 2016).

Raakaöljyn ominaisuudet vaihtelevat: raakaöljyn tiheys on 700 - 1 000 kg/m^3, tämän ominaisuuden johdosta öljyt pääsääntöisesti kelluvat veden pinnalla meriveden tiheyden ollessa 1 030 kg/m^3. Raakaöljyssä olevat kevyet ainesosat haihtuvat suhteellisen nopeasti ja tämän johdosta jäljelle jäävän raakaöljyn tiheys kasvaa. Mereen valuneeseen raakaöljyyn voi sekoittua epäpuhtauksia, jotka osaltaan nostavat syntyneen seoksen tiheyttä aiheuttaen raakaöljyn painumisen pinnan alle. Jos näin käy, se entuudestaan vaikeuttaa öljyntorjuntatöitä (The National Academies Press, 2016).

Öljyntorjunnan kannalta merkittävin raakaöljyn ominaisuuksia muuttava tekijä on haihtuminen. Jos vallitseva ilman lämpötila on enemmän kuin 0 °C, jo muutamassa päivässä kevyemmät raakaöljyn ainesosat kuten bensiini, haihtuvat kokonaan (The National Academies Press, 2016). Muita raakaöljyn ominaisuuksia muuttavia tekijöitä ovat hapettuminen, emulgoituminen, liukeneminen, biohajoaminen, dispersio ja sedimentoituminen (Hupponen, 2007, s.25)

Viskositeetti voidaan määrittää ilmaisulla: ’nesteen virtausvastus’. Vedellä on alhainen viskositeetti ja näin ollen virtaa helposti. Raakaöljyn viskositeetti on vettä korkeampi ja sen viskositeettiin vaikuttavat suuret polaariset molekyylit, kuten hartsi ja asfaltaanit (The National Academies Press, 2016). Lämpötilalla on merkittävä vaikutus raakaöljyn viskositeettiin siten, että mitä alhaisempi lämpötila, sitä korkeampi viskositeetti. (The National Academies Press, 2016)

Leimahduspisteellä tarkoitetaan lämpötilaa, jolloin nesteestä haihtuva höyry muodostaa riittävän rikkaan kaasuseoksen, jotta sen voi saada syttymään avotulella. Neste, jonka leimahduspiste on 60 °C tai sen alle, voidaan määritellä polttonesteeksi. Alusöljyvahinkoa torjuttaessa tulee huomioida, että raakaöljystä haihtuva bensiini on syttyvä kaikissa olosuhteissa ja näin ollen muodostaa vaaran, joka tulee huomioida öljyntorjuntatoimiin ryhdyttäessä (The National Academies Press, 2016).

Raakaöljyllä on ominaisuutena tarttua pintoihin, joihin se on joutunut kosketuksiin. Öljyntorjuntatöitä silmällä pitäen kysymykseen tulevat rannat, rakennettu infrastruktuuri sekä kasvillisuus. Raakaöljyn ”tarttuvuus” ei ole ominaisuus, johon kiinnitettäisiin huomiota raakaöljyn teollisessa jalostuksessa. Raakaöljyssä olevat aromaattiset- ja kyllästetyt hiilivedyt tekevät siitä vähemmän ”tarttuvan”, kuin hartsi ja asfaltaanit (the National Academies Press, 2016).

Yhdysvaltain Energiahallinnon (U.S. Department of Energy) alainen virasto EIA (Energy Information Agency) on arvioinut vuonna 2016 maailman öljyvarantojen suuruudeksi 262,4 miljardia kuutiometriä. Viisi suurimmat öljyvarannot omaavaa maata varantojen suuruusjärjestyksessä ovat: 1) Venäjä, 2) Saudi Arabia, 3) Yhdysvallat, 4) Irak ja 5) Kiina (CIA, 2017). Vuonna 2014 raakaöljyä tuotettiin 4 221 miljoonaa tonnia. Vastaavasti öljynkulutus oli 4 211 miljoonaa tonnia (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2017).

3.2 Yleisimpiä torjuntamenetelmiä

3.2.1 Seuranta ja arviointi

Välittömästi alusöljyonnettomuuden tapahduttua on muodostettava ajantasainen tilannekuva ja laadittava ennuste tilanteen edistymisestä sekä aloitettava tarkoituksenmukaiset toimenpiteet jo ennalta laadittujen öljyntorjuntasuunnitelmien pohjalta. Tilanteen kehittymistä tulee arvioida ilmavalvonnan sekä tietokonemallinnusten perusteella laadittujen ennusteiden mukaan. Mahdollisuus vuotavan aluksen hinaamisesta turvasatamaan, missä olosuhteet ovat edulliset torjuntatöitä silmällä pitäen, on tarkistettava. Vuodenajasta ja lämpötilasta riippuen öljyn haihtuminen voi olla niin voimakasta, että vaadittavat torjuntatoimenpiteet voidaan mitoittaa pienemmille resursseille. Torjuntamenetelmiä valittaessa tulee huomioida, aiheutetaanko niillä enemmän haittaa kuin hyötyä (OPRC, 2015, s.29-37).

3.2.2 Dispergointiaineet

Dispergointiaineilla muutetaan veteen valuneen raakaöljyn ominaisuuksia siten, että se pieniksi pisaroiksi jakaantuneena sekoittuu veteen. Dispergointi edesauttaa öljyn hajoamista siten, että pieniksi pisaroiksi hajonneena ja veteen sekoittuneena meressä elävä luonnollinen bakteerikanta hajottaa mereen valuneen öljyn lopullisesti. Dispergointiaineen käyttöä harkittaessa on otettava huomioon mereen valuneen öljyn ominaisuudet, vallitsevat meri- ja sääolosuhteet, ympäristön herkkyys sekä kansalliset määräykset koskien dispergointiaineen käyttöä (ITOPF-4, s.3). Dispergointiainetta käytettäessä on varmistettava, että olosuhteet toimenpiteen onnistumiselle ovat olemassa. Esimerkiksi optimi tuulennopeus on 4-12 m/s. Dispergointiaineet ovat lähtökohtaisesti suunniteltu käytettäväksi merivedessä, missä veden suolaisuusaste on 30-35 tuhannesosaa. Murtoveden suolaisuusaste on 5-10 tuhannesosaa, minkä vuoksi dispergointiaineen käyttämiselle ei välttämättä ole edellytyksiä. (ITOPF-4, s.4)

Raakaöljyn korkeasta viskositeetista johtuen dispergointiaine ei välttämättä pääse kunnolla tunkeutumaan öljyyn, hajottaen sitä pieniksi pisaroiksi vaan dispergointiaine huuhtoutuu mereen. Dispergointiaineen käyttämisen aikaikkuna on verrattain kapea. Dispergointiainetta tulisi päästä käyttämään jo muutaman tunnin mutta viimeistään muutaman päivän kuluessa. (ITOPF-4, s.4) Dispergointiainetta voidaan levittää sekä lentokoneesta, että laivasta. Sen menekkiä laskettaessa tulee huomioida sekä meren pinnalle valuneen öljylautan pinta-ala,

että meren pinnalle muodostuneen öljylautan paksuus. Esimerkin omaisesti voidaan laskea, että 10 000 m^2 kokoisen ja 0,1 mm paksuisen öljykalvon vaatima dispergointiaineen määrä on 10 000 m^2 x 0,0001 m = 1 m^3 (1 000 l.) (ITOPF-4, s.8).

Avomeriolosuhteissa menestyksekkäällä dispergointiaineen käytöllä mereen valunut öljy saadaan hajoamaan jo muutamassa tunnissa tasolle, mikä ei aiheuta pitkäaikaista haittaa meriekosysteemille. Edellytyksenä kuitenkin on, että öljyntorjuntatoiminnassa onnistutaan käyttämään hyväksi sitä lyhyttä aikaikkunaa, jonka puitteissa mereen valuneella raakaöljyllä on jäljellä ne fysikaalis-kemialliset ominaisuudet (esimerkiksi mahdollisimman alhainen viskositeetti), jotka vielä mahdollistavat dispergointiaineen käytön (ITOPF-4, s.10). Ennalta laadittu valmiussuunnitelma ja sen harjoitteleminen, sekä etukäteen sovitut reunaehdot dispergointiaineen käytölle myötävaikuttavat merkittävästi dispergointiainetta hyväksi käyttävän öljyntorjuntaoperaation onnistumiseen (ITOPF-4, s.10).

3.2.3 Vahinkojen rajoittaminen ja korjaaminen

Mereen vuotaneen raakaöljyn leviämisen ja vuotopaikan läheisyydessä olevien rantojen suojaaminen tapahtuu tehokkaimmin öljyntorjuntapuomien avulla (ITOPF-3, s.2). Öljyntorjuntapuomit ovat kelluvia, mereen asetettavia esteitä, joiden tehtävänä on a) öljylautan leviämisen estäminen ja keskittäminen rajatummalle alueelle, b) öljylautan kulkusuunnan muuttaminen halutulle keräyspaikalle, sekä c) suojelu: öljylautan pääsyn estäminen taloudellisesti arvokkaille tai ekologisesti herkille alueille (ITOPF-3, s.2).

Suunniteltaessa öljyntorjuntatoimia puomeja hyväksikäyttäen tulee huomioida muun muassa torjunnan priorisointi, sääolosuhteet, sekä vesistön virtaukset. Öljypuomien tekniset rajoitteet tulee huomioida (puomin kallistuminen liian voimakkaassa virtauksessa) ja torjunnassa on varauduttava myös improvisointiin, esimerkiksi rakentamalla puomi paikan päällä oljista ja verkosta (ITOPF-3. s.11).

Rantojen onnistunut suojaaminen öljyntorjuntapuomeja hyväksikäyttäen johtaa todennäköisesti huomattaviin kustannussäästöihin johtuen siitä, että öljyn kerääminen rannoilta on huomattavan työvoimavaltaista. (OPRC, s.35)

3.2.4 Rantojen siivoaminen

Öljyntorjuntatoimilla harvoin onnistutaan kokonaan estämään raakaöljyn ajautumista rannoille (ITOPF-7, s.2). Alusöljyonnettomuuden tapahduttua on välittömästi

valmistauduttava myös rantojen puhdistamiseen. Tehtävässä menestyminen edellyttää ajantasaista valmiussuunnitelmaa, jossa esitettyjä toimenpiteitä tulee olla harjoiteltu. Öljyntorjuntaorganisaatiolla on oltava hyvä paikallistuntemus öljyntorjunta- ja raivaustehtävän suorittamiseksi.

Öljyvuodon torjunta rantavesistä ja rannoilta voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: 1) alkuvaiheen torjunta: rantavesiin ajautunutta raakaöljyä kerätään jo suoraan merestä ja ohjataan alueelle, missä torjuntatoimien onnistumiselle on mahdollisimman hyvät edellytykset, 2) jälkitorjunta: rantautuneen öljyn ja saastuneen maa-aineksen kerääminen ja puhdistaminen, sekä 3) ennallistaminen: jäljelle jääneiden öljytahrojen ja saastuneiden ainesten poistaminen, jos tarpeellista (ITOPF-7, s.2).

Suhteellisen tyyneen rantaveteen ajautunut raakaöljy voidaan kerätä käyttäen pumppujärjestelmiä, imuautoja sekä erikseen tarkoitusta varten kehitettyjä kerääjiä, skimmereitä. Skimmeri on laite, joka erottaa pyörivän nauhan avulla öljyn nesteen pinnalta. Öljy tarttuu nauhaan, mistä öljy kaavitaan valumiskourun kautta öljynerotussäiliöön. Raakaöljyä on mahdollista kerätä esimerkiksi yhdellä imuautolla 20 m^3/d (ITOPF-7, s.3). Korkean viskositeetin omaavien öljylaatujen tai jopa puolikovien emulsioiden kerääminen onnistuu koneellisesti suoraan meriveden pinnalta, jos olosuhteet sään puolesta ovat suotuisat. Pyöräkuormaajalla keräämällä voidaan yltää työsaavutukseen 400 – 800 m^3 öljyistä jätettä vuorokaudessa. Edellä mainitussa tilanteessa öljyn pitoisuus jätteessä kuitenkin harvoin ylittää 25 % osuutta. Loput ovat hiekkaa ja rannalla olevaa orgaanista ainesta. Koneellisesti talteen kerättynä ja sekoittuneena kyseinen massa on kuitenkin käsiteltävä öljyjätteenä. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että käsin keräämällä voidaan yltää 1 – 2 m^3/henkilö öljyistä jätettä vuorokautta kohden, mutta vastaavasti kerätyn jätteen öljypitoisuus on huomattavasti konekeräystä korkeampi ja oheisvahingot ympäristölle ovat vähäisemmät (ITOPF-7, s.4)

Taulukko 1: Raivaustoimenpiteet eri rantatyypeiltä voidaan esittää seuraavasti (ITOPF-7).

	Aallonmurtajat yms. Infrarakenteet	
	helposti lähestyttävä alue	vaikeasti lähestyttävä alue
Vaihe 1	Skimmerit, pumput, imuautot, huuhtelu	käsin kerääminen, imeytysaineen käyttö
Vaihe 2	Painepesu, luontainen puhdistaminen	Luontainen puhdistuminen, käsin peseminen
Vaihe 3	Luontainen puhdistaminen, käsin pesu	Luontainen puhdistaminen

	Luonnonkivet, pikkukivet	
	helposti lähestyttävä alue	vaikeasti lähestyttävä alue
Vaihe 1	Skimmerit, pumput, imuautot, huuhtelu	käsin kerääminen, imeytysaineen käyttö
Vaihe 2	Painepesu, luontainen puhdistaminen	Luontainen puhdistaminen, käsin peseminen
Vaihe 3	Luontainen puhdistaminen, käsin pesu, hiekkapuhallus	Luontainen puhdistaminen

	Suuret kivet, lohkareet	
	helposti lähestyttävä alue	vaikeasti lähestyttävä alue
Vaihe 1	Skimmerit, pumput, imuautot, huuhtelu	käsin kerääminen, imeytysaineen käyttö
Vaihe 2	Painepesu, imeytysaineen käyttö, luontainen puhdistaminen	Luontainen puhdistaminen, käsinpesu
Vaihe 3	Luontainen puhdistaminen, painepesu, hiekkapuhallus	Luontainen puhdistaminen

	Hiekkarannat	
	helposti lähestyttävä alue	vaikeasti lähestyttävä alue
Vaihe 1	Skimmerit, pumput, imuautot, käsin / mekaanin keräys, huuhtelu, keräyskaivannot	Käsinkeräys ja imeytysaineet
Vaihe 2	Huuhtelu, käsinkeräys, mekaaninen kerääminen	Luontainen puhdistaminen, käsinpesu
Vaihe 3	Luontainen puhdistaminen, huuhtelu, kyntäminen ja seulonta, erillisten puhdistimien / pesurien käyttö	Luontainen puhdistaminen

	mutaiset rannat	
	helposti lähestyttävä alue	vaikeasti lähestyttävä alue
Vaihe 1	skimmerit, pumput, imuautot, huuhtelu	Käsinkeräys ja imeytysaineet
Vaihe 2	huuhtelu, käsinkeräys	Luontainen puhdistaminen, käsinpesu
Vaihe 3	luontainen puhdistaminen	Luontainen puhdistaminen

Taulukkoa 1 tarkasteltaessa voidaan todeta, että vaikeasti lähestyttäviltä alueilta, sekä puhdistustöiden viimeistelyvaiheessa käsin puhdistaminen näyttelee merkittävää roolia. Käsin puhdistaminen on työvoimavaltaisuudesta johtuen sekä nopeudeltaan hidasta, että taloudellisilta kustannuksiltaan kallista.

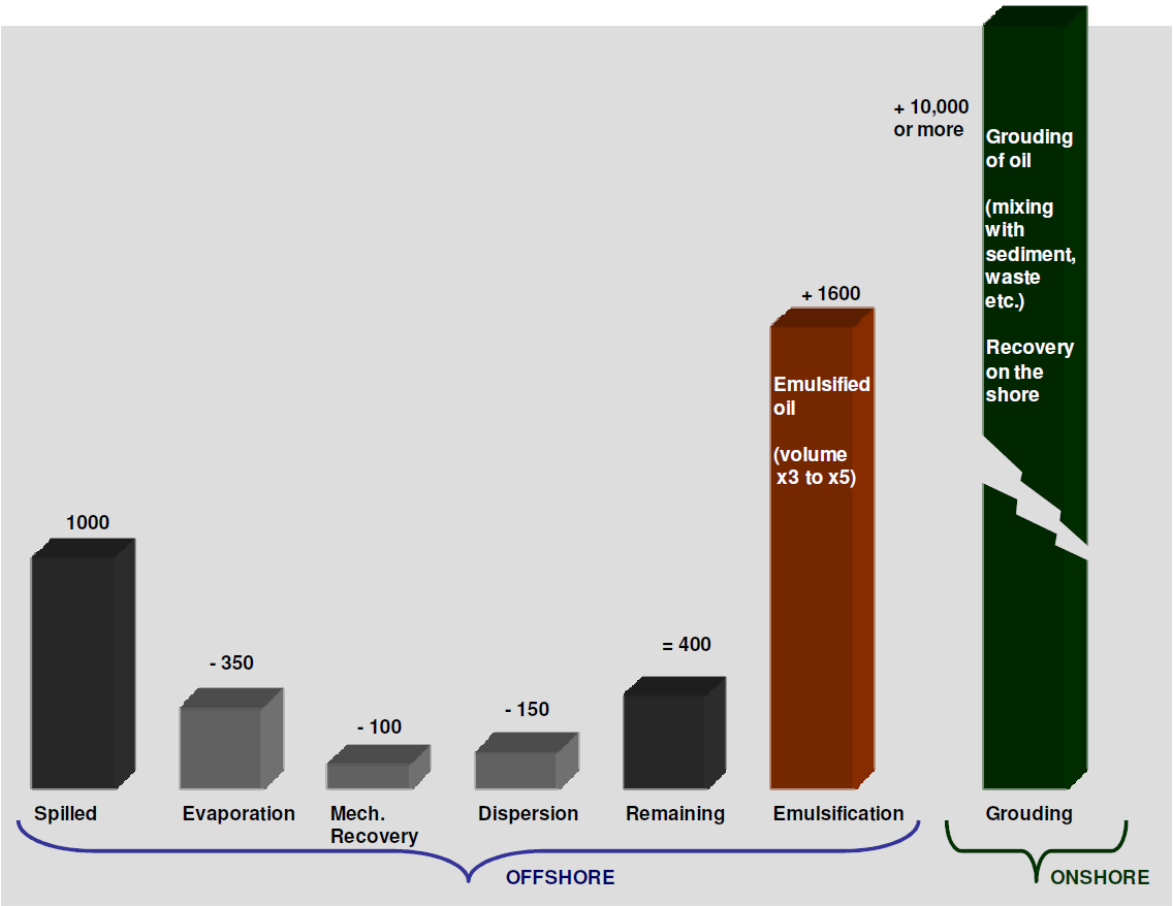
Edellytyksenä menestyksekkäälle rantojen siivoamiselle alusöljyvahingon jäljiltä ovat vaadittavan henkilöstön, välineiden sekä materiaalien välitön saatavuus. Torjunta- ja siivousoperaation johto-organisaatio vastuusuhteineen tulee olla ennakolta muodostettuna. Ennen puhdistustyön aloittamista tulee puhdistusalue olla määriteltynä. Jätehuoltoon välittömästi keräämisen jälkeen tulee kiinnittää huomiota. Raskailla koneilla suoritettu massamainen puhdistustyö myös moninkertaistaa öljyisen jätteen määrän. Sen vuoksi hidas käsin kerääminen voi kuitenkin osoittautua varteenotettavaksi vaihtoehdoksi (ITOPF-7, s.19)

3.2.5 Jätehuolto

Alusöljyonnettomuuden tapahduttua ja öljyntorjuntaorganisaation muodostamisen jälkeen on tehtävä jo ainakin alustava päätös, mitä alusöljyonnettomuuden seurauksena syntyvälle öljyjätteelle tehdään. Välitön toimenpide päätöksen perusteeksi on laatia arvio syntyvän öljyjätteen määrästä. Arvion lähtökohtana on tieto mereen valuneen raakaöljyn määrästä. Riippuen siitä, kuinka lähellä rannikkoa alusöljyonnettomuus on tapahtunut, voidaan arvioida, kuinka suuri osa mereen valuneesta raakaöljystä ehditään keräämään jo merestä ja kuinka suuri osa siitä ajautuu rantaan. Riippuen siitä, minkä tyyppiseen rantaan raakaöljyä on ajautumassa, voidaan laatia alustava arvio, millainen määrä ja minkä laatuista öljyistä jätettä on muodostumassa. (ITOPF-9, s.2)

Mahdollisuuksien mukaan syntyvää jätemäärää tulee pyrkiä hallitsemaan esimerkiksi valikoivia puhdistustekniikoita soveltamalla. Jo rannalta raivattaessa tulee mahdollisuuksien mukaan kerättävän öljyjätteen öljypitoisuutta pyrkiä nostamaan suodattamalla ylimääräinen vesi jätteestä pois, sekä pyrkiä käyttämään imeytysaineita, silloin kun se on mahdollista. Raivaustöihin käytettäviä välineitä ja varusteita tulee huoltaa ja käyttää uudelleen mahdollisuuksien mukaan, jolloin vähennetään sekundäärisen öljyvahinkojätteen syntymistä. Öljyvahinkojätettä tulee pyrkiä kierrättämään käyttämällä sitä soveltuvin osin maantäyttöön infrarakennuskohteissa. Öljyjätteen polttaminen muun yhdyskuntajätteen mukana lämmön- ja sähköntuotantoon on usein käytettävissä oleva vaihtoehto. Paikallisten jätteenpolttolaitosten kapasiteetti voi kuitenkin muodostua rajoittavaksi tekijäksi. Jos edellä mainitut vaihtoehdot eivät tule kysymykseen, voidaan öljyinen jäte loppukäsitellä kompostoimalla. (ITOPF-9, s.9)

Öljyisen jätteen keskeinen ominaisuus on, että varsinainen öljypitoisuus on suhteellisen alhainen ja mitä pitempään raakaöljy on ollut meressä, sitä enemmän se ehtii emulgoitua meriveden kanssa muodostaen nestemäistä öljyjätettä, jonka tilavuus voi olla moninkertainen mereen valuneeseen öljymäärään nähden (Hupponen, 2007, s.27). Kun mereen vuotanut raakaöljy saavuttaa rannat, siihen tarttuu hiekkaa, kiviä sekä rannalla olevaa orgaanista jätettä. (ITOPF-9, s.3-11)



Kuva 7: Mereen vuotaneen öljyn massatase. (IMO, 2010, s.4)

Alusöljyvahingon seurauksena muodostunut suuri määrä öljyistä jätettä muodostaa logistisen ongelman. Jotta varsinainen öljyjäte voidaan raivata rannoilta keskeytyksettä, on todennäköisesti turvauduttava öljyjätteen välivarastointiin. Tämä antaa öljyntorjuntaorganisaation johdolle aikaa tutkia eri jätteenhävittämismahdollisuuksia siinä tapauksessa, että ennakkosuunnittelun perusteella mitään yksittäistä hävittämismenetelmää tai paikkaa ei ole erikseen osoitettu.

Jätejakeet tulee pyrkiä erottelemaan jo keräysvaiheessa mahdollisimman hyvin. Näin vältytään ylimääräisiltä kustannuksilta myöhemmin (ITOPF-9, s.6).

Syntyvän öljyisen jätteen määrää voidaan pyrkiä vähentämään laatimalla arvio, mille rantakaistalle mereen valunut raakaöljy todennäköisesti rantautuu. Puhdistamalla kyseinen rantakaista ylimääräisestä, irtaimesta jätteestä ennen raakaöljylautan rantautumista, voidaan syntyvän öljyisen jätteen määrää alentaa merkittävästi. Vastaavasti rantakaistoja, joilla tiedetään olevan suuret määrät esimerkiksi orgaanista materiaalia, kannattaa suojata öljyntorjuntapuomeilla siten, että lähestyvä öljylautta ei pääse rantaan asti. (ITOPF-9, s.6-7)

Vähän käytetty keino öljyjätteen hävittämiseen on biohajottaminen. Tässä menetelmässä öljyisen jätteen annetaan säistyä sopivalla alueella. Biohajottaminen on kuitenkin varsin rajallinen keino, sillä se vaatii suhteellisen suuria maa-alueita ja on menetelmänä hidas. Biohajottamisella pystytään käsittelemään öljyistä jätettä noin 400 t/ha. Saastuneen materiaalin öljypitoisuuden tulisi olla alhainen. Kun suurin osa öljystä on hajonnut, voidaan materiaalia käyttää esimerkiksi täytemaana maa- ja metsätaloudessa. Maataloudessa käytettäessä tulee korjatun sadon mahdollisia raskasmetallipitoisuuksia tarkkailla (ITOPF-9, s.10).

3.2.6 Vaihtoehtoiset käsittelymenetelmät

Alusöljyonnettomuuden vahinkojen torjuntaan on käytettävissä perinteisten menetelmien lisäksi jäteöljyn polttaminen jo suoraan meressä, sekä biokorjaaminen (OPRC, 2015, s.37).

Mereen valuneen raakaöljyn polttaminen jo meressä soveltuu suhteellisen laajoille öljyvuodoille. Hävitettävän öljylautan minimipaksuus on 2 millimetriä. Paikalla polttamalla voidaan onnistua hävittämään 60 – 90 % mereen valuneesta raakaöljystä. Tätä menetelmää harkittaessa on kuitenkin huomioitava, että se ei sovellu menetelmäksi asuttujen alueiden läheisyyteen. Mereen vuotanut raakaöljy on syttymisherkintä ensimmäisten tuntien ja päivien aikana, jolloin bensiinin haihtuminen on suurimmillaan. Tämä seikka on syytä huomioida öljyntorjuntahenkilöstön omaa turvallisuutta silmällä pitäen. (OPRC, 2015, s.37)

Biokorjaaminen on menetelmä, missä jo meressä olevaan raakaöljyyn lisätään bakteerikasvustoja, jotka tehostavat raakaöljyn biologista hajoamista. Tätä menetelmää harkittaessa tulee varmistua, että bakteerikasvusto, joka ei välttämättä alun perin kuulu paikalliseen bakteerikantaan, ei leviä aiheuttaen ylimääräistä vahinkoa paikalliselle ekosysteemille. (OPRC, 2015, s.37)

4 KOKEMUKSIA ÖLJYVAHINKOJEN TORJUNNASTA

Tässä luvussa tarkastellaan alusöljyvahinkojen kustannuksia, sekä ympäristövahinkoja kolmen suuren alusöljyvahingon kautta. Kyseiset tapaukset: Antonio Gramsci (1979), Exxon Valdez (1989) sekä Prestige (2002) saivat kukin aikanaan laajalti huomiota julkisuudessa, eivätkä aiheetta. Alusöljyonnettomuudet aiheuttavat melkeinpä poikkeuksetta laajat vahingot, ei ainoastaan ympäristölle vaan paikallisille elinkeinoille alueille, jotka sijaitsevat joko suoraan ympäristövahinkoalueella tai kyseessä oleva elinkeino on riippuvainen ympäristövahinkoalueella harjoitettavasta toiminnasta.

4.1 Antonio Gramsci 1979

Itämeren toistaiseksi pahin öljyvahinko tapahtui 27.02.1979, jolloin 40 000 DWT säiliölaiva MT Antonio Gramsci ajoi karille Ventspilsin edustalla Latvian rannikolla. Onnettomuuden seurauksena mereen pääsi 5 000 – 6 000 t raakaöljyä (Pfister et. al. 1980, s.35). Neuvostoliittolaisten esittämän virallisen ilmoituksen mukaan 500 t onnistuttiin keräämään Ventspilsin sataman alueella välittömästi onnettomuuden jälkeen. Kova tuuli ajoi kuitenkin jäljellä olevan raakaöljyn avomerelle. Tuulen mukana kohti pohjoista ajelehtiva öljylautta saavutti kiintojään reunan 26.03.1979 arviolta 20 – 30 km Utöstä etelään. 28.03.1979 itätuuli alkoi työntää öljylauttaa kohti Tukholman saaristoa. 29.03.1979 öljylautta saavutti Ruotsin aluevedet ja 02.-03.04.1979 kaikkialla Tukholman saaristossa havaittiin paakkuuntunutta, jääsohjoista öljyä (Pfister et. al. 1980, s.37).

30.03.1979 Viranomaiset sekä joukko tutkijoita eri yliopistoista sopivat tutkimustyön aloittamisesta öljyvahingon biologisten haittavaikutusten selvittämiseksi. Valtioneuvosto teki päätöksen käyttää öljynsuojarahaston varoja tutkimustyön rahoittamiseksi. Tutkimustyön tavoitteeksi sovittiin 1) pitkäaikaisten ekologisten muutosten toteaminen, 2) kalavahinkolainsäädännön perusteella päätettiin tutkia vahingon aiheuttamat muutokset kalakantaan, sekä 3) öljyvahingon vaikutus ekosysteemiin yleensä. Suomessa ei vastaavaa tutkimusta ollut aikaisemmin tehty (Pfister et. al. 1980, s.11).

Huhti-toukokuun vaihteessa tuulensuunnan kääntyessä lounaiseksi, alkoi hajanaisia öljylauttoja ajelehtia takaisin Suomen aluevesille siten, että 04.05.1979 Eckerön ja Kökarin välinen saaristo Ahvenanmaalla oli öljyn saastuttama. Tässä vaiheessa öljyntorjunnan sekä

johtovastuu, että taloudellinen vastuu siirtyi Ahvenanmaan maakuntahallitukselta merenkulkuhallitukselle joka esitti virka-apupyynnöt tarpeellisiksi katsotuille tahoille, muun muassa puolustusvoimille. Öljyntorjuntaan osallistui tässä vaiheessa vajaa 2 000 henkilöä. Toukokuun aikana voimistunut lounaistuuli toi vielä lisää öljyä Ahvenanmaan saaristoon siten, että esimerkiksi Lågskärissä jouduttiin suorittamaan puhdistustöitä kolme kertaa. 27.06.1979 puhdistustyöt saatettiin päätökseen. Öljyistä jätettä oli tuolloin kerätty noin 500 t noin 1 300 km^2:n alueelta (Pfister et. al. 1980, s.38).

Merenkulkuhallitus päätti hävittää lounaisilta merialueilta ja saaristosta kerätyn öljyjätteen ostamalla hävittämispalvelun Agro-Consulting toiminimeltä. Annettu tarjous perustui ajatukseen polttaa öljyjäte tilapäisessä polttouunissa, joka rakennettaisiin sopivaksi katsottuun paikkaan ja poltto tapahtuisi lisäpolttoaineen, -hapen ja paineilman avulla. Heinäkuun alussa 1979 tehty sopimus jouduttiin kuitenkin purkamaan 23.08.1979. Sopimuksen purkamisen peruste oli, että merenkulkuhallitus ei ollut öljyjätteen hävittämistä valmistellessaan ottanut riittävällä tavalla huomioon jätehuoltolain vaatimuksia koskien neuvottelemista jätehuoltoviranomaisten kanssa. Merenkulkuhallitus ei myöskään ollut riittävällä tavalla huomioinut öljyjätteen hävittämiseen Bokullan saarella liittyviä ympäristötekijöitä, kuten päätöstä sijoittaa perustettavan kansallispuiston ympäristönhoitoalue sinne. (Pfister et. al. 1980, s.39)

Samaan aikaan öljyjätteen hävittämislupamenettelyn kanssa merenkulkuhallitus sai tiedon, että Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtailla on tekniset edellytykset öljyjätteen hävittämiseen. Saamansa tiedon perusteella Merenkulkuhallitus katsoi tarkoituksenmukaisemmaksi tehdä Outokumpu Oy:n kanssa sopimus öljyjätteen hävittämisestä. Sopimus allekirjoitettiin 24.08.1979, minkä jälkeen öljyjätteellä lastatut kolme proomua kahden hinaajan vetämänä lähtivät Maarianhaminasta kohti Kokkolaa 08.09.1979 ja saapuivat perille 19.09.1979 (Pfister et. al. 1980, s.41).

MT Antonio Gramscin öljyvahingosta Suomelle aiheutuneet kustannukset olivat noin 15 000 000 Smk, mikä vastaa 8 360 000 Eur, kun inflaatio sekä markan ja euron välinen kurssi huomioituna. Yksilöidyt öljyvahinkokustannukset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2:MT Antonio Gramscin öljyvahingosta Suomelle koituneet kustannukset (Pfister et. al. 1980, s.43).

Merenkulkuhallituksen vuonna 1979 maksamat tositteisiin perustuvat öljyntorjuntamenot	Smk	Eur (2017)
Työpalkat ja muut henkilökohtaiset korvaukset	1 900 000	1 300 000
Työväline-, suojavaatetuskalusto ja muut varustehankinnat	1 400 000	800 000
Poltto- ja voiteluainehankinnat	68 000	38 000
Proomujen ja kuljetusvälineiden vuokrat (MKH:n ulkopuolisilta vuokraamat)	660 000	370 000
Kuljetus-, hinaus- ja nosturipalvelut	64 000	35 000
Öljyjätteen hävittäminen	470 000	260 000
Korjaus- ja varaosapalvelut	340 000	190 000
Julkisille laitoksille sekä muille torjuntaan osallistuneille yhteisöille maksetut korvaukset	980 000	540 000
viestintä ja muut menot	52 000	29 000
Muut öljyntorjuntatyöstä aiheutuneet kulut		
Merenkulkulaitoksen alusten käyttö	1 700 000	940 000
Puolustusvoimat	3 600 000	2 000 000
Rajavartiolaitos	1 200 000	690 000
Ahvenanmaan maakuntahallitus	1 200 000	690 000
Outokumpu Oy:n öljyjätteen polttamissopimuksen v. 1979 veloittamatta oleva osuus	300 000	170 000
MKH:n öljyntorjuntakaluston valmiusvarastoista Ahvenanmaalle siirretyn ja öljyntorjuntatyössä tuhoutuneen kaluston arvo	120 000	66 000
Hankituista tarvikkeista säästyneet ja valmiusvarastoihin siirretyn tarvikemäärän arvo	320 000	180 000
MKH:n alusten suorittama torjuntatyöntekijöiden muonitus	33 000	18 000
Merenkulkulaitoksen yleiskustannuksia ja työpalkkojen sosiaalimenoihin liittyvä laskennallinen varaus	100 000	55 000
Asianajajan palkkioon ja korvauksen esittämisen aiheuttamiin menoihin liittyvä varaus	250 000	140 000
Ympäristötutkimukseen liittyvä varaus	350 000	190 000
YHTEENSÄ	15 000 000	8 400 000

Taulukossa 2 ei ole huomioitu merenkulkuhallituksen Agro-Consulting toiminimelle suorittamaa 164 300 markan (91 000 eur) maksua öljyjätteen hävittämistä koskevan

sopimuksen purkamisesta. Valtioneuvoston raha-asiainvaliokunta edellytti samalla kauppa- ja teollisuusministeriötä selvittämään, oliko sopimusta purettaessa menetelty valtion edun mukaisesti. Merenkulkuhallituksen 17.10.1979 toimittaman selvityksen perusteella kauppa- ja teollisuusministeriö totesi ettei perusteita vahingonkorvauksien vaatimiseen merenkulkuhallitukselta tai sen yksittäisiltä virkamiehiltä ole (Pfister et.al. 1980, s.42). Jos öljyntorjuntakustannuksissa huomioidaan Agro-Consulting toiminimelle suoritettu 164 000 markan (91 000 eur) suuruinen korvaus öljyjätteen hävittämissopimuksen purkamisesta, voidaan todeta, että öljyntorjunnan kokonaiskustannuksiksi muodostuu 15 300 000 Smk (1979), yksikkökustannukseksi (200 t) muodostui 76 000 mk/t mikä nykyrahassa (8 500 000 Eur (2017)) vastaa 42 000 eur/t (2017). Vastaavasti voidaan ajatella, että yhden neliökilometrin puhdistaminen tuli maksamaan 12 000 Smk/km^2 (1979), mikä nykyrahaksi muutettuna on 6 500 eur/km^2 (2017). On kuitenkin syytä muistaa, että luonnonolosuhteiden voimakkaasti vaihdellessa, ei ole aihetta olettaa, että pinta-alaan perustuvat yksikkökustannukset olisivat suoraan vertailukelpoisia jossakin muualla tapahtuneeseen öljyvahinkoon nähden.

Alusöljyvahinkojen torjumisesta annetun lain (668/72, 8§ 1. momentti) perusteella merenkulkuhallitus oli öljyntorjunnasta vastaava viranomainen MT Antonio Gramscin karilleajon aikana. Sama velvollisuus oli kirjattu, mutta ei vielä tapahtuma-aikana voimassa olevaan lakiin vesien pilaantumisen ehkäisemisestä (300/79, 12§ 1.momentti). Kun alusöljyvahinko arvioidaan niin suureksi, ettei paikallisen kunnan resursseja voi pitää riittävänä torjuntatoimien menestyksekkääseen hoitamiseen, siirtyy vastuu merenkulkuhallitukselle, joka asettaa torjuntatöiden johtajan ja osoittaa hänen käyttöönsä tarvittavat henkilö-, materiaali- sekä taloudelliset resurssit (Pfister et. al.1980, s.44).

Merenkulkuhallitus sai ensimmäisen tiedon öljyvahingosta 12.03.1979, mutta Itämeren öljyvahingon johtoryhmä perustettiin vasta 28.03.1979. Tätä ennen öljylautat olivat jo ehtineet pysähtyä kiintojäihin Utön edustalle. Laki (668/72 14§ 1. momentti) edellyttää öljyntorjuntaviranomaisten ryhtyvän viipymättä toimenpiteisiin vahinkojen torjumiseksi ja rajoittamiseksi. Kansainväliset kokemukset vastaavista onnettomuuksista eivät antaneet merenkulkuhallitukselle perusteita aliarvioida syntynyttä tilannetta. Edullisten olosuhteiden vuoksi todelliselta katastrofilta vältyttiin. Tilanteen hidas kehittyminen antoi merenkulkuhallitukselle kaksi kuukautta aikaa järjestää öljyntorjuntatoimet. Tilanne olisi

todennäköisesti kehittynyt hyvinkin epäedulliseksi, jos MT Antonio Gramscin karilleajo olisi tapahtunut kesällä tai syksyllä. (Pfister et. al. 1980, s.45)

MT Antonio Gramscin alusöljyvahingossa Itämereen pääsi neuvostoliittolaisten mukaan 5 000 – 6 000 t raakaöljyä. Oman ilmoituksensa mukaa neuvostoliittolaiset keräsivät välittömästi vahingon tapahduttua noin 500 t Ventspillsin edustalta. Ruotsalaiset keräsivät Tukholman saaristosta öljyistä jätettä arviolta 6 000 m^3, minkä voi karkeasti arvioida olevan 6 000 tonnia. Tukholman saaristosta kerätyn öljyisen jätteen öljysisällöksi on arvioitu 900 tonnia. Ahvenanmaan saaristosta kerättiin öljyistä jätettä arviolta 500 tonnia, jonka öljysisällöksi VTT:n mukaan voitiin arvioida olevan 200 tonnia. Pohjois-Itämereltä ja Ahvenenmaalta kerättyjä näytteitä analysoimalla on arvioitu, että mereen valuneesta öljystä on maalis-toukokuun välillä haihtunut 2 000 tonnia. Osa raakaöljystä jäi ainakin Tukholman ja Ahvenanmaan saaristoon. Ei pidä myöskään poissulkea, etteikö osa raakaöljystä olisi ajautunut Baltian maiden rannikolle. Lisäksi raakaöljyä jäi mereen liuenneena, emulsion muodossa sekä pohjaan sedimentoituneena (Pfister et. al. 1980, s.295)

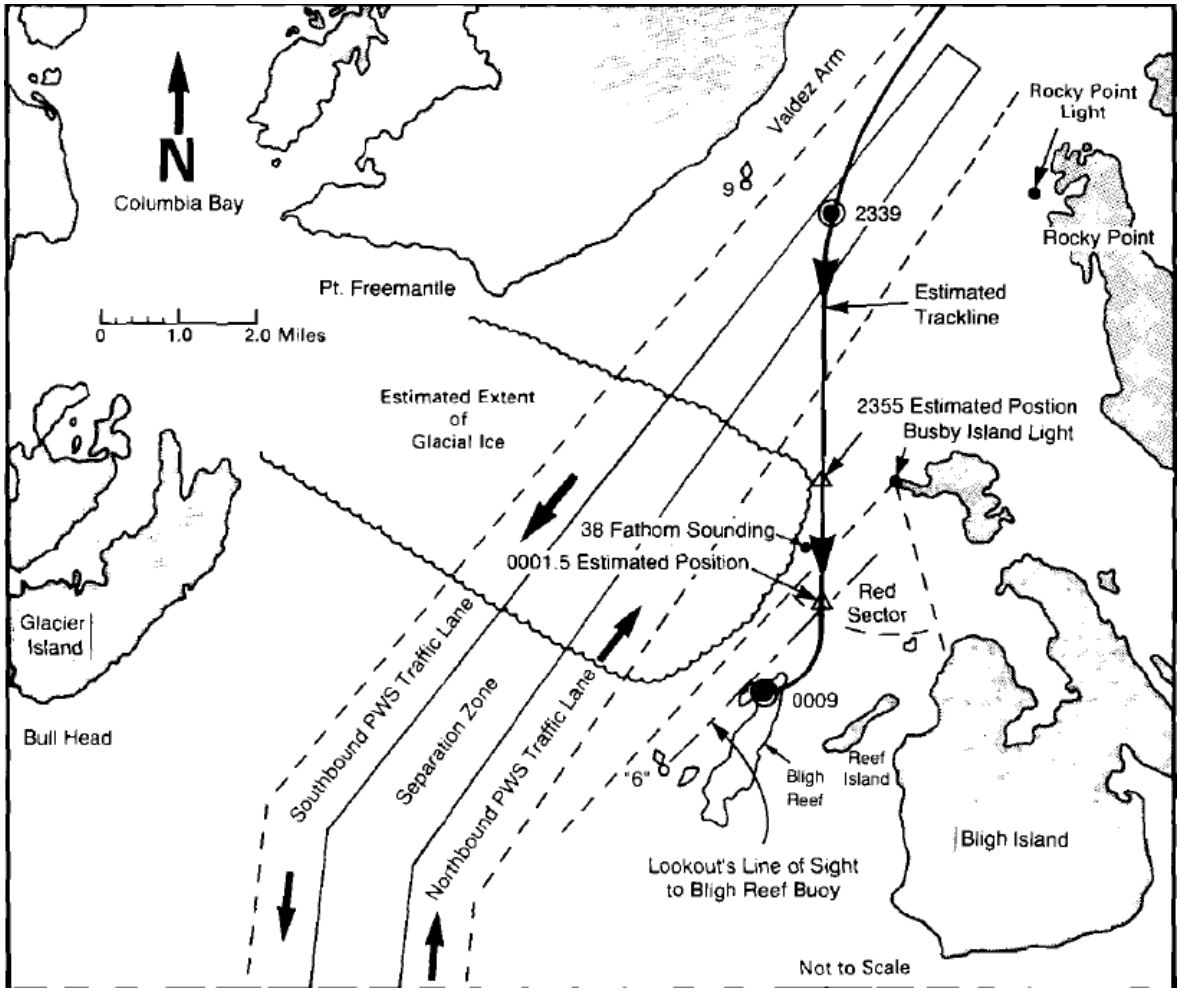
Luontoon jääneen öljyn määrän voidaan karkeasti arvioiden olevan noin 1 500 – 2 000 tonnia. Loppukesällä 1979 suoritettujen alueinventointien perusteella voitiin todeta, että öljyvahingon välittömät seuraukset jäivät ilmeisen vähäisiksi. Öljyjäämäanalyysit kuitenkin osoittivat, että öljyvahinkoalue oli paljon laajempi kuin ne alueet, missä suoritettiin varsinaisia öljyntorjunta- ja saneeraustöitä. Huomattavasti olennaisempi, mutta vähemmän huomiota herättävä seuraus MT Antonio Gramscin alusöljyvahingosta on, että mereen ja rannikoille jäänyt raakaöljy joutuu esimerkiksi simpukoiden mukana ravintoketjuun ja pohjaan sedimentoituneena raakaöljyn haittavaikutukset jatkuvat vielä vuosia vahingon jälkeen hitaan hajoamisensa takia (Pfister. et. al. 1980, s.296-297).

4.2 Exxon Valdez 1989

23.03.1989 yhdysvaltalainen 215 000 DWT säiliölaiva Exxon Valdez lähti matkalle Alyeskan terminaalista, Valdezin kaupungin läheltä Alaskasta kohti Long Beachiä, Kaliforniaa. Vain tunteja lähdön ja 25 merimailin matkan jälkeen, vuorokauden ehtiessä vaihtua 24.03.1989 Exxon Valdez ajoi karille Bligh –riutalle Prinssi Williamin salmessa väistäessään Columbia –jäätiköltä laivareitille ajelehtinutta jäätä (NTSB, 1990, s. 4-9).

Karilleajon välittömäksi syyksi todettiin navigointivirhe ja myötävaikuttavana tekijänä pidettiin vuorossa olleen kolmannen perämiehen väsymystä, joka osittain johtui tehdyistä ylitöistä. Ylitöiden aiheuttaman rasituksen seurauksena hänen tarkkaavaisuutensa oli alentunut vastaamaan vaativissa olosuhteissa, öiseen aikaan tapahtuvaa 301 m pitkän, 51 m leveän ja 200 800 t raakaöljylastissa olevan aluksen navigointia (NTSB, 1990, s. 27). Lisäsyynä onnettomuuteen katsottiin myötävaikuttaneen riittämätön miehitys komentosillalla aluksen navigointiolosuhteiden vaativuuteen nähden (NTSB, 1990, s. v.)

Säiliölaivan 11 :stä rahtiosastosta kahdeksan repesi (Piper et.al. 1993 s. 89). Jo 00:30, 24.03.1989, Exxon Valdezin päällystö arvioi, että karilleajon seurauksena aluksesta oli vuotanut 18 300 t raakaöljyä mereen (NTSB, 1990, s.13). Suurin osa mereen valuneesta raakaöljystä menetettiin ensimmäisen kahdeksan tunnin aikana onnettomuuden jälkeen, kokonaismenetysten noustessa 41 018 t raakaöljyä (NTSB, 1990, s. 28). Exxon Valdeziin jäänyt 160 000 t raakaöljyä siirrettiin 04. 04. 1989 mennessä Exxon Baton Rougeen, Exxon San Franciscoon ja Exxon Baytowniin (Holba, C. Woods, H. 2017, s.4).

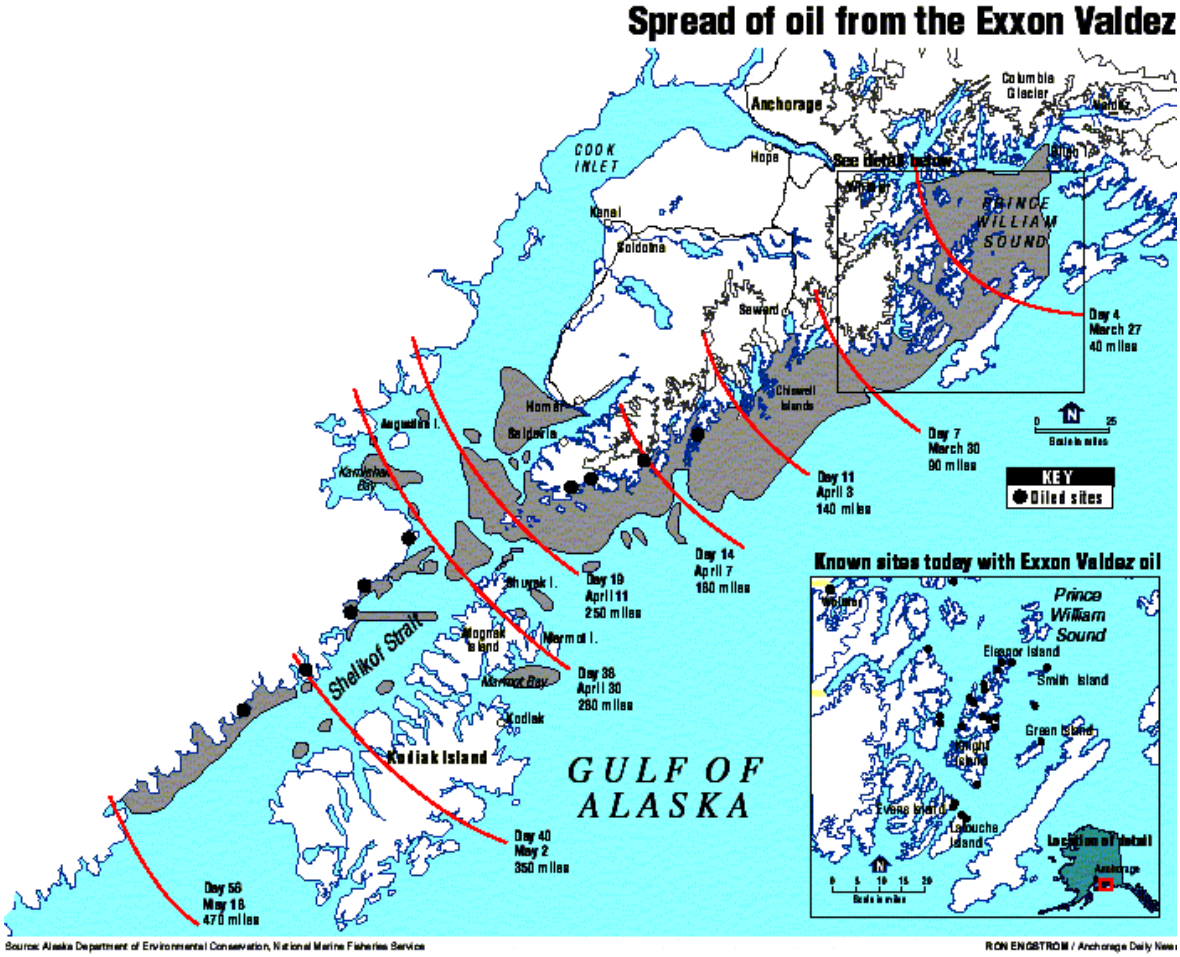


Kuva 8: Exxon Valdezin suorittama jäiden väistö Prinssi Williamin salmessa 24.03.1989 (NTSB: Marine Accident Report, s.7)

Onnettomuuden seuraukset olivat vakavat. Seuraavien kahdeksan viikon aikana mereen vuotanut raakaöljy saastutti 2 092 km rantaviivaa (Holba, C. Woods, H. 2017, s.4). Öljyyntyneestä rantaviivasta 322 km oli kohtalaisen tai pahoin saastunut (Holba, C. Woods, H. 2017, s.4), vastaavasti 1 770 km rantaviivasta saastui vähän tai hyvin vähän (Holba, C. Woods, H. 2017, s.4). Exxon Valdezin ympäristövahinkoalueen pinta-ala on 28 500 km^2 ja rantaviivaa kyseisellä alueella on kaiken kaikkiaan 14 500 km (Holba, C. Woods, H. 2017, s.4). Pahimmat ympäristövahingot kärsi Prinssi Williamin salmi, mutta raakaöljyä levisi yli 750 km päähän lounaaseen pitkin Kenain niemimaan-, Kodiakin saariston, sekä Alaskan niemimaan rantoja (Peterson, Charles H. et. al. 2003 s. 2082-2086).

Mereen vuotaneesta raakaöljystä on arvioitu haihtuneen 8 200 t (20 %). Rannoille on biohajonnut raakaöljyä 20 500 t (50 %). Öljyntorjuntatoimilla kerättiin talteen 5 700 t (14 %), kun taas vuorovesialueille on arvioitu jääneen 820 t (2 %) biologisesti reagoimatonta

öljyjäännettä. 5 300 t (13 %) arvioidaan painuneen pohjan sedimentteihin ja suunnilleen 410 t (1 %) jäi veteen (Holba, C. Woods, H. 2017, s.6).



Kuva 9: Exxon Valdezista mereen vuotanut raakaöljy saastutti pahoin Alaskan rannikkoa. (Alaska Department of Environmental Conservation, 1993)

Välittömästi onnettomuuden tapahduttua sekä Exxon Mobil, että Yhdysvaltain viranomaiset saivat osakseen kritiikkiä öljyntorjuntatoimien hitaasta aloittamisesta, minkä katsottiin suoraan johtaneen öljyvahinkojen pahenemiseen (Piper et.al. 1993, s.13). Exxon Valdezin alusöljyonnettomuus osoitti, että ennalta laaditut toimintasuunnitelmat mahdollisen onnettomuuden varalta olivat liian yleisiä ja vastuusuhteet osoittautuivat epäselviksi. ”Saastuttaja maksaa” –periaate toteutui Exxon Valdezin onnettomuudessa siten, että Exxon Mobil corporation omasi osittain viranomaisen, osittain saastuttajan ja osittain öljyntorjunnasta vastaavan urakoitsijan roolin ja oli vastuussa tekemistään ratkaisuista ainoastaan Yhdysvaltain liittovaltion viranomaistahoja edustavalle koordinaattorille. Kaikki tämä tapahtui eristyksissä paikallisesta yhteisöstä, joka koki jääneensä ulkopuoliseksi

tapahtumien kulusta onnettomuuden osalta, ja jonka seuraukset kuitenkin koskivat heitä kaikkein eniten (Piper et.al. 1993, s. 43).

Taulukko 3: Exxon Valdezin aiheuttamat taloudelliset seuraamukset eri lähteistä koottuna. Taulukkoa 3 tarkasteltaessa tulee huomioida, että pienemmällä kirjasinkoolla kirjoitetut rivit tulevat huomioiduksi loppusummassa siten, että ne sisältyvät suuremmalla kirjasinkoolla ja lihavoituna esitettyihin riveihin. Esimerkiksi vuosien 1992 ja 1993 kustannusten jakautuminen havainnollistaa, mihin siviilioikeudellisia korvauksia on käytetty tai tullaan käyttämään. Taulukon 3 kustannusrivit eivät kuitenkaan ole täydelliset.

Exxon Valdez -onnettomuuden kustannukset	USD (1989)	Eur (2017)	Lähde
Exxon Mobil (kokonaiskustannukset)	**2 100 000 000**	**1 800 000 000**	Dorset, 2010,7-12
Öljyvahinkojen puhdistustyö v.1989 aikana	1 900 000 000	1 600 000 000	NTSB,1990,s.v
Henkilöstökustannuksia 1989: 11 000hlöä, 1 750 Usd/vko	390 000 000	330 000 000	Dorset, 2010,7-12
Laivavuokra: tapauskohtaisesti jopa 2 000 usd/vrk - 1 000 laivaa x 280 000 usd	280 000 000	240 000 000	Cohen, 1997,s.137
Vahingot Exxon Valdez -alukselle	**25 000 000**	**21 000 000**	NTSB,1990,s.v
Menetetyn lastin arvo	**3 400 000**	**2 900 000**	NTSB,1990,s.v
Korvaukset ansionmenetyksistä kalastajille	**303 000 000**	**260 000 000**	Dorset, 2010,7-12
Exxon Valdez -oikeudellinen ratkaisu			
Rikosoikeudelliset korvaukset	**130 000 000**	**110 000 000**	Piper, 1993,171-4
Siviilioikeudelliset korvaukset (10 -vuoden aikana)	**900 000 000**	**770 000 000**	Piper, 1993,171-4
Vuosien 1992 ja 1993 kustannusten jakautuminen			
Luontotyyppien suojelu	110 000 000	92 000 000	Piper, 1993,171-4
Restaurointiprojekti	13 000 000	12 000 000	Piper, 1993,171-4
Vahinkojen arviointi	8 100 000	7 000 000	Piper, 1993,171-4
Hallintokulut	5 800 000	5 200 000	Piper, 1993,171-4
Julkinen osallistuminen	2 200 000	1 900 000	Piper, 1993,171-4
Riippumaton tieteellinen arviointi	1 200 000	1 000 000	Piper, 1993,171-4
Exxon Valdezin vahingot "passiivinen käyttöarvo"	2 800 000 000	2 400 000 000	Carson 1992,123
Aineettomat vahingot WTP -perustein laskettuna	**4 900 000 000**	**4 200 000 000**	Dorset, 2010,7-12

Exxon Valdez -onnettomuuden kustannukset	USD (1989)	Eur (2017)	Lähde
Exxon Valdezin aiheuttamat menetetyt tulot:			
Vierailijoiden kulutuksen lasku	**19 000 000**	**16 000 000**	Dorset, 2010,7-12
Alaskan lohen maineen menetyksen vuoksi taloudelliset tappiot 2010 mennessä:	**580 000 000**	**580 000 000**	Dorset, 2010,7-12
Tappiot sillin kalastukselle 20 v. aikana	**240 000 000**	**210 000 000**	Dorset, 2010,7-12
Kalastuselinkeinon menetykset 1989	140 000 000	120 000 000	Dorset, 2010,7-12
YHTEENSÄ	**9 200 000 000**	**7 900 000 000**	

Taulukossa 3 esitettyjä lukuja tarkastelemalla voidaan todeta, että kokonaiskustannukset nousevat huomattavan korkeiksi, 9 200 000 000 Usd (1989). Pinta-alayksikköä (28 500 km^2) kohti suhteutettuna Exxon Valdezin öljyvahinko tuli maksamaan 322 000 Usd (1989) /km^2. Raakaöljyn saastuttamaa rantakilometrin (2 100 km) yksikkökustannukset ovat 4 400 000 Usd (1989)/km. Kerättyä öljytonnia kohti yksikkökustannuksiksi muodostui 1 600 000 Usd (1989)/t.

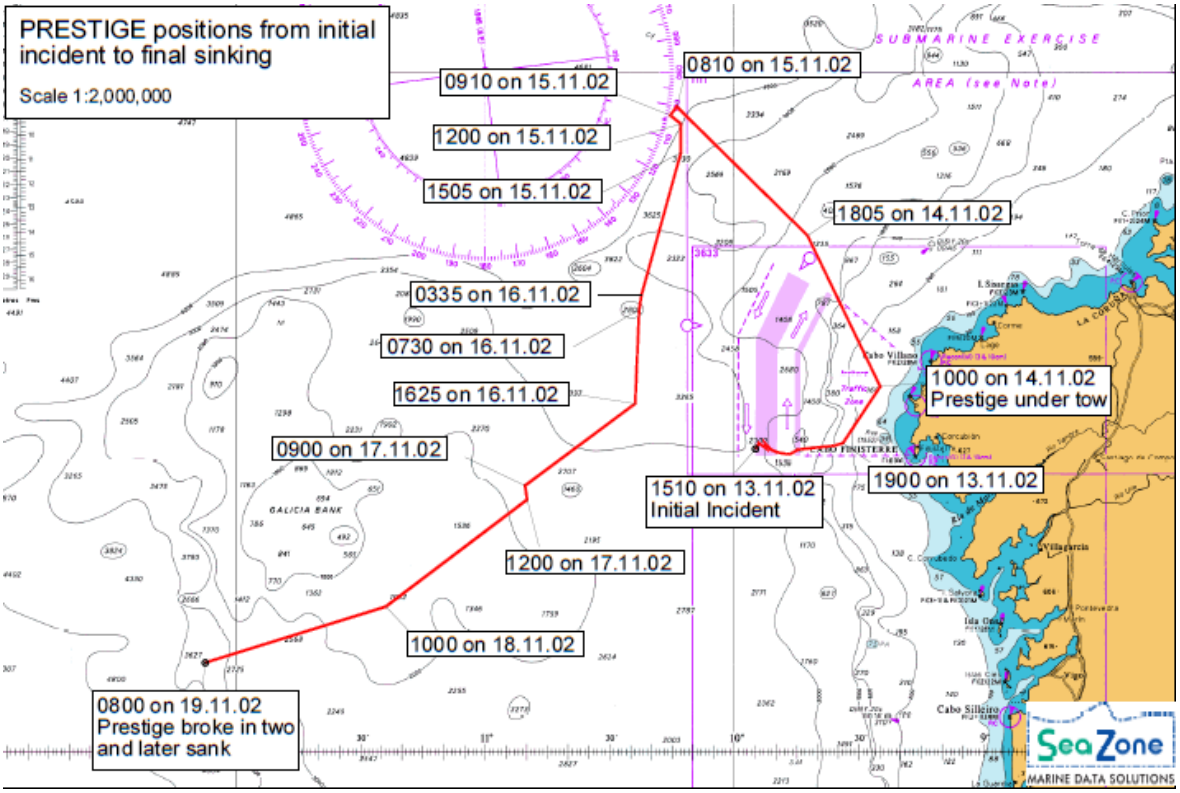
Suorat öljyntorjuntakustannukset ovat verrattain maltilliset verrattuna kustannuksiin, missä huomioidaan välilliset vahingot. Sen jälkeen, kun on todettu välittömien öljyntorjuntakustannusten olleen 2 100 000 000 Usd(1989) kaudella 1989 - 1990, ja öljyntorjuntatoimilla on onnistuttu keräämään 5 700 t (14 %), mereen vuotaneesta raakaöljystä, voidaan suorien öljyntorjuntakustannusten todeta olevan 366 000 Usd (1989) / t. Saastunutta rantakilometriä (2 092 km) kohti laskettuna kustannukset ovat olleet 1 004 000 Usd (1989)/km. Vastaavasti pinta-alayksikköä (28 500 km^2) kohti laskettuna tulokseksi saadaan 74 000 Usd (1989)/km^2.

Edellä esitetyt tulokset euroiksi ja nykyrahaksi suhteutettuna saadaan seuraavat tulokset kokonaiskustannusten (7 900 000 000 Eur (2017)) osalta: pinta-alayksikköä (28 500 km^2) kohti 276 000 Eur/km^2 (2017), rantakilometriä kohden kustannuksiksi muodostuu 3 800 000 Eur/km (2017), sekä kerättyä öljytonnia kohti 1 370 000 Eur/t (2017). Tarkasteltaessa yksikkökustannuksia nykyrahaksi muutettuna ja huomioiden ainoastaan suorat öljyntorjuntakustannukset (1 804 000 000 Eur (2017)) saadaan yksikkökustannusten osalta: pinta-alayksikköä (28 500 km^2) kohti 63 300 Eur/km^2 (2017), rantakilometriä (2 092 km) kohden kustannuksiksi muodostui 862 000 Eur/km (2017), sekä kerättyä öljytonnia (5 700 t) kohti 314 000 Eur/t (2017).

4.3 Prestige 2002

05.11.2002 Ventspillsistä, Latviasta kohti Singaporea matkalle lähtenyt Bahamasaarille rekisteröity säiliölaiva MV Prestige joutui merihätään kovassa merenkäynnissä 13.11.2002. MV Prestigen rahtina oli 76 972 tonnia raskasta polttoöljyä (The Bahamas Maritime Authority, 2004). Aluksen sijainti tapahtumahetkellä oli noin 48 km Espanjan (Cape Finisterre, Galicia) rannikolta (Commission staff working paper,). 13.11.2002 kello 14:15 MV Prestigeltä lähetettiin ensimmäinen hätäkutsu. Aluksen kallistuma oli miehistön tekemän ilmoituksen mukaan 20-25 astetta oikealle. Kello 17:00 mennessä aluksen havaitaan vuotavan raskasta polttoöljyä mereen (Mira et. al. 2013, s.275). 15.11.2002 MV Prestige päätetään espanjalaisten viranomaisten päätöksellä hinata kauemmaksi merelle lopullisena tavoitteena saavuttaa Kanariansaarten eteläpuoliset merialueet joiden arvioidaan olevan sääolosuhteiltaan edulliset laivasta-laivaan tapahtuvaa rahdin siirtoa varten (Commission Staff working paper). 15.11.2002 MV Prestigen kapteeni pyytää aluksen hinaamista rannikon tuntumaan ja/tai satamaan, missä aluksen rahtina oleva raskas polttoöljy pystyttäisiin siirtämään toiseen alukseen. Pyyntöön ei suostuta. (The Bahamas Maritime Authority, 2004, s.11)

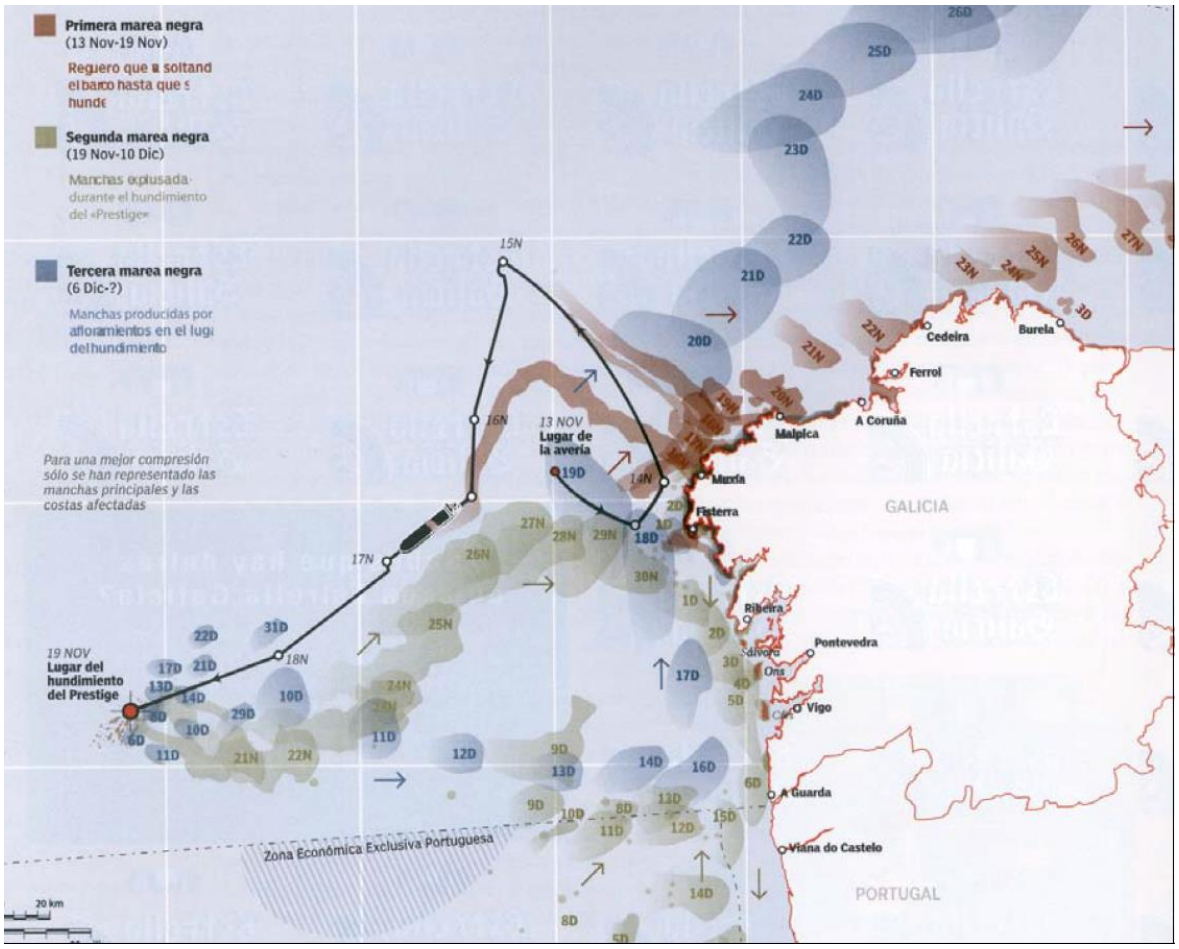
19.11.2002 klo 08:50 MV Prestige repeää kahteen osaan. Uppoamispaikalla (42° 12.6’N / 12° 03.9’ W) meren syvyys on 3 600 m. (Bahamas Maritime Authority, 2004, s.30).



Kuva 10: MV Prestigen reitti onnettomuuspaikalta uppoamispaikalle (Bahamas Maritime Authority, 2004)

Kuva 11: MV Prestige hinauksessa, tavoitteena Kanariansaarten eteläpuoliset merialueet. (Bahamas Maritime Authority, 2004)

Raskasta polttoöljyä alkoi valua MV Prestigeltä mereen jo 13.11.2002 MV Prestigen vaurioituessa ensimmäisen kerran kovan merenkäynnin seurauksena (Bahamas Maritime Authority, 2004, s.17). Vielä samana päivänä tehtiin havainto öljylautasta, jonka arvioitiin olevan 9,2 km pitkä ja 300 m leveä. Seuraavina päivinä tehtiin useita uusia öljyhavaintoja. 16.11.2002 ensimmäinen öljylautta on saastuttanut 190 km rantaviivaa. Cape Fisterran ja Punta Seixo Blancon välille määrätään kalastuskielto (Mira et. al.2013, s.275).



Kuva 12: MV Prestigen vuotaman raskaan polttoöljyn ajautuminen Espanjan, Ranskan ja Portugalin rannikolle. (Maria Xose Vazquez et. al. 2003)

Seuraavina viikkoina öljyä ajautui lisää rannikolle rantautumissijainnin vaihdellessa kulloinkin vallitsevan tuulensuunnan mukaisesti. (Vazquez, Maria Xose, et. al. 2003, s.2-10). 19.11.2003 mennessä aluksesta arvioidaan jo vuotaneen 30 000 t raskasta polttoöljyä. MV Prestigen murtuessa 19.11.2003 ja sen myötä upotessa 3 600 m:n syvyyteen raskasta polttoöljyä pääsi mereen vielä 36 000 tonnia. MV Prestigen hylystä onnistuttiin keräämään noin 11 000 tonnia lastina ollutta raskasta polttoöljyä.

Taulukko 4: Prestige –onnettomuuden aiheuttamat taloudelliset vahingot nousevat yli 3,5 Mrd.euroon (2002).

Prestige -onnettomuuden aiheuttamat taloudelliset vahingot	**Eur (2002)**	**Eur (2017)**	Lähde
Öljyn puhdistaminen rannikolta, Espanja, vuoteen 2006,	**450 000 000**	**550 000 000**	Loureiro, 2013
Öljyn poistaminen Prestigen hylystä, 2003,	**100 000 000**	**120 000 000**	Loureiro, 2005
Prestigen hylyn varmistaminen öljyn poiston jälkeen	**32 000 000**	**39 000 000**	Loureiro, 2005
Infrastruktuurin rakentaminen, Espanja	**31 000 000**	**38 000 000**	Loureiro, 2013
Öljyvahinkojen tutkimus, Espanja	**15 000 000**	**18 000 000**	Loureiro, 2013
Avustukset kalastajille kalastuskiellon voimassaoloaikana, Espanja	**170 000 000**	**210 000 000**	Loureiro, 2013
Avustukset vahingoista kärsineille, Espanja	**27 000 000**	**33 000 000**	Loureiro, 2013
Turismin edistäminen Galiciaan vahingon jälkeen, Espanja	**31 000 000**	**38 000 000**	Loureiro, 2013
Kalaravinnon ruokaturvallisuuden parantaminen, Espanja	**49 000 000**	**60 000 000**	Loureiro, 2013
Ympäristövahingot	**570 000 000**	**710 000 000**	Loureiro 2009
Menetetyt tulot, Espanja			
Kalastuselinkeinon tulojen menetykset	**1 400 000 000**	**1 700 000 000**	Garza, 2008
Kalastaminen Galician vesillä	176 000 000	220 000 000	
Äyriäisten kerääminen	54 000 000	66 000 000	
Vesien viljely (aquaculture)	90 000 000	110 000 000	
Kaupallistaminen	700 000 000	860 000 000	
Pakkausteollisuus	255 000 000	310 000 000	
Pakastamoteollisuus	70 000 000	86 000 000	
Muu kalastuselinkeinoon liittyvä toiminta (telakka-, majoitus-, koneistus-, jne.)	45 000 000	55 000 000	
Turismi: Espanja: vuosina 2002-2006	**720 000 000**	**880 000 000**	Loureiro, 2013
YHTEENSÄ	**3 600 000 000**	**4 400 000 000**	

MV Prestigen alusöljyonnettomuuden arvioidaan olevan toistaiseksi pahin Eurooppaa kohdannut alusöljyonnettomuus (Harrington, 2003, s.7). MV Prestigen onnettomuudessa 66 000 t raskasta polttoöljyä saastutti 1 300 km Luoteis-Espanjan rannikon haavoittuvaa ekosysteemiä. Eri jätejakeita kerättiin MV Prestigen onnettomuuden torjuntatöiden

yhteydessä 170 000 t, minkä arvioidaan sisältäneen 43 000 t polttoöljyä (Carro et. al. 2008, s.1). Onnettomuus aiheutti tuntuvat tappiot Espanjan luoteisosien elinkeinonharjoittajille, joista suurimmat taloudelliset tappiot kärsi kalastuselinkeino.

MV Prestigen alusöljyonnettomuuden aiheuttamia taloudellisia vahinkoja voidaan suhteuttaa tarkastelemalla muodostuneita euromääräisiä kustannuksia puhdistettua rantakilometriä kohti, sekä kustannuksia kerättyä raakaöljytonnia kohti. Taulukkoon 4 on koottu sekä onnettomuuden torjuntatöiden aiheuttamia välittömiä kustannuksia, sekä onnettomuuden aiheuttamia välillisiä tappioita, joita on muodostunut kahdelle merkittävimmälle toimialalle: kalastuselinkeinolle ja turismille.

Yhteenlasketut taloudelliset vahingot yltävät 3,587 Mrd. euroon (2002). Puhdistettua rantakilometriä (1 300 km) kohden laskettuna saadaan yksikkökustannukseksi 2 760 000 eur/km (2002). Jos kustannukset rajataan koskemaan ainoastaan välittömiä öljyntorjuntakustannuksia, jotka olivat 823 000 000 euroa (2002), saadaan rantakilometrien yksikkökustannukseksi 633 000 eur/km (2002). Taloudellisia vahinkoja tarkasteltaessa kerättyä raskaspolttoöljytonnia (43 000 t) kohti, saadaan yksikkökustannuksiksi 83 000 eur/t (2002).

Kokonaisjätemäärä kohosi 141 000 t raskaan polttoöljyn sekoittuessa rantojen maa-aineksiin (Harrington, 2003, s.5). Kerättyyn kokonaisjätemäärään suhteutettuna vahinkojen yksikkökustannuksiksi (3,587 Mrd Eur) saadaan 25 000 eur/t (2002). Vastaavasti rajattaessa kustannukset välittömiin öljyntorjuntatöihin (823 000 000 Eur (2002)) jäävät yksikkökustannukset 5 800 eur/t (2002).

Nykyrahaksi muutettuna vastaavat öljyntorjuntakustannukset Prestigen osalta ovat 4 405 000 000 Eur (2017). Näistä kustannuksista välittömien öljyntorjuntakustannusten osuus on 1 011 000 000 Eur (2017). Yksikkökustannuksiksi muutettuna välittömiä öljyntorjuntakustannuksia lähtökohtana käyttäen MV Prestigen onnettomuus tuli maksamaan 780 000 Eur/km (2017) rantakilometriä kohti. Kerättyä jätetonnia (170 000 t) kohti yksikkökustannuksiksi muodostuu 5 950 Eur/t (2017). Kerättyä öljytonnia (43 000 t) kohti yksikkökustannuksiksi muodostui 24 000 Eur/t (2017).

MV Prestigen osalta käytettävissä olevasta materiaalista ei ilmennyt kuinka suurelta pinta-alalta öljyjätettä kerättiin. Sen vuoksi yksikkökustannuksia ei ole laskettu pinta-alayksikköä [km^2] kohti.

4.4 Johtopäätöksiä kokemusten valossa

Tarkasteltaessa kolmen alusöljyvahingon: Antonio Gramscin, Exxon Valdezin sekä Prestigen tapausta on vaikea välittömästi havaita selkeitä yhtäläisyyksiä tai toistuvaa kaavaa. Itse tapahtumien kulkua kerrattaessa voidaan todeta, että jokaisen mainitun kolmen alusöljyonnettomuuden torjuntatyöt ovat viivästyneet. Käsittelemättä syvällisemmin öljyntorjuntatöiden viivästymisen perimmäisiä syitä, on kuitenkin todettava tapahtuneiden esimerkkien valossa, että alusöljyvahingon tapahtuessa öljyntorjuntatöiden välitön aloittaminen on ensiarvoisen tärkeää ympäristö- ja taloudellisten vahinkojen minimoimiseksi.

Seuraavissa taulukoissa 5 ja 6 on käsitelty yhteenvetona lukujen 4.1 – 4.3 esiteltyjen alusöljyvahinkojen keskeisimmät tunnusluvut vertailun helpottamiseksi.

Taulukko 5: Yhteenveto laskennan perusteina käytetyistä tunnusluvuista.

Aluksen nimi	menetetty öljy [t]	kerättyä öljyä [t]	ranta-km [km]	ala [km2]	%-osuus
Antonio Gramsci	6 000	200	ei tietoa	1 300	3
Exxon Valdez	41 000	5 700	2 100	29 000	14
Prestige	77 000	43 000	1 300	ei tietoa	56

Taulukko 6: Yhteenveto kolmen eri alusöljyonnettomuuden yksikkökustannuksista

Aluksen nimi	Kokonaiskustannukset Eur (2017)	Välittömät öljyntorjuntakustannukset Eur (2017)	Yksikkökustannukset		
			[Eur (2017)/t]	[Eur (2017)/km]	[Eur (2017)/km2]
Antonio Gramsci	ei tietoa	8 500 000	42 000	ei tietoa	6 500
Exxon Valdez	7 900 000 000	1 800 000 000	310 000	860 000	63 000
Prestige	4 400 000 000	1 010 000 000	24 000	780 000	ei tietoa

Taulukon 5 % -osuus –sarake ilmaisee, montako prosenttia kerätty öljytuote on alun perin vahingon seurauksena mereen vuotaneesta öljystä. Antonio Gramscin tapauksen osalta on syytä huomioida, että laskennassa on huomioitu ainoastaan Suomesta kerätty öljymäärä, noin 200 t. Jos laskennassa huomioitaisiin Ruotsissa kerätty öljy, jonka on arvioitu olevan 900 t, nousisi kerätyn öljyn kokonaismääräksi 1 100 t, mikä nostaisi kerätyn öljyn prosenttiosuuden jo 18 %. Tämä olisi jo parempi tulos kuin Exxon Valdezin tapauksessa. Antonio Gramscista vuotanutta raakaöljyä on todennäköisesti kerätty myös Neuvostoliiton rannikolta, mutta kyseisiä tietoja ei ole saatavilla.

Eräs silmiinpistävä seikka tuloksia tarkastelemalla on yllättävän alhainen keräämisprosentti. Sekä Antonio Gramscin, että Exxon Valdezin alusöljyvahingoissa alle 20 % mereen vuotaneesta öljystä onnistutaan keräämään talteen. Prestigen tulosta parantaa se, että 14 % noudettiin hallitusti, olkoonkin, että suurin kustannuksin, 3 600 m syvyydestä Prestigen hylystä. Jos kyseinen määrä öljyä olisi menetetty, todennäköisesti Prestigen osaltakin kerätty öljymäärä olisi jäänyt alle 50 %.

Yksikkökustannuksia tarkasteltaessa huomio kiinnittyy kerätyn öljyn yksikkökustannuksiin [Eur/t (2017)]. Exxon Valdezin tapauksessa jokainen kerätty öljytonni maksoi 314 000 Eur/t (2017). Se on yli 7 -kertainen yksikköhinta verrattuna toiseksi kalleimpaan onnettomuuteen, Antonio Gramscin vahinkoon. Verrattaessa Antonio Gramscin ja Prestigen alusöljyvahinkoja, on Antonio Gramscin tonni-hinta 80 % enemmän kuin Prestigen alusöljyvahingossa. Mainittu hintaero on tietysti jo itsessään huomattava, mutta ei kuitenkaan kertaluokkaa kalliimpi kuten Exxon Valdezin tapaus.

Prestigen alusöljyonnettomuutta tarkasteltaessa on aihetta kiinnittää huomiota siihen, että kyseisen vahingon öljyntorjuntatöissä onnistuttiin keräämään prosentuaalisesti eniten öljyä talteen. Osaltaan tämän seikan selittää se, että 11 000 t (14 % koko rahdista) haettiin Prestigen hylystä hallitusti. Jo pelkästään tämä seikka nostaa Prestigen vahingon ”samalle viivalle” kuin Exxon Valdez koskien öljyntorjuntatöiden onnistumista.

Huomionarvoinen seikka on, että ennakkosuunnittelussa öljyntorjuntatoimien keräysprosentiksi on arvioitu olevan 80 % (Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1, 2009, Liite 3b, s.97). Esimerkkeinä käytettyjen alusöljyonnettomuuksien valossa esitetty onnistumisprosentti vaikuttaa optimistiselta.

Näitä kolmea toteutunutta alusöljyonnettomuutta pintapuolisestikin tarkastelemalla voidaan vetää johtopäätös, että perusteita jatkotutkimukselle mitä alusöljyvahingoista voitaisiin oppia, on olemassa.

5 MITTAVA ÖLJYVAHINKO HELSINGIN EDUSTALLA

Tässä kappaleessa tarkastellaan tilannetta, missä riskit ovat realisoituneet. Itäisen Suomenlahden satamasta lähtenyt 274 m pitkä, 48 m leveä ja 150 296 DWT säiliölaiva on törmännyt Helsingin ja Tallinnan välillä purjehtivan matkustajalaivan kanssa aiheuttaen alusöljyvahingon, missä 30 000 t raakaöljyä on vuotanut Suomenlahteen.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) on määritellyt öljyntorjunnan tavoitetason merialueillamme. Suomenlahden osalta tavoitetasoksi on asetettu alusöljyvahinko, missä mereen vuotaa 30 000 t öljyä. Asetettu tavoitetaso huomioi muun muassa meriliikenteen riskitason, alueelliset erityispiirteet sekä Suomen ulkopuolelta todennäköisesti saatava lisäkapasiteetti torjuntatöihin (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 2009, s.15)

5.1 Onnettomuus muuttuu teoriasta käytännöksi

Seuraavassa kuvataan yleisellä tasolla tapahtumien kulkua oletetussa alusöljyvahingossa, joka tapahtuu Suomenlahdella, Helsingin edustalla.

Välittömästi alusöljyonnettomuuden tapahduttua säiliöaluksen kapteeni antaa hälytyksen, joka vastaanotetaan rajavartiolaitoksen Helsingin meripelastuslohkokeskuksessa (MRSC Helsinki) (rajavartiolaitos, 2017). Hälytysilmoitus voidaan vastaanottaa myös hätäkeskuslaitoksessa tai liikenneviraston ylläpitämässä alusliikennepalvelussa, Helsinki VTS:ssä (liikennevirasto, 2017). Edellä mainittujen viranomaistahojen on välittömästi tiedon alusöljyonnettomuudesta saatuaan välitettävä tieto SYKElle, missä tiedon vastaanottajana toimii ympäristövahinkopäivystys. (YM-26, 2011, s.45).

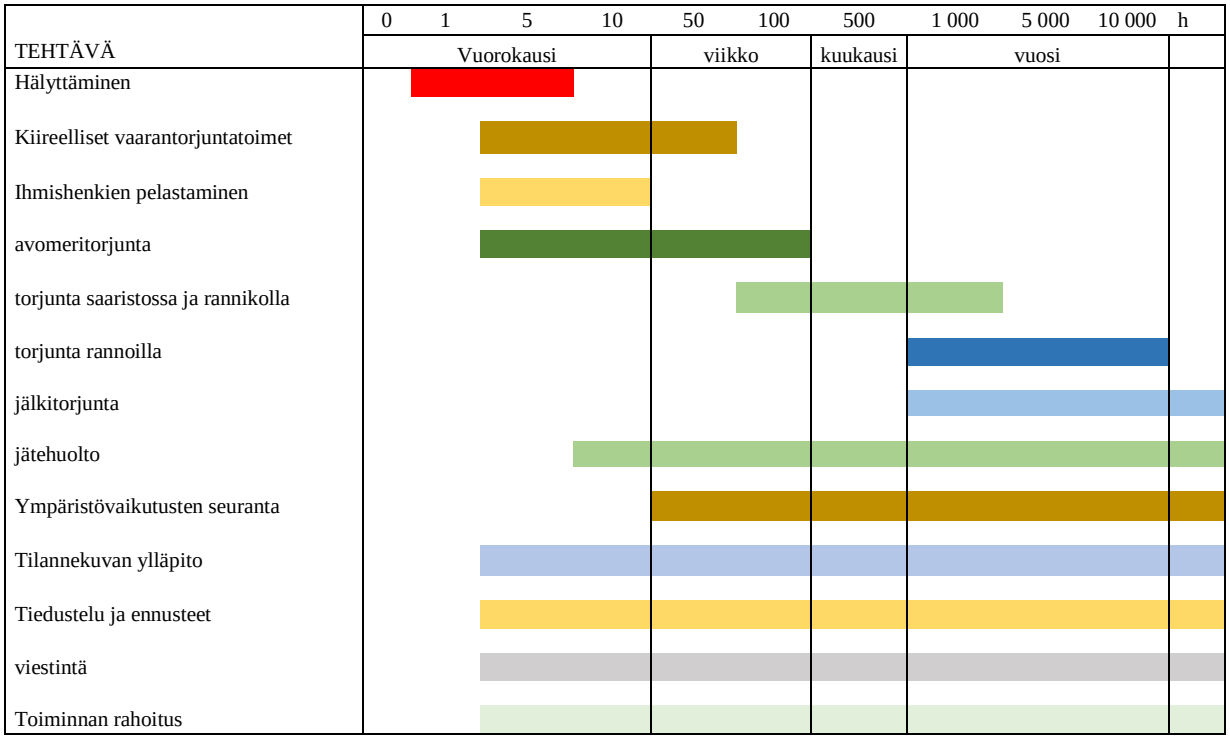
SYKE määrää alusöljyvahingolle torjuntatöiden johtajan, ilmoittaa tapahtuneesta ELY-keskukselle, sekä POLREP –viestillä Itämeren rantavaltioille (YM-26, 2011, s.46). Ilmoitus hälytyksestä annetaan SYKEn ylimmälle johdolle (pääjohtaja, viestintäjohtaja), ympäristöministeriön päivystäjälle sekä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle. Ilmatieteenlaitokselle, poliisille, vakuutusyhtiöille, meripelastusyhtiöille sekä onnettomuustutkintakeskuksille lähetetään tiedonanto tapahtuneesta (YM-26, 2011, s. 46).

Mikäli laaditun tilannearvion perusteella omat, kansalliset resurssit todetaan riittämättömiksi, lähetetään a) Itämeren rantavaltioille, b) Euroopan meriturvallisuusvirasto

EMSAlle sekä c) viime kädessä Itämeren alueen ulkopuolisille EU maille avunpyyntö lisäresurssien saamiseksi. Lähimmän viiden tunnin aikana alusöljyonnettomuudesta hälytys tavoittaa merivoimien operaatiokeskuksen, meripelastuskeskuksen, MeriTaito Oy:n, pelastustoimen alueet, liikenteen turvallisuusviraston sekä liikenneviraston. (YM-26, 2011, s.46).

Alusöljyonnettomuuteen joutuneen aluksen päällikkö on velvollinen olosuhteet huomioon ottaen ja käytettävissään olevin keinoin aloittamaan johdollaan 1) henkilövahinkojen estämisen, 2) komennossaan olevan aluksen ja lastin suojaamisen sekä 3) lisävahinkojen estämisen. SYKE vastaa alusöljyvahingon torjunnasta, kun vahinko on tapahtunut esimerkiksi aluevesirajan ja talousvyöhykkeen rajan rajoittamalla kaistaleella. Tässä työssä onnettomuusalueen oletettuna länsirajana pidetään Porkkalan niemeä, itäisen rajan sijaitessa Sipoon kohdalla. SYKE voi nimittää torjuntatöiden johtajaksi omaa henkilöstöään, ELY-keskuksen henkilöstöä, jonkun torjunta-aluksen päällikön tai pelastustoimen palveluksessa olevan henkilön, joka tehtävänkuvansa puolesta soveltuu torjuntatöiden johtajaksi (YM-26, 2011, s.49). Helsingin edustalla tapahtuvan alusöljyonnettomuuden torjuntatöiden aikataulua voidaan kuvata seuraavalla kaaviolla:

Taulukko 7: Keskeisimpien toimenpiteiden nimikkeet sekä periaatteellinen aikataulu torjuntatöiden etenemisestä (YM-26, 2011, s.46).



Alusöljyvahingon öljyntorjuntaoperaation aikataulua voidaan lähestyä resurssipohjaisesti. Suomella on käytettävissään 18 öljyntorjunta-alusta merivoimien, Rajavartiolaitoksen, Meritaito Oy:n sekä Finferriesin hallinnassa (YM-26, 2011, s.98; YM, 2017). Finferries on lokakuussa 2009 Destiasta eriytetty lauttaliiketoiminnan yksikkö. Meritaito Oy on vuonna 2010 merenkulkulaitoksesta yhtiöitetty varustamoliiketoiminta sekä väyläalustoiminta.

Taulukko 8: Suomen valtion aluskapasiteetti avomeritorjuntaan (YM-26, 2011, s.97 ymparisto.fi)

Aluksen nimi	omistaja	keruu kapasiteetti [m3/h]	tankkitilavuus [m3]	sijoituspaikka
Halli	MV	74	1 400	Turku
Hylje	MV	65	800	Kirkkonummi
Kummeli	Meritaito	46	70	Saimaa
Letto	Meritaito	56	43	Oulu
Linja	Meritaito	43	77	Vaasa
Merikarhu	RVL	59	40	Helsinki
Louhi	MV	78	1 200	Kirkkonummi
Oili I	Meritaito	39	80	Helsinki
Oili II	Meritaito	39	80	Turku
Oili III	Meritaito	39	80	Hamina
Oili IV	Meritaito	35	30	Vaasa
Otava	Finferries	46	100	Kotka
Seili	Meritaito	56	196	Kotka
Sektori	Meritaito	46	108	Turku
Svärtan	ÅLR	39	52	Maarianhamina
Tursas	RVL	56	100	Turku
Turva	RVL	84	1 200	Kirkkonummi
Uisko	RVL	56	100	Turku
YHTEENSÄ		956	5 756	

Alusöljyonnettomuuden tapahtuessa Suomenlahdella siten, että onnettomuusalueen länsiraja on Porkkalan niemen kohdalla ja itärajan sijaitessa Sipoon kohdalla, voidaan olettaa, että Turkua, Kirkkonummea, Helsinkiä, Kotkaa ja Haminaa kotisatamanaan pitävät alukset osallistuvat öljyntorjuntaoperaatioon. Ensimmäisten alusten ehtiessä onnettomuuspaikalle lähimmän kuuden tunnin kuluttua hälytyksestä, voidaan arvioida, että 24 tunnin aikana hälytyksestä on mahdollista saada onnettomuuspaikalle 13 alusta, joiden yhteenlaskettu keruukapasiteetti on 737 m^3/h ja tankkitilavuus 5 484 m^3.

5.2 Öljyntorjuntatoimien vaiheet onnettomuuden edetessä

Alusöljyonnettomuuden tapahduttua voidaan aloitettava öljyntorjuntaoperaatio jakaa karkeasti kolmeen vaiheeseen. 1) Avomeritorjuntaan, 2) saaristo- ja rannikkotorjuntaan sekä 3) rantatorjuntaan. Jako tapahtuu käytännössä onnettomuuden torjuntatöiden etenemisen mukaan ja voidaan itse asiassa todeta, että torjunnan vaiheet ”seuraavat öljylautan liikkeitä”. Mereen vuotaneesta 30 000 t raakaöljystä arvioidaan 10 000 t kerättävän valtion toimesta avomeritorjunnassa. Saaristo- ja rannikkotorjunnassa pelastustoimi kerää 10 000 t. Viimeiset 10 000 t arvioidaan kerättävän rantatorjunnassa. Ihanteellinen tilanne olisi, että alusöljyonnettomuuden tapahduttua, torjuntatilanne pystyttäisiin rajaamaan vaiheeseen (1), avomeritorjunta. Luvussa 5.2 esitetyissä laskelmissa käytetyt reunaehdot on esitetty alaluvussa 5.2.4.

5.2.1 Avomeritorjunta

Välittömästi alusöljyonnettomuuden tapahduttua ja samanaikaisesti kiireellisten vaarantorjuntatoimien kanssa aloitetaan avomeritorjunta. Ensimmäisten onnettomuuspaikalle saapuvien öljyntorjunta-alusten tehtävä on aloittaa mereen valuneen raakaöljyn leviämisen pysäyttäminen ja rajoittaminen sekä aluksen puomittaminen (YM-26, 2011, s.53). Parhaat edellytykset avomeritorjunnalle ovat ensimmäisinä onnettomuuden jälkeisinä päivinä, jolloin mereen valunut raakaöljy ei ole vielä ehtinyt leviämään laajalle. Vahinkoalueelle hälytetyt öljyntorjunta-alukset muodostavat meritoiminnan johtajan alaisuuteen torjuntaryhmän, johon kuuluvat alukset keräävät raakaöljyä aluskohtaisesti määrätyiltä sektoreilta ja toimittavat kerätyn öljyjätteen erikseen osoitettuun vahinkojätepisteeseen (YM-26, 2011, s.53). Avomeritorjunnan arvioidaan yleisesti kestävän muutamasta päivästä kymmeneen päivään (YM-26, 2011, s. 45). Avomeritorjunnan lopettamisesta päättää torjuntatöiden johtaja joka samassa yhteydessä koordinoi avomeritorjunnassa käytettyjen resurssien kohdentamisesta saaristossa ja rannikolla tapahtuvaan öljyntorjuntaan (YM-26, 2011, s.56).

Tutkimuskysymyksen asettelussa on todettu 30 000 t raakaöljyä vuotavan Suomenlahteen. Karkealla jaottelun perusteella on todettu, että 10 000 t raakaöljyä kerätään avomeritorjunnalla ennen kuin öljylautat saavuttavat ulkoluodot ja saariston. Meriveteen emulgoituessaan raakaöljy saastuttaa merivettä, mikä johtaa siihen, että nestemäistä öljyjätettä muodostuu enemmän kuin mereen vuotaneen raakaöljyn alkuperäinen määrä. Jos

öljy-merivesiemulsion öljypitoisuudeksi oletetaan 20 % (YM-26, 2011, s.64, taulukko 3) voidaan 10 000 t raakaöljyä laskea muodostavan meriveden kanssa 50 000 t nestemäistä öljyjätettä. Huomioitaessa hävikki, keräämättä jäävä raakaöljy, jonka voidaan arvioida olevan 20 %, muodostuu kerättävän nestemäisen öljyjätteen määräksi 40 000 t (YM-26, 2011, s.64). Hävikki huomioiden kerättävän raakaöljyn määrä on siten 8 000 t.

Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että nestemäisen öljyjätteen tiheys on 1 000 kg/m^3. Onnettomuuspaikalle saapuneiden 13 suomalaisen öljyntorjunta-aluksen yhteen laskettu tankkitilavuus on 5 484 m^3 ja keruukapasiteetti on 737 m^3/h. Taulukossa 9 on aluskohtaisen suorituskyvyn perusteella laskettu 12 h aikana avomeritorjunnassa kerätyn nestemäisen öljyjätteen määrä. Laskelman oletus on, että avomeritorjunnassa nestemäistä öljyjätettä kerätään 12 h päivässä. Taulukossa 9 ei ole huomioitu Suomenlahdella vallitsevia sääolosuhteita. Taulukossa 10 on esitetty arviolaskelma öljyntorjunta-aluksen vahinkojätepisteellä käymiseen kuluvasta ajasta.

Taulukko 9: 12 h aikana avomeritorjunnassa kerätyn nestemäisen öljyjätteen määrä.

Aluksen nimi	keruu kapasiteetti [m3/h]	tankkitilavuus [m3]	Tankin täyttöaika [h]	1h	2h	3h	4h
Halli	74	1 400	18,92	74	148	222	296
Louhi	78	1 200	15,38	78	156	234	312
Turva	84	1 200	14,29	84	168	252	336
Hylje	65	800	12,31	65	130	195	260
Seili	56	196	3,50	56	112	168	224
Sektori	46	108	2,35	46	92	-	-
Otava	46	100	2,17	46	92	-	-
Oili I	39	80	2,05	39	78	-	-
Oili II	39	80	2,05	39	78	-	-
Oili III	39	80	2,05	39	78	-	-
Tursas	56	100	1,79	56	112	-	-
Uisko	56	100	1,79	56	112	-	-
Merikarhu	59	40	0,68	59	-	-	-
YHTEENSÄ	**737**	**5 484**	**79,32**	**737**	**1 415**	**1 772**	**2 129**

Aluksen nimi	keruu kapasiteetti [m3/h]	tankkitilavuus [m3]	Tankin täyttöaika [h]	5h	6h	7h	8h
Halli	74	1 400	18,92	370	444	518	592
Louhi	78	1 200	15,38	390	468	546	624
Turva	84	1 200	14,29	420	504	588	672
Hylje	65	800	12,31	325	390	455	520
Seili	56	196	3,50	-	-	-	-
Sektori	46	108	2,35	-	-	-	46
Otava	46	100	2,17	-	-	-	46
Oili I	39	80	2,05	-	-	-	39
Oili II	39	80	2,05	-	-	-	39
Oili III	39	80	2,05	-	-	-	39
Tursas	56	100	1,79	-	-	-	56
Uisko	56	100	1,79	-	-	-	56
Merikarhu	59	40	0,68	-	-	59	-
YHTEENSÄ	**737**	**5 484**	**79,32**	**2 430**	**2 731**	**3 091**	**3 713**

Aluksen nimi	keruu kapasiteetti [m3/h]	tankkitilavuus [m3]	Tankin täyttöaika [h]	9h	10h	11h	12h
Halli	74	1 400	18,92	666	740	814	888
Louhi	78	1 200	15,38	702	780	858	936
Turva	84	1 200	14,29	756	840	924	1008
Hylje	65	800	12,31	585	650	715	780
Seili	56	196	3,50	-	56	112	168
Sektori	46	108	2,35	92	-	-	-
Otava	46	100	2,17	92	-	-	-
Oili I	39	80	2,05	78	-	-	-
Oili II	39	80	2,05	78	-	-	-
Oili III	39	80	2,05	78	-	-	-
Tursas	56	100	1,79	112	-	-	-
Uisko	56	100	1,79	112	-	-	-
Merikarhu	59	40	0,68	-	-	-	-
YHTEENSÄ	**737**	**5 484**	**79,32**	**4 335**	**4 692**	**5 049**	**5 406**

Onnettomuusalueen sijaitessa 35 km päässä Helsingin edustalla ja öljyntorjunta-alusten purjehtiessa 15 solmun nopeudella, joka voidaan pyöristää 25 km/h nopeudeksi, kestää onnettomuuspaikalta nestemäisen öljyjätteen tuonti vahinkojätepisteelle 1 h 24 min. Nestemäisen öljyjätteen purkaminen vahinkojätepisteellä sekä mahdollisten huolto- ja täydennystoimenpiteiden voidaan arvioida kestävän kaksi tuntia. Lastin purkuun ja matkoihin kuluvan ajan voidaan näin ollen arvioida täysiin tunteihin pyöristettynä olevan 5 h.

Taulukko 10: 13 öljyntorjunta-aluksen vahinkojätepisteillä käynteihin laskennallisesti käyttämä aika.

Etäisyys vahinkojätepisteelle [km]	Öljyntorjunta-alusten nopeus (15 kts) [km/h]	Matka-aika [h]	Aika vahinkojätepisteellä [h]	**Käynti vahinkojätepisteellä YHT. [h]**
35	28	3	2	**5**

Avomeritorjunnassa 12 tunnin aikana kerättävän nestemäisen öljyjätteen määrä vastaa laskennallisesti yhden päivän työsaavutusta. Suomenlahdella vallitsevat tuuliolosuhteet ovat 50 % ajasta sellaiset, että öljyntorjuntatyöt joko a) hidastuvat merkittävästi tai b) estyvät kokonaan, oletetaan tässä työssä, että todellinen avomeritorjunnan työsaavutus on 75 % laskennallisesta työsaavutuksesta 5 400 t nestemäistä öljyjätettä (SRÖTVA, 2008, s.17). Peruste edellä esitetylle arviolle on se, että avomeritorjunnassa käytetty aluskapasiteetti pystyy toimimaan verrattain huonoissa sääolosuhteissa.

Tässä työssä avomeritorjunnan työsaavutuksena käytetään 4 050 t/d, millä perusteella avomeritorjunnan voidaan todeta kestävän 10 vuorokautta.

Edellä esitetty laskelma ei ota huomioon sitä, että mereen valunut raakaöljy liikkuu tuulen mukana ja että sen voidaan olettaa lähestyvän rannikkoa. Öljylauttojen liikkuessa kohti rannikkoa jätteenpurkumatkat satamaan lyhenevät koko ajan, nopeuttaen osaltaan öljyntorjunta-alusten jätesäiliöiden purkamista. Samoin on tiedostettava, että laskelma on laadittu Suomen valtion hallinnoimalle öljyntorjuntakalustolle. Laskelmassa ei ole huomioitu ulkomailta todennäköisesti annettavia öljyntorjuntaresursseja. Laskelmassa ei ole myöskään huomioitu, että öljyntorjuntatöihin mahdollisesti osallistuu säiliölaiva, joka suuren rahtikapasiteettinsa vuoksi pystyisi ottamaan öljyntorjunta-aluksista nestemäistä öljyjätettä vastaan jo onnettomuuspaikalla, mikä vähentäisi satamassa käyntejä (ja näin ollen torjunta-aikaa) merkittävästi.

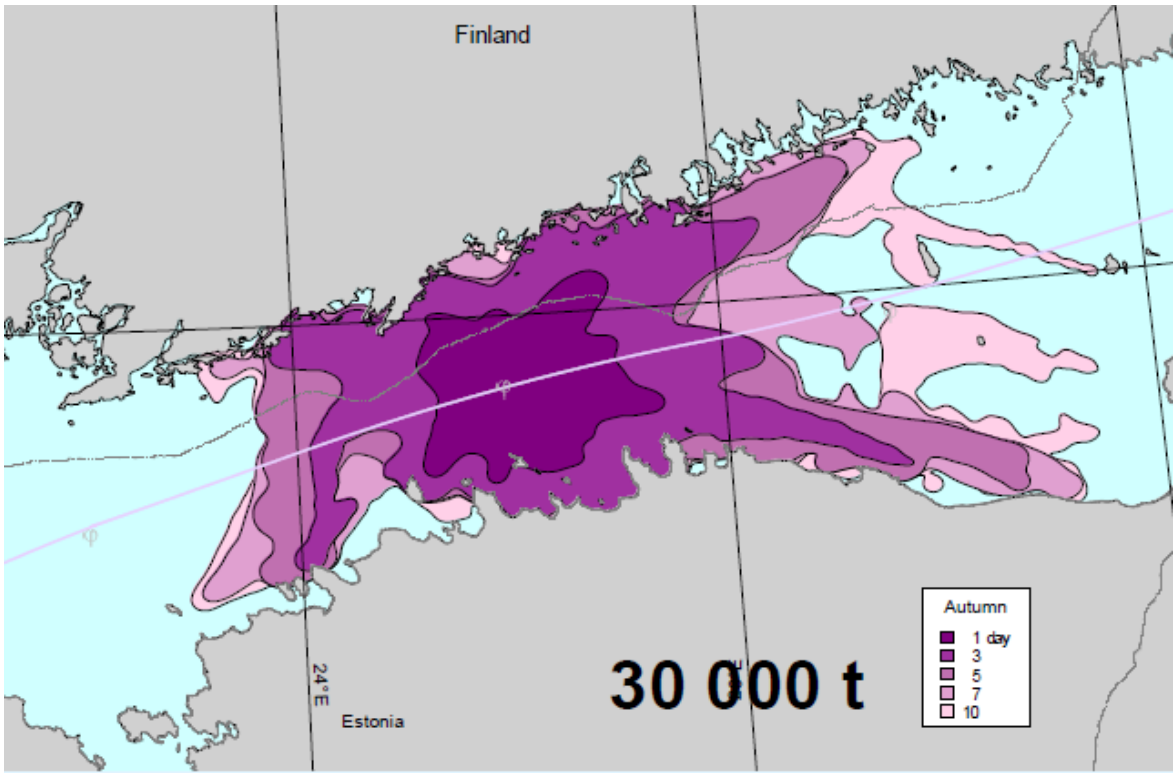
5.2.2 Saaristo- ja rannikkotorjunta

Avomeritorjunnan ollessa vielä käynnissä, aloittavat pelastustoimen alueet öljylauttojen liikkeistä laadittujen ennusteiden mukaisesti varautua öljyntorjuntaan saaristossa ja rannikolla (YM-26, 2011, s. 56). Pelastustoimen alueiden tulisi toimialueidensa puitteissa pystyä pysäyttämään rannikkoa kohti ajelehtiva öljylautta jo saaristossa käyttäen apuna suojapuomituksia, öljyntorjuntaan soveltuvia veneitä, harjakauhoja sekä skimmereitä (kts. kpl. 3.2.4, s.35) (Jolma, 2009, s.8). Tämän työn oletus saaristo- ja rannikkotorjunnan osalta

on, että 10 000 t raakaöljyä meriveteen emulgoituessaan on muodostanut 50 000 t nestemäistä öljyjätettä. Hävikki huomioiden kerätään 40 000 t nestemäistä öljyjätettä, missä raakaöljyä on 8 000 t.

Kunkin Suomenlahden pelastustoimen alueen tulee 12 tunnin kuluessa pystyä sijoittamaan ja ankkuroimaan toimialueelleen yhteensä viisi kilometriä rannikko- ja avomeripuomia (YM-26, 2011, s. 56). Muilla pelastustoimen alueilla on velvoite virka-avun antamiseen lähimmän 24 tunnin kuluessa siten, että 72 tunnin kuluessa meri- ja rannikkopuomin määrä on saatu nostettua 80 - 90 km:iin sekä tarvittava määrä aluksia kyseessä olevan torjuntakaluston käsittelemiseksi (YM-26, 2011, s.56). Öljyntorjunnan rannikolla ja saaristossa voidaan arvioida kestävän muutamasta viikosta kuukausiin riippuen onnettomuuspaikan sijainnista, kerättävän öljyn laadusta ja määrästä sekä vallitsevasta säästä ja vuodenajasta (YM-26, 2011, s.53).

Esimerkiksi 35 km Helsingistä etelälounaaseen tapahtuneen alusöljyvahingon seurauksena kolmen tunnin aikana mereen vuotanut 30 000 t raakaöljyä lasketaan sopivissa olosuhteissa (tuuli 203°, 10 m/s) saavuttavan Lauttasaaren 26 h 30 min. aikana (Jolma, 2009, s.8).



Kuva 13: Havainnepiirros Suomenlahteen vuotaneen raakaöljyn leviämisestä aika-arvioineen (Hietala, 2011)

Avomeritorjuntaan verrattuna olosuhteet saaristo- ja rannikkotorjunnassa ovat vaativammat. Tämä perustuu siihen, että saaristossa toimittaessa vesistö on matalampaa ja karikkoista. Tämä taas johtaa siihen, että käytettävä kalusto on pienempää, joten keräyskapasiteetti on huomattavasti vaatimattomampaa kuin avomerellä. Positiivisena seikkana voidaan mainita, että öljyntorjuntapuomeja voidaan sijoittaa luotojen väliin ja näin käyttää luonnonolosuhteita hyväksi nestemäisen öljyjätteen pääsyn estämiseksi rannoille. Samoin on todettava, että avomeritorjunnasta poiketen etäisyydet rantaan ovat verrattain lyhyet, noin 10 km.

Saaristo- ja rannikkotorjunnassa käytettävä laskennallisen tankkitilavuus Helsingin öljyntorjuntaveneiden osalta on (HM11, HM81, Saukko, Martta) 13 m^3, yhteenlasketun keruukapasiteetin ollessa 59,26 m^3/h. (SRÖTVA, 2008, s.6) Avomeritorjunnan päättyessä on perusteltu syy olettaa, että ainakin osa aluksista kohdennetaan tukemaan saaristo- ja rannikkotorjuntaa. Tässä työssä oletetaan, että Helsingin pelastustoimen öljyntorjuntaveneitä tukee viisi Meritaito Oy:n öljyntorjunta-alusta (Oili I-III, Seili ja Sektori). Helsingin pelastustoimen sekä Meritaito Oy:n öljyntorjunta-alusten yhteenlaskettu tankkitilavuus on 557 m^3, keräyskapasiteetin ollessa 278 m^3/h.

Taulukko 11: 12 h aikana saaristo- ja rannikkotorjunnassa kerätyn nestemäisen öljyjätteen määrä.

Aluksen nimi	keruu kapasiteetti [m3/h]	tankkitilavuus [m3]	Tankin täyttöaika [h]	1h	2h	3h	4h
Oili I	39	80	2,1	39	78	-	-
Oili II	39	80	2,1	39	78	-	-
Oili III	39	80	2,1	39	78	-	-
Seili	56	196	3,5	56	112	168	-
Sektori	46	108	2,3	46	92	108	-
HM11	22	5	0,23	5	-	-	-
HM81	7,4	3	0,41	3	-	-	-
Saukko	22	4	0,18	4	-	-	-
Martta	7,4	1	0,14	1	-	-	-
YHTEENSÄ	**278**	**557**	**13,06**	**232**	**451**	**523**	**523**

Aluksen nimi	keruu kapasiteetti [m3/h]	tankkitilavuus [m3]	Tankin täyttöaika [h]	5h	6h	7h	8h
Oili I	39	80	2,1	-	117	156	-
Oili II	39	80	2,1	-	117	156	-
Oili III	39	80	2,1	-	117	156	-
Seili	56	196	3,5	-	-	224	280
Sektori	46	108	2,3	-	-	154	200
HM11	22	5	0,23	10	-	-	-
HM81	7,4	3	0,41	6	-	-	-
Saukko	22	4	0,18	8	-	-	-
Martta	7,4	1	0,14	2	-	-	-
YHTEENSÄ	**278**	**557**	**13,06**	**447**	**681**	**872**	**974**

Aluksen nimi	keruu kapasiteetti [m3/h]	tankkitilavuus [m3]	Tankin täyttöaika [h]	9h	10h	11h	12h
Oili I	39	80	2,1	-	-	195	234
Oili II	39	80	2,1	-	-	195	234
Oili III	39	80	2,1	-	-	195	234
Seili	56	196	3,5	336	-	-	-
Sektori	46	108	2,3	216	-	-	-
HM11	22	5	0,23	15	-	-	-
HM81	7,4	3	0,41	9	-	-	-
Saukko	22	4	0,18	12	-	-	-
Martta	7,4	1	0,14	3	-	-	-
YHTEENSÄ	**278**	**557**	**13,06**	**831**	**831**	**1 176**	**1 293**

Laskennallisesti 12 h aikana kerätään 1 300 t nestemäistä öljyjätettä. Taulukossa 12 on esitetty vahinkojätepisteellä käyntiin kuluva aika. Suomenlahdella vallitsevat tuuliolosuhteet ovat 50 % ajasta sellaiset, että öljyntorjuntatyöt joko a) hidastuvat merkittävästi tai b) estyvät kokonaan, oletetaan tässä työssä, että todellinen avomeritorjunnan työsaavutus on 50 % laskennallisesta työsaavutuksesta 1 300 t nestemäistä öljyjätettä (SRÖTVA, 2008, s.17). Vuorokauden työsaavutus saaristo- ja rannikkotorjunnassa on siten 647 t/d.

Taulukko 12: Saaristo- ja rannikkotorjunnassa vahinkojätepisteillä käynteihin laskennallisesti kuluva aika.

Etäisyys vahinkojätepisteelle [km]	Öljyntorjunta-alusten nopeus (8 kts) [km/h]	Matka-aika [h]	Aika vahinkojätepisteellä [h]	**Käynti vahinkojätepisteellä YHT. [h]**
10	15	2	1	**3**

Kokonaisuudessaan saaristo- ja rannikkotorjunta kestää laskelman mukaan 62 vuorokautta.

Taulukko 13: Saaristo- ja rannikkotorjunnassa kuluva kokonaisaika.

Arvio öljyjätteen määrästä [t]	1d aikana kerätty nestemäinen öljyjäte [t]	Saaristo- ja rannikkotorjuntaan kuluva aika [d]
40 000	647	62

Tässä työssä sekä avomeritorjuntaan, että saaristo- ja rannikkotorjuntaan kuluva aika on muodostettu laskemalla taulukkolaskennalla aluskohtaisiin suorituskykyihin perustuen 12 h työsaavutus, mikä vastaa yhden vuorokauden öljyntorjuntatyötä. Nestemäisen öljyjätteen kokonaismäärä (40 000 t) on jaettu vuorokauden työsaavutuksella [t/d], minkä perusteella on saatu öljyntorjuntatyöhön kuluva aika.

5.2.3 Rantatorjunta

Alusöljyonnettomuus, missä mereen vuotaa 30 000 t raakaöljyä voidaan arvioida, että huomattava osa raakaöljystä saavuttaa myös rannat. Tämän työn oletus on, että 10 000 t raakaöljyä kerätään rannoilta. Rantapuhdistukseen ryhdytään sen jälkeen, kun voidaan arvioida, että uusia öljylauttoja ei ole enää lähestymässä. Näin voidaan välttää saman rantakaistan puhdistaminen useampaan kertaan. Tästä periaatteesta voidaan kuitenkin joutua joustamaan nimenomaan Helsingin osalta rakennetun, sekä taajaan asutun rannikon vuoksi, mikä asettaa öljyntorjunnan johto-organisaatiolle sosioekonomisia haasteita huomioitavaksi (YM-26, 2011, s.57). Rantapuhdistus on luonteeltaan hyvin työvoimavaltaista, sen vuoksi työsaavutukseltaan hidasta, mikä väistämättä johtaa korkeisiin kustannuksiin (YM-26, 2011, s.56).

Rantapuhdistusta suorittava organisaatio kootaan pelastustoimen alueiden ja kuntien työyksiköistä. Organisaatiota voidaan vahvistaa ostamalla puhdistuspalvelua kaupallisilta yrityksiltä ja liittämällä organisaatioon tarvittavan koulutuksen saaneita vapaaehtoisia. (YM-26, 2011, s.57) Helsingin alueella voidaan rantatorjuntaa suorittavan organisaation kokonaisvahvuudeksi arvioida 1 300 – 1 500 henkilöä.

Rantatorjunnan voidaan arvioida alkavan noin kuukauden kuluttua onnettomuudesta ja puhdistustoimien jatkuvan useista kuukausista aina vuoteen (YM-26, 2011, s.45). Helsingin alueella voidaan rantatorjunnan tavoiteaikana pitää neljän kuukauden aikajännettä johtuen taajaan asutun alueen aiheuttamasta tarpeesta välttää kohtuutonta ympäristöhaittaa.

Yleisenä periaatteena on, että mitä laajemmalle mereen valunut raakaöljy leviää, sitä enemmän öljyvahinkojätettä muodostuu. 10 000 t raakaöljyä, joka muodostaa 4 % pitoisuuden muodostuvassa öljyvahinkojätteessä, voidaan kokonaisjätemäärän laskea olevan 250 000 t (YM-26, 2011, s.64).

Rantatorjunnassa esimerkiksi yhtä raskasta pyöräkuormaajaa käyttämällä voidaan yltää 400-800 m^3 öljyisen massan keräämiseen vuorokaudessa. Edellä mainittuun työtulokseen päästään kuitenkin sillä hinnalla, että vain 25 % kerätystä materiaalista on raakaöljyä tai edes öljyvahinkojätettä, 75 % ollessa puhdasta materiaalia (ITOPF-7, s.4). Koneellisen keräämisen seurauksena puhdas materiaali sekoittuu öljyn ja öljyvahinkojätteen kanssa aiheuttaen jätemäärän moninkertaistumisen.

Rantatorjunnan yhteydessä voidaan olla tilanteessa, missä kerääjillä tai imulaitteistoilla pystytään keräämään talteen nestemäistä öljyjätettä suoraan rantavedestä. Erilaisia kerääjiä (imuauto, skimmeri) käyttämällä voidaan saavuttaa 20 m^3/päivä työsaavutuksia laitetta kohti (ITOPF-7, s.3).

Käsin keräämällä voidaan saavuttaa jopa 10 % öljypitoisuus kerättävälle öljyvahinkojätteelle (ITOPF-7, s.5). Tämä tarkoittaa sitä, että kerättävää öljyvahinkojätettä muodostuisi 100 000 tonnia. Käsin keräämällä on mahdollista yltää 1 – 2 t/vuorokausi/henkilö työsaavutukseen (ITOPF-7, s.4). Jos oletetaan, että 1 000 työntekijää kerää yhden tonnin päivässä, kestää rantatorjunta laskennallisesti 100 vuorokautta.

Taulukko 14: Laskennallinen arvio rantatorjuntaan kuluva aika käsin keräämällä.

Arvio öljyjätteen määrästä [t]	keräyskapasiteetti [t/vrk/hlö]	Resurssit [henkilöä]	Öljyjätteen keräysaika [vrk]
100 000	1	1 000	100

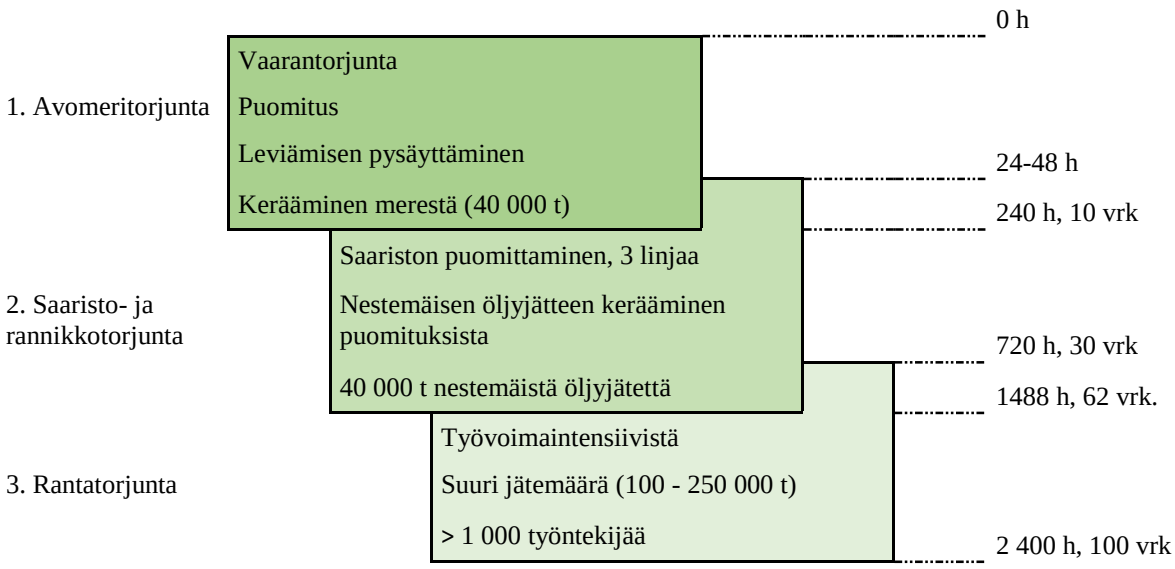
5.2.4 Yhteenveto öljyntorjuntatoimien vaiheistamisesta

Edellä mainitut tilanteet koskien avomeritorjuntaa, saaristo- ja rannikkotorjuntaa sekä rantatorjuntaa ovat karkeita yksinkertaistuksia. Ne kuitenkin havainnollistavat mitä alusöljyvahinko, missä 30 000 t raakaöljyä vuotaa Suomenlahteen merkitsee.

Todennäköisesti tehollista työtä pystytään suorittamaan arviolta 12 - 14 h päivässä. Rantatorjunnan osalta käsin kerääminen onnistuu todennäköisesti 8 h työvuoroissa.

Öljylauttojen leviämisen rajoittaminen vaikeutuu aallokossa, jonka korkeus ylittää 0,75 m. Suomenlahdella tämä ehto täyttyy 45 % ajasta. Suomenlahdella vallitsevissa tuuliolosuhteissa 50 % ajasta öljyä ei voi kerätä (SRÖTVA, 2009, s.15 - 17). Talven aiheuttamia olosuhteita ei ole tässä työssä huomioitu.

Laskelmissa ei ole otettu huomioon öljyn fysikaalista ominaisuutta jatkaa leviämistään niin kauan, että öljykalvon paksuus on 0,1 mm tai vähemmän. Laskelmat on tehty Helsingin pelastustoimen aluskapasiteetin mukaan, eikä muilta pelastustoimen alueilta tai muiden toiminnanharjoittajien tuomaa aluskalustoa ole huomioitu. Skimmereiden keräyskapasiteettia ei ole otettu laskelmissa huomioon (Kilpeläinen, 2017).



Kuva 14: Kaavio alusöljyonnettomuuden torjuntatöiden etenemisestä periaateaikatauluineen.

6 KULJETUKSET – ÖLJYJÄTE ON KERÄTTY, KUINKA ETEENPÄIN?

Öljyntorjuntatöissä syntyvät keskeisimmät jätejakeet ovat: a) öljyvesiseokset, b) öljyiset maa-ainekset (kivet, hiekka, savi ym.), c) öljyinen orgaaninen aines (ajopuut, pensaat jne.), d) öljyiset sekajätteet (haalarit, muovipussit ym.), sekä e) kuolleet eläimet (Hupponen et.al. 2007, s. 16). Tässä työssä keskitytään jätejakeeseen ”a”, öljyvesiseokset.

6.1 Nestemäinen öljyjäte kerätty talteen – kuinka jatkaa?

Luvussa 5.2.2 todettiin, että laskennallisesti saaristo- ja rannikkotorjunta kestää 62 vuorokautta, missä ajassa 40 000 t nestemäistä öljyjätettä on kerätty merestä. Tämän perusteella voidaan todeta, että vahinkojätepisteelle / -pisteille toimitetaan yhden vuorokauden aikana 647 t nestemäistä öljyjätettä toimitettavaksi edelleen loppukäsittelyyn. Yhden säiliöauton tilavuuden ollessa 10 m^3 (t) tulisi päivittäin, 109 päivän ajan, toimittaa yhteensä 37 säiliöautollista nestemäistä öljyjätettä loppukäsiteltäväksi.

6.1.1 Logistiikkaketju 1: L&T Oy - Lahti

Lassila & Tikanoja Oyj omistaa Lahdessa teollisuuden nestemäisten jätteiden loppukäsittelyä varten rakennetun ongelmajätteiden käsittelylaitoksen. Tämä laitos soveltuu myös alusöljyvahingon aiheuttaman nestemäisen öljyjätteen loppukäsittelyyn (Hupponen et. al. 2007 s. 64). Laitos sijaitsee osoitteessa Viilaajankatu 6, 15520 Lahti.

Alusöljyonnettomuuden seurauksena kerättävän nestemäisen öljyjätteen käsittelyyn soveltuu L&T Oy:n käyttämistä prosesseista ultrasuodatus (Hupponen et. al.2007 s.64). Ympäristöluvan perusteella laitos saa vastaanottaa ja käsitellä nestemäistä öljyjätettä 12 000 t/a (33 tn/d). Ympäristölupa mahdollistaa nestemäisen öljyjätteen varastointia korkeintaan 300 t. (AVI, 2013, s.17).

Saaristo- ja rannikkotorjunnassa kerätyn 40 000 t nestemäisen öljyjätteen käsittely pelkästään tällä laitoksella vaatisi aikaa 1 212 työpäivää (33 t/d), mikä tarkoittaisi

viisipäiväistä työviikkoa tehtäessä viiden vuoden käsittelyaikaa (Hupponen et.al. 2007, s.65).

Vahinkojätepisteen/-pisteiden sijaitessa Helsingissä, on yhdensuuntainen matka vahinkojätepisteeltä L&T Oy:n ongelmajätelaitokselle 100 km.

Päivittäiset kuljetuskustannukset on arvioitu siten, että työt aloitetaan klo 08:00 kuljetusliikkeen varikolta ja ajoneuvot, joiden tilavuudet vaihtelevat 7 – 12 m^3 on laskelmassa huomioitu oletuksella, että tilavuus on 10 m^3, tai enemmän. Taulukkojen 15-21 tulokset on laskettu samoin lähtötiedoin ja oletuksin.

Taulukko 15: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Lahteen, huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero (Laine, 2017).

Siirtoajo [h]	Kuormaus [h]	Edestakainen matka 75 km/h [h]	kuorman purku [h]	Siirtoajo [h]	yhteensä [h]	matkaa [krt]	YHTEENSÄ [h]
1	1	2,7	1	1	6,7	3	20,1

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
20,1	86	**1 700**

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
20,1	128	**2 600**

6.1.2 Logistiikkaketju 2: Fortum Waste Solutions Oy (Ekokem) jätevoimala – Riihimäki

Fortum Waste Solution Oy:n Riihimäen (Kuulojakatu 1, 11120 Riihimäki) jätevoimalassa nestemäinen öljyjäte pystytään käsittelemään polttamalla vesijäähdytteisessä viistoarinakattilassa. Laitoksen pääasiallinen käyttötarkoitus on syntypaikkalajitellun yhdyskuntajätteen hävittäminen (Hupponen et.al. 2007, s.58-59).

Laitoksen kapasiteetti on 120 t/d, 40 000 – 45 000 t/a. Poltettaessa lietettä, ei laitos yllä edellä mainittuun kapasiteettiin. Laitos on mitoitettu polttamaan jätettä, jonka lämpöarvo on 16-17 MJ/kg. Öljyinen merivesi pystytään ohjaamaan hävitettäväksi erillisen lietesiilon kautta (Hupponen et.al. 2007, s.58-59).

Edellä mainittujen perusteiden vuoksi tässä työssä on käytetty nestemäisen öljyjätteen käsittelyyn arviota 40 t/d, mikä laskennallisesti tarkoittaa 14 600 t/a. 40 000 t nestemäistä

öljyjätettä olisi käsitelty 1 000 vuorokauden kuluessa, mikä viisipäiväistä työviikkoa tehden tarkoittaisi 3 vuotta, 11 kuukautta.

Vahinkojätepisteen / -pisteiden sijaitessa Helsingissä, on yhdensuuntainen matka Riihimäen jätevoimalalle 83 km.

Taulukko 16: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Riihimäen jätevoimalaan huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero (Laine, 2017).

Siirtoajo [h]	Kuormaus [h]	Edestakainen matka 75 km/h [h]	kuorman purku [h]	Siirtoajo [h]	yhteensä [h]	matkaa [krt]	YHTEENSÄ [h]
1	1	2,2	1	1	6,2	4	24,8

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
24,8	86	**2 100**

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
24,8	128	**3 200**

6.1.3 Logistiikkaketju 3: Fortum Waste Solutions Oy (Ekokem) ongelmajätelaitos - Riihimäki

Fortum Waste Solutions Oy:n Riihimäen (Kuulojankatu 1, 11120 Riihimäki) ongelmajätelaitoksella nestemäinen öljyjäte käsitellään kahdessa poltto/termodesorptio rumpu-uunissa, joissa poltto tapahtuu 1 200 – 1 350 °C lämpötilassa (Hupponen et. al. 2007, s.60).

Laitoksen arvioitu kapasiteetti on 20 000 t/a. Päivittäiseksi kapasiteetiksi arvioidaan tilanteen mukaan 48 – 72 t/d (Hupponen et.al. 2007, s. 61). Laitoksen alueella on mahdollisuus nestemäisen öljyjätteen välivarastointiin ”joitakin satoja tonneja”, mutta kuitenkin verrattain rajallisesti ajateltuun alusöljyonnettomuuden tuottaman nestemäisen öljyjätteen määrään nähden. Varastointikapasiteettiä on järjestettävissä enemmän, jos nestemäinen öljyjäte toimitetaan esimerkiksi tynnyreissä ja/tai konteissa (Hupponen et. al. 2007, s.61).

40 000 t nestemäisen öljyjätteen käsittely keskimääräisellä 60 t/d käsittelykapasiteetilla kestäisi 667 työpäivää, noin 2 vuotta 6 kuukautta, viisipäiväistä työviikkoa tehden.

Vahinkojätepisteen / -pisteiden sijaitessa Helsingissä, on yhdensuuntainen matka Riihimäen ongelmajätelaitokselle 83 km.

Taulukko 17: Arvio päivittäiset rahtikustannuksista Helsingistä Riihimäen ongelmajätelaitokselle huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero (Laine, 2017).

Siirtoajo [h]	Kuormaus [h]	Edestakainen matka 75 km/h [h]	kuorman purku [h]	Siirtoajo [h]	yhteensä [h]	matkaa [krt]	YHTEENSÄ [h]
1	1	2,2	1	1	6,2	6	37,2

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
37,2	86	**3 200**

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
37,2	128	**4 800**

6.1.4 Logistiikkaketju 4: Fortum Waste Solutions Oy (Ekokem) – Anjalankoski

Fortum Waste Solutions Oy:n Anjalankosken (Ekokaari 33, 46860 Anjalankoski) laitos soveltuu nestemäisen öljyjätteen välivarastointiin, sekä käsittelyyn. Välivarastoinnin kapasiteetti on 10 000 t/a. Nestemäisen öljyjätteen käsittely tapahtuu flotaatiokäsittelyllä. Menetelmä soveltuu öljyiselle merivedelle ja merivesi-öljyemulsiolle, erityisesti, jos vesipitoisuus on >70 % (Hupponen et.al. 2007, s.63-64).

Jos käsittelykapasiteetiksi arvioidaan 28 t/d, kestäisi 40 000 t nestemäisen öljyjätteen käsittely 1 429 työpäivää, mikä tarkoittaisi viisi päiväistä työviikkoa tehden 5 vuotta ja 6 kuukautta.

Vahinkojätepisteen/-pisteiden sijaitessa Helsingissä, muodostuu yhdensuuntaiseksi rahtimatkaksi Anjalankosken ongelmajätelaitokselle 149 km.

Taulukko 18: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Anjalankosken jätteenkäsittelylaitokselle huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero (Laine, 2017).

Siirtoajo [h]	Kuormaus [h]	Edestakainen matka 75 km/h [h]	kuorman purku [h]	Siirtoajo [h]	yhteensä [h]	matkaa [krt]	YHTEENSÄ [h]
1	1	4,0	1	1	8,0	3	24,0

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
24	86	**2 100**

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
24	128	**3 100**

6.1.5 Logistiikkaketju 5: Oy Phoenix Collector Ltd – Hamina

Oy Phoenix Collector Ltd. on Haminan satamassa toimiva öljyisten vesien käsittelylaitos. Yrityksen ydinliiketoiminta on kerätä, käsitellä ja hyödyntää öljy-yhtiöiden ja meriliikenteen tuottamaa nestemäistä öljyjätettä (Hupponen et. al. 2007, s.69).

Alusöljyonnettomuuden seurauksena kerättävän nestemäisen öljyjätteen käsittelymenetelmänä laitoksella käytetään öljyn kuivausprosessia, joka perustuu painovoimaiseen vedenerotukseen (Hupponen et. al. 2007, s.69).

Oy Phoenix Collector Ltd:n ympäristöluvan mukainen määrä nestemäisen öljyjätteen käsittelemiseksi on 10 000 t/a. Päivittäiseksi käsittelykapasiteetiksi on sen perusteella arvioitu 30 t/d. Arvio välittömästä välivarastointikapasiteetista alusöljyonnettomuuden tapahtuessa on 1 750 t (Hupponen et.al. 2007, s. 69). Laskennallisesti 40 000 t nestemäisen öljyjätteen käsitteleminen Oy Phoenix Collector Ltd:n prosessissa kestäisi 5 vuotta ja 6 kuukautta, viisipäiväistä työviikkoa tehden.

On kuitenkin huomioitava, että kyseinen laitos on tarkoitettu käsittelemään myös pienempiä päästöjä, sekä hallitusti talteen kerättyjä nestemäisiä öljyjätteitä, joten voidaan arvioida, että käsittelyaika todellisuudessa muodostuisi huomattavasti pidemmäksi.

Vahinkojätepisteen/-pisteiden sijaitessa Helsingissä ja Oy Phoenix Collector Ltd. osoitteen ollessa Satamantie 4, 49460 Hamina, muodostuu yhdensuuntaiseksi rahtimatkaksi 136 km.

Taulukko 19: Arvio päivittäisistä rahtikustannuksista Helsingistä Haminaan huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero (Laine, 2017).

Siirtoajo [h]	Kuormaus [h]	Edestakainen matka 75 km/h [h]	kuorman purku [h]	Siirtoajo [h]	yhteensä [h]	matkaa [krt]	YHTEENSÄ [h]
1	1	3,6	1	1	7,6	3	22,8

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
22,8	86	**2 000**

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
22,8	128	**2 900**

6.1.6 Logistiikkaketju 6: DELETE – Espoo

DELETE on kierrätys- ja jätteenkäsittelypalveluja Etelä-Suomen alueella tarjoava yritys. Sen toimialaan kuuluu myös nestemäisen öljyjätteen käsittely. Kyseinen laitos sijaitsee osoitteessa Juvanmalmintie 18, 02920 Espoo.

Laitoksen jätteenkäsittelykapasiteetti on 2,5 t/h, 60 t/d, 22 000 t/a (Pietilä, 2017). Vaihteluväli on öljyisen meriveden ja/tai emulsion seossuhteesta riippuen 2-5 t/h.

Käytetty käsittelymenetelmä on öljyn ja veden erotus separoimalla, minkä jälkeen vesi käsitellään ultrasuodattimella.

Välivarastointikapasiteettia DELETE Oy:n laitoksella on 350 m^3.

Hinnoittelu riippuu öljyn laadusta, sekä öljyn ja veden seossuhteesta. Kustannukset vaihtelevat 80-150 Eur/t. (Pietilä, 2017)

Taulukko 20: Arvio rahtikustannuksista Helsingistä Espooseen huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero (Laine, 2017).

Siirtoajo [h]	Kuormaus [h]	Edestakainen matka 50 km/h [h]	kuorman purku [h]	Siirtoajo [h]	yhteensä [h]	matkaa [krt]	YHTEENSÄ [h]
1	1	1,2	1	1	5,2	6	31,2

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
31,2	86	**2 700**

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
31,2	128	**4 000**

6.1.7 Logistiikkaketju 7: Savaterra Oy – Pansio, Turku

Savaterra Oy :llä on Turun Pansiossa pilssivesien ja –öljyjen käsittelylaitos. Savaterra Oy:n käsittelykapasiteetti on 5 t/h, 120 t/d, 43 800 t/a.

Savaterra Oy :n laitoksella on välivarastointikapasiteettia 14 000 m^3 (Kuutti, 2017).

Etäisyys Helsingistä Savaterra Oy:n laitokselle Pansioon on 191 km.

Nestemäisen öljyjätteen (40 000 t) käsittely Savaterra Oy :n laitoksella kestäisi 334 vuorokautta.

Taulukko 21: Arvio rahtikustannuksista Helsingistä Pansioon huomioiden arkipäivien ja viikonloppujen kustannusero (Laine, 2017)

Siirtoajo [h]	Kuormaus [h]	Edestakainen matka 80 km/h [h]	kuorman purku [h]	Siirtoajo [h]	yhteensä [h]	matkaa [krt]	YHTEENSÄ [h]
1	1	4,8	1	1	8,8	12	105,6

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
105,6	86	**9 100**

Ajotunteja [h]	á [Eur/h]	**YHTEENSÄ [Eur/d]**
105,6	128	**14 000**

6.1.8 Yhteenveto logistiikkaketjuista 1-7

Helsingin merialueelta kerätyn nestemäisen öljyjätteen rahtikustannukset seitsemään Etelä-Suomen alueella olevaan nestemäisen öljyjätteen käsittelyyn soveltuvaan laitokseen ovat noin 2,9 milj. Eur. Esitetyn laskelman osalta on kuitenkin huomioitava, että yksikköhintaa (86 Eur/h) on käytetty arkipäivien osalta. Viikonloppujen osalta on käytetty korotettua yksikköhintaa (128 Eur/h) (Laine, 2017). Kyseinen hinta on ALV0, ylityö- ja yötyö laskutus tulevat yksikköhinnan päälle. Riippuen siitä, miten rahteja onnistutaan järjestämään, saattavat klo 16:00 jälkeen ajetut tunnit nostaa tuntuvastikin muodostuvia kustannuksia. Ylityötunnin yksikköhinta on 42 Eur/h enemmän kuin perustuntihinta 86 Eur/h, mikä tarkoittaa 49 % korkeampaa yksikköhintaa. Viikonloppuisin rahti ajetaan korotetulla yksikköhinnalla vuorokauden ajasta riippumatta.

Taulukoissa 15-21 on viikonloppujen osalta huomioitu korotettu tuntihinnoittelu. Arkipäivien mahdollisia ylityötunteja ei ole huomioitu, vaikka on todennäköistä, että niitä ainakin jossakin määrin tulee (Laine, 2017).

Taulukko 22: Yhteenveto nestemäisen öljyjätteen rahtikustannuksista Helsingin ja Etelä-Suomen alueella sijaitsevien jätteenkäsittelypaikkojen välillä (Laine, 2017). Taulukossa 22 on laskettu päivittäiset rahtikustannukset 86 Eur/h ja viikonloppuna ajetut rahtikustannukset 128 Eur/h. Seitsemän jätteenkäsittelylaitoksen päivittäinen käsittelykapasiteetti on 369 t/d. ”Aika” –sarake on muodostettu siten, että 40 000 t nestemäistä öljyjätettä, jota toimitetaan loppukäsittelyyn 369 t/d kestää 109 d ja näistä päivistä 78 ovat arkipäiviä ja 31 ovat viikonloppuja.

Yritys	Hinta	yks.	Hinta	yks.
Lassila & Tikanoja, Lahti	1 700	Eur/d	2 600	Eur/d
Fortum Waste Solutions Oy, Riihimäki (1)	3 200	Eur/d	4 800	Eur/d
Fortum Waste Solutions Oy, Riihimäki (2)	2 100	Eur/d	3 200	Eur/d
Fortum Waste Solutions Oy, Anjalankoski	2 100	Eur/d	3 100	Eur/d
Oy Phoenix Collector Ltd. Hamina	2 000	Eur/d	2 900	Eur/d
DELETE, Espoo	2 700	Eur/d	4 000	Eur/d
Savaterra Oy, Pansio	9 100	Eur/d	14 000	Eur/d
Yhteensä	22 900	Eur/d	34 600	Eur/d

Hinta [Eur/d]	aika [d]	**YHTEENSÄ [Eur]**
22 900	78	1 786 200
34 600	31	1 072 600
		2 858 800

Säiliöautoilla seitsemään Etelä-Suomalaiseen jätteenkäsittelylaitokseen kuljetettuna rahtikustannusten yksikköhinnaksi muodostuu 71 Eur/t.

6.1.9 Öljyjätteen kuljetus – merikuljetukset

Alusöljyonnettomuuden seurauksena suuri määrä merestä kerättävää öljyistä vettä ja emulsiota täyttävät lähtökohtaisesti riittämättömän välivarastointikapasiteetin. Tämän vuoksi nousee nopeasti esille kysymys nestemäisen öljyjätteen välivarastoinnista ja kuljettamisesta Suomen ulkopuolelle. Nestemäistä öljyjätettä kerätään 647 t/d ja sitä pystytään loppukäsittelemään Etelä – Suomen alueella sijaitsevilla seitsemällä laitoksella 369 t/d. Nestemäisen öljyjätteen kertymä välivarastoon on siten 278 t/d, kts. Liite 1. Viikon aikana nestemäistä öljyjätettä on välivarastoitava 1 900 t ja kuukauden kuluttua 8 300 t, kts. Liite 1.

Koska sen enempää SYKEllä kuin pelastustoimen alueillakaan ei ole välivarastointi- ja kuljetuskäyttöön soveltuvaa säiliölaivaa, ja proomuja on käytettävissä rajallisesti

alusöljyvahinkotilanteen vaatimuksiin nähden, on tarvittava aluskapasiteetti vuokrattava vapailta markkinoilta.

Säiliölaivan vuokraamisen kokonaiskustannukset koostuvat useista tekijöistä. Mitä useampi yksityiskohta on etukäteen tiedossa, sen tarkemmin varustamo pystyy määrittämään alusvuokran suuruuden. (Soren Steenberg Jensen, 2017)

Kuljetettavan rahdin ollessa öljyistä merivettä, tulee rahtisäiliöiden olla pinnoitettu tarkoitukseen sopivalla tavalla. Yleisenä periaatteena voidaan todeta, että säiliölaivan tulisi olla mahdollisimman suuri, jotta taloudellinen hyötysuhde kuljetettua tonnia kohti saataisiin mahdollisimman edulliseksi. Toisaalta alusöljyvahingon luonteen vuoksi saatetaan kuitenkin joutua vuokraamaan alus, joka ei pysty kerralla ottamaan vastaan kaikkea kerättyä nestemäistä öljyjätettä, vaan useampi kuljetus pienemmällä säiliöaluksella on tarkoituksenmukaisempi tapa suoriutua öljyntorjuntatöistä. (Soren Steenberg Jensen, 2017)

Varustamon lähtökohtainen ajatus on, että nestemäinen öljyjäte on välivarastoituna johonkin Suomen satamaan, mistä se käydään noutamassa sovittuna ajankohtana. Öljyntorjuntatöitä silmällä pitäen tulisi kuitenkin varautua ankkuroitumiseen onnettomuuspaikan välittömään läheisyyteen ja suorittamaan aluksesta-alukseen -kuormausoperaatio. Tällä seikalla on todennäköisesti aluksen tyyppiä rajaava vaikutus. Sekä kuormaus, että vastaanottosatamat tulee olla etukäteen tiedossa valitun aluksen ominaisuuksia silmällä pitäen. Huomioitavia ominaisuuksia ovat aluksen pituus [m], leveys [m], syväys [m] ja kantavuus [DWT]. (Soren Steenberg Jensen, 2017)

Markkinoilta löytyy laaja valikoima säiliöaluksia joiden kantavuus on jopa 130 000 DWT. Edellä mainittu tarkoittaa huomattavasti suurempaa kantavuutta kuin arvioitu kokonaismäärä (80 000 t), mitä nestemäistä öljyjätettä edes muodostuu sekä avomeri, että saaristo- ja rannikkotorjunnassa. Vastaavasti pienimpien säiliöalusten kantavuudet vaihtelevat 5 000 – 10 000 DWT. (Soren Steenberg Jensen, 2017)

Varustamo on antanut esimerkkilaskelman hinnanmuodostuksesta, missä 80 000 DWT säiliöalus hakee ennalta sovittuna aikana nestemäistä öljyjätettä Porvoosta ja toimittaa kyseisen lastin Rotterdamiin. Rahtikustannus Porvoosta Rotterdamiin olisi 650 000 Usd, (610 300 Eur). Edellä mainittu tarjous sisältää satamamaksut sekä lähtö-, että määränpää satamissa, aluksen polttoaineen, välittäjämaksun sekä yhteensä 84 tuntia kuormaus- ja lastinpurkuaikaa. Voimassaoleva seisontakustannus on 17 000 Usd/d (15 960 Eur/d) (Soren

Steenberg Jensen, 2017). Säiliölaivan nopeudeksi voidaan arvioida 10 solmua, (19 km/h). Meritie Porvoosta Rotterdamiin on 1 438 mpk (2 663 km), joka tarkoittaa sitä, että matka sinne kestää noin 144 h. Huomioitaessa hintaan sisältyvä 84 tuntia satamassa tapahtuvia kuormauksia, muodostuu kokonaisajaksi 228 h (ports.com, 2017). Edellä mainitun perusteella voidaan laivarahtikustannusten jakautuminen esittää seuraavasti:

Taulukko 23: Rahtikustannusten jakautuminen (Soren Steenberg Jensen, 2017).

DWT	Hinta [Eur]	aika [h]	Yhteensä [Eur/h]	[Eur/d]	[Eur/DWT]	matka [km]
80 000	610 000	228	2 675	64 210	7	2 663

Jos aikataulu ei ole etukäteen tiedossa, voidaan säiliölaiva vuokrata charter –perusteisesti. Tässä charter –perusteisessa hinnoittelussa määritellään minimi- ja maksimiaika, minkä tietty alus on asiakkaan käytettävissä. Esimerkiksi 15-30 vuorokautta tai 30-60 vuorokautta. Charter -hinnoittelussa asiakas maksaa päivävuokran, joka on tällä hetkellä 20 000 Usd/d (19 000 Eur/d), minkä päälle tulevat vielä satamamaksut, polttoainekustannukset sekä kaikki muut aluksen matkaan liittyvät kulut. 80 000 DWT säiliölaiva kuluttaa 30 t polttoainetta päivässä, päivän hinnan ollessa 365 Usd/t (343 Eur/t). Satamamaksu Porvoossa on 105 000 Usd (99 000 Eur) minkä lisäksi laskutetaan väylämaksut. Satamamaksu Rotterdamissa on vastaavasti 115 000 Usd (108 000 Eur). (Soren Steenberg Jensen, 2017)

6.1.10 Huomioitavaa

Lassila & Tikanoja Recoil Oy:llä on Haminan satamassa käytetyn voiteluöljyn regenerointilaitos. Kyseinen laitos pystyy käsittelemään myös nestemäistä öljyjätettä sille edellytyksellä, että seoksen vesipitoisuus on <10 %. Edellä mainitun ehdon vuoksi L&T Recoil Oy:ä ei ole huomioitu tässä työssä alusöljyonnettomuuden seurauksena merestä kerätyn nestemäisen öljyjätteen vastaanotto- ja käsittelylaitoksena. (Hupponen et. al. 2007, s.66)

Fortum Waste Solutions Oy:n jätevoimalassa (Riihimäki) voidaan muun yhdyskuntajätteen mukana hävittää polttamalla viistoarinakattilassa myös nestemäistä öljyjätettä. Jos tähän ratkaisuun päädytään, on huomioitava, että polttolaitos on mitoitettu korkeintaan 16-17 MJ/kg lämpöarvon omaavalle polttoaineelle. (Hupponen et. al. 2007, s.58).

Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamolla ei ole ympäristölupaa ottaa vastaan alusöljyvahingon seurauksena merestä kerättyä nestemäistä öljyjätettä. Porvoon öljynjalostamolla on kuitenkin erikseen niin määrättäessä tekniset edellytykset ottaa vastaan nestemäistä öljyjätettä, mutta käytettävissä oleva kapasiteetti riippuu sen hetkisestä säiliötilanteesta ja tuotavan jätteen koostumuksesta (Hupponen et. al. 2007, s.68).

Porvoon jalostamon jätevesilaitos käsittelee vuodessa noin 5 500 000 m^3 öljyistä vettä. Kapasiteetti on tätä työtä kirjoitettaessa täynnä, joten mahdollisuudet nestemäisen öljyjätteen vastaanottamiselle ovat teknisestikin hyvin rajalliset. Jalostamolla on puskurisäiliöitä, mutta niidenkin kapasiteetti on alusöljyonnettomuuden seurauksena toimitettavan nestemäisen öljyjätteen vastaanottamiselle hyvin rajalliset (Vaskinen, 2017)

Fortum Waste Solutions Oy – Anjalankosken laitoksen osalta ei ole ollut saatavissa tietoa, millä nopeudella kyseessä oleva laitos pystyy flotaatiokäsittelyllä öljyisiä vesiä käsittelemään. Anjalankosken laitos on kuitenkin ilmoittanut vastaanotto- / välivarastointikapasiteetikseen 10 000 t/a, jolloin vastaanottokapasiteetin päivää kohti voidaan arvioida olevan 28 t/d. Jos asiaa käsittelee siten, että nestemäistä öljyjätettä ajetaan alusöljyonnettomuuden tapahduttua pelkästään Anjalankosken laitokselle, on heidän vastaanottokapasiteettinsa käytetty 16 vuorokauden kuluessa.

6.2 Välivarastointi

Alusöljyvahingon tapahtuessa on todennäköistä, että syntyvän öljyvahinkojätteen käsittelyssä joudutaan turvautumaan väliaikaisiin ratkaisuihin. Tämä johtuu siitä, että öljyvahinkojätettä syntyy nopeasti suuria määriä. Alusöljyjätteen välivarastoinnin tehtävä on varmistaa öljyntorjuntatoimien keskeytyksetön jatkuminen antaen samalla öljyvahingon torjuntaorganisaation johdolle aikaa järjestää öljyjätteen loppukäsittely (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus, 2009, s.23).

Olennainen vaatimus välivarastoinnille on, että se ei saa aiheuttaa vaaraa ihmisille tai ympäristölle. Sen vuoksi ensisijainen välivarastoinnin sijoituspaikka on kunnallisten tai yksityisten jätelaitosten alueet, jotka omaavat jo valmiiksi ympäristöluvan jätteen varastointiin. Toissijaisia välivarastoinnin sijoituspaikkoja ovat logistisesti ja maastollisesti sopivat paikat. Jos välivarasto joudutaan järjestämään alueella, mihin ei ole ympäristölupaa,

tulee huomioida a) varastointiaika, b) suunnitellun alueen herkkyys varastoitavalle jätteelle, c) maaperä- sekä pohjavesiolosuhteet (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 2009, s. 24), d) jätteen kemialliset vaikutukset sekä e) sään vaikutukset (Häiriötilanteiden jätehuolto B-osa, 2015, s.9). Välivarastointirakenteille ei ole olemassa teknisiä vaatimuksia vaan rakenneratkaisut on määritelty tapauskohtaisesti huomioiden kulloinkin varastoitavan jätteen laatu. Koska välivarastointi joudutaan todennäköisesti järjestämään nopealla aikataululla, on välivarastointiin liittyviin teknisiin kysymyksiin syytä kiinnittää huomiota jo varautumisvaiheessa.

Keskeinen vaatimus öljyjätteen välivarastointipaikalle on, että lisävahinkoja ei saa päästä syntymään. Eri jätejakeille tulee pystyä järjestämään erilliset varastointipaikat. Erityistä huomiota koskien lisävahinkojen syntymisen estämistä on eristää välivarasto maaperästä ja ohjata hule- ja suotovedet öljynerotuskaivoon tai muuhun vastaavaan vedenkäsittelyyn (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 2009, s.24).

Öljy-vesiseoksia varastoitaessa tiiviisiin keräysastioihin tai –säiliöihin, ei erillisiä suojarakenteita tarvita. Ongelmaksi kuitenkin muodostuu välivarastokapasiteetti, joka todennäköisesti ei riitä syntyvän nestemäisen öljyjätteen määrään nähden. Pelastustoimen alueilla on rajallisesti kapasiteettia ottaa vastaan nestemäistä öljyjätettä. Helsingin pelastuslaitoksella on suursäkkejä ja irtosäiliöiden yhteenlaskettu tilavuus 480 m^3. Välivarastointiin soveltuvia proomuja on yksi, tilavuudeltaan 450 m^3. SYKEllä on hinattavien säiliöiden, suursäkkien sekä siirrettävien irtosäiliöiden yhteenlaskettu varastointikapasiteetti 1 900 m^3 (Jolma, 2009, s.35). Teknisesti nopea ja käytännöllinen ratkaisu on vuokrata säiliölaiva, johon mahtuu tarvittaessa kaikki merestä kerätty nestemäinen öljyjäte.

Tässä työssä mainittujen nestemäisen öljyjätteen loppukäsittelyyn soveltuvien laitosten välivarastointikapasiteetin voidaan arvioida olevan suuruusluokaltaan 16 650 t (Hupponen et. al. 2007, s.62-69; Kuutti, 2017; Pietilä, 2017).

Valtion (SYKE) ja Helsingin pelastustoimen yhteenlaskettu vastaanotto-/välivarastointikapasiteetti on 3 900 t, mikä tarkoittaa sitä, että kyseinen kapasiteetti on käytetty kuuden vuorokauden kuluessa. Etelä-Suomen alueella sijaitsevien seitsemän jätteenkäsittelylaitoksen yhteen laskettu varastointikapasiteetti on 16 650 tonnia. SYKEn, pelastustoimenalueen ja seitsemän jätteenkäsittelylaitoksen yhteenlaskettu

varastointikapasiteetti on 20 550 tonnia. Yhteenlaskettu kokonaisvarastointikapasiteetti on laskennallisesti käytetty 74 vuorokauden kuluessa. Edellä mainittu aika on laskettu välivaraston kertymällä 278 t/d, mikä on merestä päivittäin kerätyn nestemäisen öljyjätteen ja loppukäsittelykapasiteetin välinen erotus.

Taulukko 24: Yhteenveto nestemäisen öljyjätteen välivarastointikapasiteetista.

Yritys	Määrä [t]	Lähde
Lassila & Tikanoja Oyj, Lahti	300	Hupponen et.al.2007, s.65
Fortum Waste Solutions - Riihimäki	250	Hupponen et.al.2007, s.61
Oy Phoenix Collector Ltd. - Hamina	1 750	Hupponen et.al.2007, s.69
DELETE - Espoo	350	Pietilä, 2017
Savaterra Oy - Turku	14 000	Kuutti, 2017
Helsingin kaupunki, pelastuslaitos	2 000	Kilpeläinen, 2017
SYKE	1 900	Jolma, 2009, s. 35
YHTEENSÄ	20 550	

Olemassa olevan välivarastointikapasiteetin voidaan arvioida muodostavan jo kohtuullisen puskurin 30 000 t alusöljyonnettomuuden tuottaman nestemäisen öljyjätteen vastaanottamiseksi. Olemassa oleva välivarastointikapasiteetti tarjoaa öljyntorjuntaoperaation johtoportaalle aikaa harkita ja järjestää nestemäisen öljyjätteen loppusijoitus. Olemassa oleva kapasiteetti mahdollistaa 51 % nestemäisen öljyjätteen vastaanoton, jos tilannetta katsotaan pelastustoimen alueen näkökulmasta (saaristo- ja rannikkotorjunta). Huomioitaessa avomeritorjunnalla kerättävä nestemäinen öljyjäte (yhteensä 80 000 t), mahdollistaisi olemassa oleva kapasiteetti ottaa välittömästi vastaan 26 % arvioidusta nestemäisestä öljyjätteestä.

6.3 Jätesiirtoluvan hakeminen Suomen ympäristökeskukselta

Tilanteessa, missä ongelmajätteen käsittelykapasiteetti Suomessa osoittautuu riittämättömäksi, on tarpeellista tutkia mahdollisuutta ongelmajätteen toimittamiseksi johonkin toiseen EU-maahan. Siellä ongelmajäte hävitettäisiin tavalla, joka vastaa Suomen lainsäädännön vaatimuksia ongelmajätteen hävittämisestä (SÖKÖ, 2011, s.5).

Jätelaki 646/2011, 109§ mahdollistaa jätteen siirron toiseen maahan muun muassa sen vuoksi, että kyseisen jätteen käsittelemiselle ei ole Suomessa edellytyksiä teknisistä tai taloudellisista syistä (OM:n verkkopalvelu, 2017).

Öljyvahinkojätteen siirtämiseen toiseen EU –maahan tarvitaan lupa, jonka myöntää SYKE (SÖKÖ, 2011, s.23). Lupamenettelyn voidaan arvioida kestävän 1 – 3 kuukautta. Asiaa voidaan lähestyä myös siten, että vahinkojätteen haltija hakee toistaiseksi voimassaolevan luvan, joka on voimassa yhden vuoden kerrallaan (SYKE, 2017). Jätteenvientilupaa haettaessa on huomioitava, että vastaanottava laitos on oltava tiedossa ja jätteen toimittajan, sekä vastaanottavan laitoksen kesken on oltava kirjallinen sopimus, joka on jätteenvientilupahakemuksen liitteenä (SYKE, 2017).

6.4 Herkkyystarkastelu

Rajattaessa tarkastelu koskemaan saaristo- ja rannikkotorjuntaa, on luvussa 5.2.2 todettu, että torjuntatyöt saaristo- ja rannikkotorjunnassa kestävät 62 vuorokautta. Torjuntatöiden päättyessä nestemäistä öljyjätettä on välivarastoitava 17 000 t olettaen, että töitä pystytään tekemään 12 h vuorokaudessa seitsemänä päivänä viikossa. Nestemäistä öljyjätettä kerättäisiin 647 t/d ja loppukäsittelykapasiteetin ollessa 369 t/d välivarastoitavan nestemäisen öljyjätteen kertymä olisi 278 t/d.

Tarkasteltaessa tilannetta siten, että vuorokaudessa tehtäisiin torjuntatöitä 8 h, olisi torjuntavuorokausia 93 ja torjuntatöiden päättyessä tarvetta nestemäisen öljyjätteen välivarastoinnille olisi 5 800 t (kts. Liite 1). Nestemäistä öljyjätettä kerättäisiin 431 t/d ja loppukäsittelykapasiteetin ollessa 369 t/d, välivarastoitavan nestemäisen öljyjätteen kertymä olisi 62 t/d.

Nestemäistä öljyjätettä muodostuu alusöljyonnettomuuden tapahtuessa niin paljon ja niin nopeasti, että niin sanotun *normaalin elämän* tarpeita varten mitoitettu ongelmajätteen käsittelykapasiteetti, 369 t/d, ei täysin riitä. Laskennallisesti nestemäistä öljyjätettä kerätään 647 t/d. Tähän tutkimukseen kerätyn aineiston perusteella voidaan kuitenkin todeta, että käytettävissä oleva hävityskapasiteetti ja olemassa oleva välivarastointikapasiteetti antavat öljyntorjuntaoperaation johdolle tarvittavaa liikkumavaraa nestemäisen öljyjätteen käsittelyn asialliseksi järjestämiseksi.

Vertailun vuoksi voidaan laskea, että teoreettisella maksiminopeudella 647 t/d torjuntatöiden päättyessä välivarastoinnin tarve on 17 000 t. Lieriön muotoinen öljysäiliö, mihin edellä mainittu määrä mahtuisi, olisi halkaisijaltaan 40 m ja korkeudeltaan 14 m. Jos sama määrä varastoitaisiin proomuihin, jotka olisivat vetoisuudeltaan 450 t, tarvittaisiin 38 proomua.

Jos maamme nestemäisen öljyjätteen loppusijoituskapasiteettiä lisätään niin paljon, että merkittävä tarve välivarastoinnille päättyy, mitoitetaan kapasiteetti siten, että torjuntatöiden päättyessä myös merestä kerätty jäte on loppusijoitettu / hävitetty. 369 t/d jätteenkäsittelykapasiteetti pitäisi tällöin nostaa 647 t/d. Fortum Waste Solutions Riihimäen laitos kykenee käsittelemään 60 t/d. Tämä tarkoittaisi sitä, että maahamme pitäisi rakentaa viisi vastaavan kapasiteetin omaavaa laitosta kohtuullisen matkan päähän (alle 200 km) etelärannikoltamme.

Tämän DI-työn oletuksena on, että öljy-vesi –suhde on 20/80 % (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 1, 2009, s. 97). Jos öljy-vesi –suhde muutetaan 5/95 %, tarkoittaisi se 200 000 nestemäisen öljyjätetonnin keräämistä merestä. Kerääminen kestäisi 310 vuorokautta. Jätteen käsittelyajaksi muodostuisi 542 vuorokautta nykyisillä resursseilla. Öljyntorjuntatöiden päättyessä olisi vielä tarve välivarastoida 86 000 t nestemäistä öljyjätettä.

Vastaavasti jos öljy-vesi –suhde muutetaan 70/30 %, tarkoittaisi se 11 400 t nestemäisen öljyjätetonnin keräämistä merestä. Jos torjuntatöitä tehdään 12 h/d, 7 d/vko, olisi öljyjäte kerätty 18 vuorokauden kuluessa ja nykyisillä resursseilla öljyjäte olisi hävitetty 31 vuorokauden kuluessa. Öljyntorjuntatoimien päättyessä olisi tarve välivarastoida 1 400 t. Jos välivarastointi järjestettäisiin 450 m^3 vetoisilla proomuilla, olisi varastointia varten järjestettävä 4 proomua.

Taulukko 25: Yhteenveto eri öljy-vesi –seossuhteiden vaikutuksesta torjuntatöiden kestoon ja välivarastoinnin tarpeeseen. Tässä tutkimuksessa käsitelty perustilanne (Saaristo- ja rannikkotorjunta) on esitetty tummennetuilla numeroilla.

Nestemäinen öljyjäte [t]	Öljy-vesi -suhde [%]	torjuntatöiden kesto [vrk]	välivarastoinnin tarve [t]	Jätteen käsittelyaika [vrk]
40 000	**20/80**	**62**	**17 000**	**108**
200 000	5/95	310	86 000	542
11 400	70/30	18	4 800	31

Vuorokauden vaihtelun lisäksi epäedulliset sääolosuhteet hidastavat öljyntorjuntatöitä Suomenlahdella usein merkittävästikin. Jos merkittävä aallonkorkeus ylittää 0,75 m, alkaa se jo hidastamaan öljyntorjuntatöitä. Mainittu aallonkorkeus vallitsee Suomenlahdella jopa 45 % ajasta (SRÖTVA, 2009, s.15). Tämän perusteella on syytä miettiä, ovatko vallitsevat olosuhteet Suomenlahdella sellaiset, että käytettävissä olevaa öljyntorjuntakapasiteettiä pystytään täysimääräisesti käyttämään? Mitä pitemmälle öljyntorjuntatyöt venyvät huonojen olosuhteiden vallitessa, on todennäköistä, että öljyntorjuntatoimenpiteiden painopiste siirtyy enenevässä määrin rantatorjuntaan.

7 ONNETTOMUUTEEN VARAUTUMINEN – ONKO TILILLÄ KATETTA?

Tässä luvussa käydään esimerkin omaisesti läpi eräitä kustannusarvion laadintaan liittyviä keskeisiä tekijöitä. Samassa yhteydessä tarkastellaan muutamia kustannusarvion tarkkuuteen liittyviä seikkoja, jotka lukijan on syytä huomioida kustannusarvion paikkansa pitävyyttä arvioidessaan.

7.1 Kustannusarvion muodostaminen

Kustannusarviota laadittaessa on olennaista määrittää, mitä ollaan tekemässä ja kuinka ”paljon”. Tehtävän menestykselliseen suorittamiseen vaadittavat resurssit saattavat olla etukäteen tiedossa, mutta periaatteessa vaadittavat resurssit voidaan myös määrittää kustannusarviota ja aikataulua laadittaessa. Ongelmaksi voi osoittautua se, että esimerkiksi haasteellinen aikataulu edellyttäisi suurempia resursseja kuin on realistista saada käyttöön tehtävän suorittamiseksi.

Tässä työssä käsitellään yleisellä tasolla öljyntorjuntaoperaation kustannusarviota, josta laaditaan kaksi eri versiota. Samassa yhteydessä käsitellään havaittuja eroavaisuuksia tapahtuneiden alusöljyvahinkojen toteutuneiden kustannusten suhteen.

Käsiteltävien esimerkkien reunaehtoina on käytetty SYKEn määrittelemää alusöljyonnettomuutta, jossa 30 000 t vuotaa Suomenlahteen saastuttaen rantoja 400 km matkalta (Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportti 1, 2009, s.15).

Laaditut kustannusarviot (N:o 1 ja 2) on jaettu kahdeksaan yleisnimikkeeseen: (1) avomeritorjunta, (2) saaristo- ja rannikkotorjunta, (3) rantatorjunta, (4) rajavartiolaitoksen lentotunnit, (5) rahti, (6) välivarastointi, (7) jätteen hävittäminen ja (8) varautuminen.

7.1.1 Kustannusarvion muodostamiseen vaikuttavia seikkoja

Kustannusarviota laadittaessa on muodostettava mahdollisimman kattava nimikeluettelo. Nimikeluettelon oheen tulee muodostaa määräluettelo. Nimikekohtaiset kustannustiedot voivat perustua yleisesti saatavilla olevaan hintatietoon. Joissakin tapauksissa voidaan käyttää tai joudutaan käyttämään hinta-arviota. Luotettavimpana vaihtoehtona voidaan pitää

alalla toimivan urakoitsijan tarjousta. Urakkatarjouksen etuna on ajankohtaan ja yksittäiseen tapahtumaan sidottu hinnoittelu, minkä vuoksi todennäköisesti vältytään jälkikäteen keskustelemasta, mikä tai mitkä asiat kuuluvat hinnoittelun piiriin ja mitkä asiat urakoitsija haluaa jättää jälkikäteen erikseen hinnoiteltavaksi. Toteutuneiden kustannusten käyttäminen viitetietona aiheuttaa sen, että kahden eri tapahtuman kesken tulee kiinnittää erityistä huomiota kyseessä olevien tapausten keskinäiseen verrannollisuuteen.

7.1.2 Oletuksia kustannusarvion laadintaan

Molemmissa tämän työn puitteissa laadituissa kustannusarvioissa sekä avomeri, että saaristo- ja rannikkotorjunnan kustannukset perustuvat työmenekkiperäiseen aikataulutukseen ja lähdemateriaalista saatuun päiväkohtaiseen kalustohinnoitteluun. Rantatorjunnan osalta laskenta perustuu työmenekin perusteella lasketun tuntimäärän yksikköhinnoitteluun.

Sekä kustannusarviota N:o 1, että kustannusarviota N:o 2 laadittaessa on oletettu, että öljyntorjuntatöitä pystytään avomeritorjunnan, sekä saaristo- ja rannikkotorjunnan osalta tekemään 12 tuntia vuorokaudessa, seitsemänä päivänä viikossa (kts. kappaleet 5.2.1 ja 5.2.2.).

Avomeritorjunnan, sekä saaristo- ja rannikkotorjunnan kustannukset muodostuvat käytetyn aluskaluston kustannuksista. Kustannuslaskennassa ei ole erikseen huomioitu öljyntorjunta-alusten miehistön palkkakustannuksia vaan oletuksena on, että öljyntorjunta-alukset ovat käytettävissä miehistöineen.

Muodostuvan jätteen määrästä voidaan todeta, että molempien kustannusarvioiden lähtökohtana on ajatus, missä yhteensä 20 000 t raakaöljyä kerätään merestä. Meriveteen sekoittuessaan edellä mainittu määrä raakaöljyä on muodostanut nestemäistä öljyjätettä 100 000 tonnia. Hävikki huomioiden merestä kerätään avomeritorjunnan, sekä saaristo- ja rannikkotorjunnan toimenpitein yhteensä 80 000 t nestemäistä öljyjätettä. Edellä mainitun nestemäisen öljyjätteen voidaan arvioida sisältävän 16 000 t raakaöljyä.

Rannoilta kerättävän öljyisen jätteen määrän on kustannusarviossa N:o 1 arvioitu olevan 100 000 tonnia. Edellä mainittu oletus perustuu arvioon, missä käsin kerätyn öljyisen jätteen öljypitoisuus on verrattain korkea, 10 % tai enemmän.

Kustannusarviossa N:o 2 nestemäisen öljyjätteen määrä on arvioitu samoin perustein kuin kustannusarvio N:o 1:ssä. Kustannusarvio N:o 2:ssa rannoilta kerättävän öljyisen jätteen määräksi on arvioitu 542 500 tonnia. Arvio perustuu lähdemateriaalista saatuun tietoon (Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1, 2009, s.97). Kustannusarvio N:o 2 nopeampi aikataulu (155 d) huolimatta suuremmasta jätemäärästä (542 500 t) johtuu siitä, että kustannusarviossa on huomioitu 20 pyöräkuormaajaa raivaustöihin, joiden työsaavutukseksi oletetaan 420 t/d/pyöräkuormaaja.

Nestemäisen öljyjätteen rahtikustannukset on laskettu luvussa 6.1.5. Laskettuja rahtikustannuksia käytetään kokonaiskustannusarvioissa (N:o 1-2) koko jätemäärän rahtikustannuksina. Todennäköisesti rannoilta kerätyn kiinteän öljyjätteen kustannukset poikkeavat nestemäisen öljyjätteen rahtikustannuksista, mutta poikkeama oletetaan siinä määrin vähäiseksi, että se ei aiheuta kohtuutonta vääristymää näin karkeassa kustannusarviossa.

Välivarastointi nestemäisen öljyjätteen osalta on arvioitu siten, että öljyntorjuntaoperaatiolla on käytössään 80 000 DWT säiliölaiva. Kustannukset on laskettu varustamon antaman hintatiedon perusteella (Hafniatankers, 2017). Kustannusarvio N:o 1:ssä rannoilta kerättävän öljyisen jätteen on arvioitu olevan siinä määrin vähäinen, että varsinaiselle välivarastoinnille ei olisi tarvetta. Kustannusarvio N:o 2:ssa rannoilta kerättävän öljyisen jätteen määrä on siinä määrin korkea 542 500 t (Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1, s.97), että välivarastoinnin tarpeeksi on arvioitu 434 000 t (80 %) jätettä. Käytetty hinta on muodostettu muodostamalla yksikköhinta nestemäisen öljyjätteen välivarastoinnin kustannuksista. Teknisesti kysymyksessä on kaksi toisistaan poikkeavaa teknologiaa (nestemäinen öljyjäte säiliöissä ja/tai säiliölaivassa ja kiinteä, rannoilta kerätty öljyinen jäte erikseen rakennetuissa välivarastoissa), mutta yhdenmukainen hinnoittelu antaa kuitenkin välivarastoinnin kustannusten suuruusluokan.

Muodostuvan öljyvahinkojätteen hävittäminen jakautuu kahteen osaan: nestemäisen öljyjätteen hävittämiseen ja kiinteän öljyjätteen hävittämiseen. Muodostuvan öljyjätteen määrä on hinnoiteltu lähdemateriaalista saadun yksikköhinnan perusteella.

Molemmissa kustannusarvioissa on huomioitu öljyntorjuntakaluston ylläpitoon ja varautumisen kehittämisen kalustohankinnoille vuosille 2009 – 2018 varattu 100 000 000 euron erä. Edellä mainittu erä on SYKEn öljyntorjuntatoiminnan kehittämiseksi esittämä

tarve (Jolma, 2009, s.25). Periaatteessa ei olisi poissuljettua käsitellä koko olemassa olevan öljyntorjuntakaluston hankintahinta, huomioida poistot sekä alus- ja muut varustekohtaiset ylläpito- ja huoltokustannukset. Tämän työn puitteissa ei ole kuitenkaan tarkoituksenmukaista laajentaa tutkimusta koskemaan pitkällä aikavälillä hankitun käyttöomaisuuden arvon muutosta ajan kuluessa.

Taulukko 26: Yhteenveto kustannusarvio N:o 1 ja N:o 2 eroista.

Nro	Kustannusarvio N:o 1	Kustannusarvio N:o 2
1	Kiinteän öljyjätteen määrä 100 000 t	Kiinteän öljyjätteen määrä 542 500 t
2	Ei välivarastointia kiinteällä öljyjätteelle	Tarve kiinteän öljyjätteen välivarastoinnille 434 000 t
3	Torjuntapäiviä 172	Torjuntapäiviä 155
4	Konevuokria ei ole	Konevuokria on huomioitu arvioperusteisesti 310 000 eur
5	Yhteensä 170 000 000 Eur	Yhteensä 230 000 000 eur

7.2 Hinta öljyntorjunnalle

Seuraavassa on esitetty taulukkomuodossa öljyntorjunnan kokonaiskustannusarvioista kaksi toisistaan poikkeavaa versiota. Jo pintapuolisella tarkastelulla voidaan todeta, että mitä enemmän vallitsevien olosuhteiden realiteetteja tuodaan esiin, alkaa myös öljyntorjuntaoperaation arvioitu kustannustaso nousemaan.

Näissä kahdessa kustannusarviossa on toisistaan poiketen (1) huomioitu rantatorjunnassa kerätyn öljyisen jätteen määräero, (2) huomioitu ero välivarastoinnin tarpeelle rantatorjunnassa kerätylle öljyiselle jätteelle, (3) huomioitu ero torjuntapäivien määrässä, (4) huomioitu ero rantatorjunnassa käytettyjen koneiden kustannuksissa. Edellä mainitut huomiot kustannusarvio N:o 1:n ja N:o 2:n välillä ovat aiheuttaneet kustannusten nousun (5) 170 000 000 eurosta 230 000 000 euroon, mikä tarkoittaa 35 % kustannusten nousua.

Mitä useampi tekninen yksityiskohta pystytään huomioimaan kustannusarviossa sen tarkempi ja luotettavampi siitä saadaan. Tosiasia lienee, että tarkemmalla kustannusarviolla on taipumus myös olla kustannustasoltaan korkeampi, mutta olkoon se myös hinta kustannusarvion ”uskottavuudesta”.

Taulukko 27: Kokonaiskustannusarvio N:o1.

Kokonaiskustannusarvio N:o 1					
400 km rantaa, (500-750 km2)					
	aika [d]		Hinta, [Eur/d]	hinta [Eur]	lähde:
Avomeritorjunta	10		220 000	2 200 000	YM-26, s.75
Saaristo- ja rannikkotorjunta	62		80 000	5 000 000	YM-26, s. 76
Rantatorjunta (1	100		240 000	24 000 000	kts. Huom.(1
RVL:n lentotunnit (315h) (2					YM-26, s.75
1vko 6h/d, 13 vkoa 3h/d	98		29 000	2 800 000	kts. Huom.(2
		määrä [t]	[Eur/t]		
Rahti		180 000	70	13 000 000	KSYR-1, s.97
Välivarastointi		määrä [t]	[Eur/d]		
Nestemäinen jäte (Laiva)	98	80 000	16 000	1 600 000	Hafniatankers
kiinteä jäte (varastokenttä)					
Jätteen hävittäminen		määrä [t]	hinta [Eur/t]		
Nestemäinen jäte (100-350 Eur/t)		80 000	225	18 000 000	Hupponen et.al. S.64
kiinteä jäte (50 Eur/t)		100 000	50	5 000 000	YM-26, s.76
Torjuntapäiviä	172				
Varautuminen			erä		
kalustoinvestoinnit 2009-2018			1	100 000 000	Jolma, 2009, s.25
YHTEENSÄ [Eur]				**170 000 000**	

Huomautuksia:

(1	hlöä	aika [vrk]	aika [h/hlö/vrk]	kustannus [Eur/h]	YHTEENSÄ
	1 000	100	8	30	24 000 000

(2	aika [vrk]	aika [h/d]	kustannus [Eur/h]	YHTEENSÄ
	7	6	9 000	378 000
	91	3	9 000	2 457 000
				2 835 000

Yksikkökustannus [Eur/t]	7 100
Yksikkökustannus [Eur/km]	425 000
Yksikkökustannus [Eur/km2]	340 000

Vertaamalla kokonaiskustannusarviota N:o 1 OSWAT –projektissa laadittuun arvioon 10 800 Eur/t (YM-26, 2011, s.76) nähden voidaan todeta, että kokonaiskustannusarvio N:o 1 jää 7 100 Eur/t tuloksella 3 700 Eur/t alle OSWAT –projektin arviosta, mikä on 34 % alhaisempi. Vastaavasti kokonaiskustannusarvio N:o 2 jää 9 600 Eur/t tuloksella 1 200 Eur/t alle OSWAT arvion, mikä on prosentuaalisesti 10 % alle OSWAT –projektin arviosta.

Taulukko 28: Kokonaiskustannusarvio N:o 2

Kokonaiskustannusarvio N:o 2

400 km rantaa, (500-750 km2)

	aika [d]		Hinta, [Eur/d]	hinta [Eur]	lähde:
Avomeritorjunta	10		220 000	2 200 000	YM-26, s.75
Saaristo- ja rannikkotorjunta	62		80 000	5 000 000	YM-26, s. 76
Rantatorjunta (1	83		300 000	25 000 000	kts. Huom.(1
konevuokrat (20 kpl kuormaajia)	52		300	310 000	cramo
RVL:n lentotunnit (315h) (2					YM-26, s.75
1vko 6h/d, 13 vkoa 3h/d	111		29 000	3 200 000	kts. Huom.(2

	(3	542500 t jätettä, josta 80% välivarastoidaan, 434000 t. Yksikkökustannus 22 Eur/t. karkea arvio.
Yksikkökustannus [Eur/t]	9 600	
Yksikkökustannus [Eur/km]	580 000	
Yksikkökustannus [Eur/km2]	460 000	

Exxon Valdezin alusöljyonnettomuus on osoittautunut kustannuksiltaan huomattavan korkeaksi. Sen vuoksi on syytä tuoda esiin joitakin seikkoja, jotka osaltaan selittävät havaittuja ristiriitaisuuksia.

Taulukko 29: Kokonaiskustannusarvio N:o 2 vertailu Exxon Valdez –alusöljyonnettomuuden tunnuslukujen kesken. Vertailut suoritettu merestä kerätyn öljyn massan [t], saastuneen ranta-km sekä saastuneen pinta-alan [km^2] välillä. Taulukon ensimmäisessä osassa vertailuarvona esitetty pinta-ala [km^2] vastaa Helsingin merialueen pinta-alaa. Taulukon toisessa osassa esitetty vertailuarvo 15 000 [km^2] on vastaa 50 % Suomenlahden pinta-alasta (kts. kuva 13)

Vertailukohde	vertailuarvot			Yksikköhinnat		
	m [t]	*l* [km]	*A* [km2]	[Eur/t]	[Eur/km]	[Eur/km2]
Kustannusarvio N:o 2	24 000	400	500	10 000	600 000	460 000
Exxon Valdez	5 700	2 100	28 500	310 000	860 000	63 000

Vertailukohde	vertailuarvot			Yksikköhinnat		
	m [t]	*l* [km]	*A* [km2]	[Eur/t]	[Eur/km]	[Eur/km2]
Kustannusarvio N:o 2	24 000	400	15 000	10 000	600 000	15 000
Exxon Valdez	5 700	2 100	28 500	310 000	860 000	63 000

Exxon Valdezin alusöljyonnettomuudessa mereen vuotaneesta raakaöljystä ainoastaan 14 % onnistuttiin keräämään (kts. taulukko 5 , s.51). Kustannusarvio N:2:ssa keräys-% on 80, mikä suoraan vaikuttaa yksikköhintaan alentavasti. Jos oletetaan, että kustannusarvio N:o 2:n keräys-% olevan 15, se tarkoittaisi sitä, että öljyä kerättäisiin 4 500 t ja yksikköhinnaksi muodostuisi 51 000 Eur/t.

Kustannusarvio N:o 2 on laadittu siten, että töitä tehdään 155 vuorokautta, mikä tarkoittaa hieman yli viittä kuukautta. Exxon Valdezin tapauksessa ensimmäiset yksiköt torjuntahenkilöstöä sekä öljyntorjuntamateriaalia oli lennätetty onnettomuuspaikalle 18 h

kuluessa itse karilleajosta ja torjuntatöitä jatkettiin kesäkuuhun 1992 asti, mikä tarkoittaa 1 200 vuorokautta. Siinä missä Exxon Valdezin alusöljyonnettomuuden kustannukset olivat 1 500 000 Eur/d, ovat päiväkohtaiset kustannukset kokonaiskustannusarvio N:o 2:n osalta saman verran, 1 500 000 Eur/d. Exxon Valdezin osalta on todettava, että torjuntatöitä ei pystytty suorittamaan talviolosuhteissa, mutta se ei estänyt valmistautumasta seuraavaan torjuntakauteen. Kustannusten jakautuminen on luonnollisesti ollut hyvin epätasaista.

Exxon Valdezin torjuntatöihin osallistui yli 11 000 henkilöä, 1 400 alusta ja 80 ilma-alusta. Kokonaiskustannusarvio N:o 2:ssa suunnitellut resurssit ovat 1 300 – 1 500 henkilöä, 13 – 20 alusta (aikataulun mitoitusperusteena on ollut 13 aluksen keräyskapasiteetti) ja 3 – 5 ilma-alusta. Suomen olosuhteissa kustannusarvio N:o 2 keskeisimmät toimijat ovat SYKE, rajavartiolaitos, pelastustoimenalueet ja vapaaehtoiset WWF:n koordinoimana. Exxon Valdezin alusöljyonnettomuuden keskeisimmät toimijat olivat Yhdysvaltojen rannikkovartiosto (USCG), Exxon Mobil inc. ja lukuisa määrä yksityisiä urakoitsijoita. Seitsemän yritystä tarjosi öljyntorjunta-aluspalveluita, kaksi yritystä tarjosi ateriapalveluja, erillinen yritys täydensi öljyisen jätteen hävittämistä, vain esimerkkeinä mainiten. (Holba, C. Woods, H., 2017, s.5)

Kustannukset saastunutta rantakilometriä kohden voidaan arvioida olevan samaa suuruusluokkaa. Ero Exxon Valdezin 860 000 Eur/km ja kustannusarvio N:o 2, 600 000 Eur/km. Erotus 260 000 Eur/km on 30 %.

Kustannuseroa pinta-alaa [km^2] kohti arvioitaessa yksi keskeisimmistä syistä on puutteellinen arvio pinta-alasta Suomenlahdella, missä öljyntorjuntatöitä tehdään. Tämä työ on laadittu Helsingin pelastuslaitoksen tarpeita silmällä pitäen, joten vertailupinta-alana on käytetty 500 km^2 (Helsingin vesialueet). Exxon Valdezin alusöljyonnettomuudesta kirjoitetut raportit eivät tarkkaan ota kantaa, mitä ilmoitettuun pinta-alaan 28 500 km^2 kuuluu. Vaikka koko 2 100 km rantaviivan matkalta laskettaisiin 50 m leveä rantakaista, muodostuu siitä vasta 105 km^2 pinta-ala. Näin ollen voidaan olettaa, että yhdysvaltalaisten laatimissa onnettomuusraporteissa on huomioitu öljylauttojen peittämät merialueet. Jos Helsingin edustalla tapahtuvat alusöljyvahingon pinta-alaksi arvioidaan 50 % Suomenlahden pinta-alasta (15 000 km^2) muodostuu pinta-alakohtaiseksi yksikköhinnaksi 15 000 Eur/km^2, kun se Exxon Valdezin tapauksessa oli 63 000 Eur/km^2. Prosentuaalinen ero on kuitenkin korkea, 75 %.

Näiden muutamienkin esimerkkien perusteella tullaan johtopäätökseen, että kysymyksen ollessa niinkin moniulotteisesta tapahtumasta, kuin alusöljyonnettomuuden torjuntatöistä, on tarkan kustannusarvion laatiminen haastavaa. Se ei kuitenkaan tarkoita sitä, että varautuminen tulisi laiminlyödä. Tarkasteltujen esimerkkien valossa kyky välittömään reagointiin alusöljyonnettomuuden tapahduttua todennäköisesti säästää, ei ainoastaan arvokasta luontoa vaan yhteiskunnan rajallisia taloudellisia resursseja.

7.3 Hinta välittömien torjuntatöiden lisäksi

Välittömien öljyntorjuntatoimenpiteiden jälkeen kustannusten kasvaminen ei pääty. Sekä Exxon Valdezin, että Prestigen alusöljyonnettomuuksissa lopulliset vahingot on arvioitu huomattavasti korkeammaksi kuin itse öljyntorjuntatyöt. Projisoitaessa sama kustannusnousu kokonaiskustannusarvio N:o 2:een voidaan Helsingin edustalla tapahtuvan alusöljyvahingon kustannusten nousevan hieman yli miljardiin euroon.

Taulukko 30: Tilastollinen vertailutaulukko välillisten kustannusten vaikutuksista välittömien öljyntorjuntakustannusten lisäksi.

Nimi	torjuntakustannukset [Eur]	kustannusnousu [Eur]	kokonaiskustannukset [Eur]	muutos-%
Exxon Valdez	1 800 000 000	6 100 000 000	7 900 000 000	339
Prestige	1 010 000 000	3 390 000 000	4 400 000 000	336
Kustannusarvio N:o 2	230 000 000	803 000 000	1 001 000 000	335

Exxon Valdezin osalta keskeisimmät välittömien öljyntorjuntatoimien ulkopuolella olevat kokonaiskustannuksia nostaneet kustannusnimikkeet olivat kalastuselinkeinon tulojen menetykset, jotka on 20 vuoden ajalle arvioitu jopa 790 000 000 Euroon (kts. taulukko 3, s.44). Luonnolle aiheutuneiden vahinkojen taloudelliseksi arvioimiseksi on käytetty maksuhalukkuuteen, ”willingness-to-pay” –tutkimusta. Tässä menetelmässä suoritetaan tutkimus, missä yleisöltä pyydetään vastausta, mitä he olisivat valmiita maksamaan siitä, että vastaavaa onnettomuutta ei enää tapahtuisi tai mitä ovat valmiita maksamaan syntyneiden vahinkojen täydelliseksi ennallistamiseksi. Saatujen vastausten perusteella pystytään tilastomatemaattisin keinoin muodostamaan hinta, millainen taloudellinen arvo alusöljyonnettomuuden seurauksena saastuneella luonnolla on kansalaisille (Whitehead, 2006). Aineettomat vahingot WTP –tutkimuksen avulla hinnoiteltuna nousivat Exxon

Valdezin alusöljyonnettomuuden osalta 4,2 Mrd. Eur, mikä tarkoittaa 2,0 milj. Eur/km ja 150 000 Eur/km^2, sekä 740 000 Eur/t.

Prestigen alusöljyvahingon osalta keskeisimmät taloudelliset vahingot välittömien öljyntorjuntatöiden ulkopuolella olivat turismi ja kalastuselinkeino. Turismin osalta taloudelliset tappiot vuosien 2002 - 2006 on arvioitu 880 milj. Eur ja kalastuselinkeinon osalta tappiot on arvioitu 1,7 mrd. Eur. Yhteensä vahingot nousevat lähes 2,6 mrd. Eur, mikä tarkoittaa 2 milj. Eur/km ja 60 000 eur/t, mikä on huomattavasti vähemmän kuin Exxon Valdezin osalta.

Jos tarkastelemme vastaavaa tulosta kustannusarvio N:o 2:n osalta, saadaan tulokseksi rantakilometriä (400 km) kohti laskettuna 2,5 milj. Eur/km. Pinta-alaan (500 km^2) suhteutettuna vahingot ovat 2,0 milj. Eur/km^2. Kerättyä raakaöljytonnia (24 000 t) kohti laskettuna vahingot ovat 42 000 Eur/t.

Sekä Exxon Valdezin, että Prestigen alusöljyonnettomuuksien välilliset kustannukset johtuivat merkittäviltä osin kalastuselinkeinolle aiheutuneista menetetyistä tuloista. Suomenlahden alueella elinkeinorakenne poikkeaa sekä Galician, että Alaskan vastaavista, joten johtopäätösten tekemisessä kannattaa käyttää harkintaa. Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin todeta, että välittömien öljyntorjuntakustannusten lisäksi välilliset vahingot ovat todennäköisesti huomattavat.

7.4 Yhteiskunnallinen kriisinsietokyky

Yhteiskunnan kokonaisturvallisuus muodostuu kriittisten toimintojen turvaamisesta siten, että ”(1) valtion johtaminen, (2) kansainvälinen toiminta, (3) Suomen puolustuskyky, (4) sisäinen turvallisuus, (5) talouden ja infrastruktuurin toimivuus, (6) väestön toimeentuloturva ja toimintakyky sekä (7) henkinen kriisinsietokyky eivät vaarannu tai lamaannu”. Alusöljyonnettomuus on turvallisuuspoikkeama, joka kuuluu sisäisen turvallisuuden (4) piiriin (Hjelt, et.al. 2005, s.3).

Yhteiskunnan kriisinsietokyky turvataan viranomaisyhteistyöllä. Suomalaisen kokonaisturvallisuuden käsite on riippuvainen kansalaisten luottamuksesta valtion-, maakunta- sekä kunnanhallinnon kykyyn toimia menestyksekkäästi mahdollisessa suuronnettomuudessa tai kriisissä (Puolustusministeriö, 2014, s.13).

Yhteiskunnallisen kriisinsietokyvyn osalta pelastustoimen alueet vastaavat pelastustoiminnasta, pelastustilanteiden yleisjohtajuudesta sekä vastaavat pelastustoimintaan ja siihen varautumiseen osallistuvien viranomaisten sekä siviilitoimijoiden koordinoimisesta. Pelastustoimi vastaa myös kansainvälisen avunannon ja sen vastaanoton järjestelyistä toimialallaan (SM:n lausunto puolustusselonteosta, 2017, s.3).

Alusöljyonnettomuus kuuluu yhteiskuntarauhaa vaarantaviin uhkiin siinä missä muut suuronnettomuudet, luonnon ääri-ilmiöt sekä muut ympäristöuhkat. Sisäisen turvallisuuden osalta alusöljyonnettomuus kuuluu soveltuvin osin eri hallinnonalojen piiriin: SYKEllä, rajavartiolaitoksella sekä pelastustoimella on kaikilla oma roolinsa alusöljyvahingon torjunnassa (Valtonen, 2015, s.5-6). Pelastuslaitosten ylläpitämät 24/7-tilannekeskukset tukevat kuntia ja maakuntien toimijoita suuronnettomuustilanteissa (SM-8/2016, s.27).

Yhteiskunnallisen kriisinsietokyvyn kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että suuri yleisö säilyttää luottamuksensa pelastustoimen kykyyn ja mahdollisuuksiin selvitä kohtuullisessa ajassa esimerkiksi alusöljyonnettomuuden pelastus- ja torjuntatöistä. Alusöljyvahingon torjuntatöiden mahdollisesti pitkittyessä kriisinsietokyky rapautuu ja turvattomuuden tunne alkaa leviämään yleisön keskuuteen (Ahola, 2016, s.17). Tiedonkulun hitaus muodostuu taakaksi kriisinsietokyvylle. Näin ollen oikea-aikaisella ja faktapohjaisella tiedottamisella voidaan rauhoittaa tilannetta. Kansalaisten tulee pystyä kohtaamaan alusöljyonnettomuuden aiheuttama kriisi. Tämä tavoite on saavutettavissa varautumistoimenpiteillä ja valmentautumisella kohtaamaan muuttunut olosuhde antamatta sen lamaannuttaa yhteiskunnan toimintaa (Ahola, 2016, s.48, 58).

Sisäministeriön hallinnonalan toiminta- ja taloussuunnitelmassa 2018 – 2021 on lähivuosien tavoitteena muun muassa yhteiskunnan turvallisuusstrategian tiimoilta parantaa valmiuksia suuronnettomuuksissa sekä vakavissa häiriötilanteissa toimimiseen (SM-19, 2017, s.19). Toimintojen turvaamisen kustannustehokkuus perustuu normaaliolojen menettelyjen ja järjestelyjen uhkia ennaltaehkäisevään vaikutukseen (Hjelt et.al. 2005, s.16)

Suomen öljyntorjuntavalmius perustuu useiden toimijoiden muodostaman yhteistyöverkoston sekä monikäyttöisen kaluston varaan, mikä osaltaan takaa öljyntorjuntavalmiuden ylläpidon kustannustehokkuuden. Tulevaisuuden haasteina voidaan pitää olemassa olevan öljyntorjuntakapasiteetin puutteita, mitä voidaan pyrkiä poistamaan haastamalla Venäjä ja Viro osallistumaan aktiivisesti öljyntorjuntavalmiuden kehittämiseen.

Suomen koko sekä käytössämme olevat taloudelliset resurssit huomioiden vallitseva varautumisemme taso voidaan arvioida kohtalaiseksi (Jolma, 2009, s.5-7).

Yhteiskunnan kriisinsietokykyä voidaan alusöljyvahinkojen osalta varmistaa huolehtimalla, että Suomen öljyntorjuntavalmiutta kehitetään kohti tasoa, jota mahdollinen suurvahinko edellyttää. Öljyntorjuntavalmiuden kehittämisen kulmakiviä ovat tarkoituksenmukaiset kalustohankinnat, joihin kuuluvat muun muassa vene-, meripuomi-, harjakauha- sekä välivarastointikapasiteettihankinnat. Öljysuojarahastoon kerättävien öljysuojamaksun 0,5 Eur/t korottaminen 1,5 Eur/t:oon voitaisiin kattaa pelastuslaitosten kalustohankinta- ja ylläpitokustannukset kokonaan, sekä puolet valtion kalustohankinnoista 13 milj. Eur/v vuosina 2009 – 2018 (Jolma, 2009, s.5).

7.5 Öljysuojarahaston osuus

IMOn jäsenvaltiot ovat allekirjoittaneet kaksi yleissopimusta: 1) International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (CLC-yleissopimus) sekä 2) The International Oil Pollution Compensation Fund (Rahastoyleissopimus) (YM-26, 2011, s.76). Suomen osalta edellä mainitut sopimukset ovat astuneet voimaan vuonna 1996 (SopS 42/1996 ja SopS 43/1996). CLC-yleissopimus ja rahastoyleissopimus määrittävät ensisijaisesti laivaisännän vastaamaan alusöljyvahingon aiheuttamista vahingoista (YM-26, 2011, s.76).

Korvausvastuun määrä on rajoitettu aluksen koon toimiessa vastuun määrittävänä kriteerinä (YM-26, 2011, s. 77). Yli 2 000 tonnin öljylasteja kuljettavilta aluksilta edellytetään vastuuvakuutusta, jossa vakuutuksen ottajana toimii varustamo (YM-26, 2011, s.77). Suomen kansallinen lainsäädäntö määrittelee alusöljyvahingon vastuukysymykset merilain luvussa 10 (421/1995).

Kansainvälisten öljyvahinkojen korvausrahasto (IMOn rahastoyleissopimus, IOPC-rahasto) on luotu täydentämään öljyvahingon aiheuttajan vastuuta (YM-26, 2011, s.77). Sitä rahoittavat sopimuksen jäsenmaissa lähinnä öljynjalostuksen piirissä toimintaansa harjoittavat tahot. Suomi on yksi sopimuksen allekirjoittaneista maista ja näin ollen alusöljyvahingon kohdistuessa Suomeen, on suomalaisilla tahoilla peruste hakea korvauksia IOPC-rahastosta sekä sen lisärahastoista (vuoden 1992 rahasto sekä lisärahasto (the Supplementary Fund)) (YM-26, 2011, s.77). Aluksen vastuuvakuutus yhdistettynä IOPC-

rahastokokonaisuudesta saatavaan enimmäiskorvaukseen, muodostuu vahingonkorvauksen enimmäismääräksi noin 1,1 mrd. Euroa. (YM-26, 2011, s.77).

Alusöljyvahingon tapahduttua rahoitusta tarvitaan a) välittömiin öljyntorjuntatoimiin ja b) korvauksiin vahinkoa kärsineille. Tarve rahoitukselle alkaa välittömästi, eikä kansainvälinen rahoitusjärjestelmä todennäköisesti ehdi toimia riittävän nopeasti. Alusöljyonnettomuuden torjuntakustannusten rahoitus aloitetaan kansallisesta rahastosta saatavilla varoilla. Jotta perusteet öljyntorjuntakustannusten myöhemmälle kompensoimiselle ja syntyneiden vahinkojen korvaamiselle säilyisivät, on välittömästi onnettomuuden tapahduttua aloitettava kattava kustannusseuranta ja varautuminen kustannusten selvittämiseksi (YM-26, 2011, s.77).

Ympäristövahinkojen torjuntaan on SYKEn käyttöön valtion talousarviossa osoitettu arviomääräraha, joka vuonna 2011 oli 5,2 milj. euroa. Kyseisellä erityismäärärahalla voidaan käynnistää muiden ympäristövahinkojen korjaamisen ohella alusöljyvahingon öljyntorjuntatoimien kustantaminen sekä SYKEn, että muiden valtion viranomaisten kustannuksia (YM-26, 2011, s.78). Arviomäärärahan osoittautuessa riittämättömäksi, olisi SYKEn tehtävänä laatia ylityslupaesittely, jonka ympäristöministeriö tulisi esittelemään valtioneuvoston raha-asiainvaliokunnalle (YM-26, 2011, s.78).

Laki öljysuojarahastosta (30.12.2004/1406) määrittelee ehdot öljyvahinkojen, niiden torjumisen sekä ympäristön ennallistamisesta aiheutuneiden kustannusten korvaamisen ehdot (OM:n verkkopalvelu, 2017). Öljysuojarahasto on valtion talousarvion ulkopuolinen rahasto, jota ympäristöministeriö hoitaa (YM-26, 2011, s.78). Öljysuojarahasto toimii valtionavustuslain (27.07.2001/688) mukaisena valtionapuviranomaisena (OM:n verkkopalvelu, 2017). Käytettävissään olevat varat öljysuojarahasto saa kerrytetyistä öljysuojamaksuista sekä valtion talousarviosta tehtävistä varainsiirroista. Ne kuitenkin edellyttävät talousarvio- tai lisätalousarviomenettelyä (YM-26, 2011, s.78). Öljysuojarahaston pääoman alarajaksi on laissa 1791/2009 asetettu 25 milj. euroa ja ylärajaksi 50 milj. euroa (OM:n verkkopalvelu, 2017).

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

8.1 Nestemäisen öljyjätteen käsittelykustannuksista

Helsingin edustalla tapahtuvan alusöljyvahingon seurauksena mereen vuotaneen 30 000 raakaöljytonnin rahtikustannuksiksi on tässä diplomityössä laskettu olevan 2,9 milj. Eur. Yksikköhinnaksi muodostuu 71 Eur/t.

Mereen vuotaneesta 30 000 t raakaöljystä arvioidaan 10 000 t kerättävän valtion toimesta avomeritorjunnassa. Saaristo- ja rannikkotorjunnassa pelastustoimi kerää 10 000 t. Viimeiset 10 000 t arvioidaan kerättävän rantatorjunnassa. Tässä diplomityössä on käsitelty kuvitteellista alusöljyonnettomuutta saaristo- ja rannikkotorjunnan osalta.

Saaristo- ja rannikkotorjunnassa kerättävän nestemäisen öljyjätteen määräksi on arvioitu 40 000 t. Mereen vuotaessaan raakaöljy alkaa säistyä. Veteen joutuessaan raakaöljy sekä osittain sekoittuu, että osittain emulgoituu, muodostaen karkeasti arvioiden 5-kertaisen määrän nestemäistä öljyjätettä verrattuna alkuperäiseen vuotoon nähden. Syntyneen nestemäisen öljyjätteen määrästä (50 000 t) arvioidaan viidesosan (10 000 t) jäävän keräämättä, jolloin netto nestemäisen öljyjätteen määrän voidaan todeta olevan 40 000 t, mistä mereen valuneen raakaöljyn osuus on 8 000 tonnia.

Merestä kerätty nestemäinen öljyjäte on toimitettu yhteen tai useampaan vahinkojätepisteeseen Helsingin rannikolla, mistä nestemäinen öljyjäte toimitetaan säiliöautokuljetuksin Etelä-Suomen alueella sijaitseviin jätteenkäsittelylaitoksiin loppukäsiteltäväksi.

Etäisyydet Helsingistä eri jätteenkäsittelylaitoksiin on laskettu yhdestä, itäisen Helsingin alueella olevasta osoitteesta käsin. Todellisuudessa vahinkojätepiste voi olla myös Helsingin länsiosassa, jolloin muodostuu etäisyysvirhe vahinkojätepisteen sekä jätteenkäsittelylaitoksen etäisyyteen. Muodostuvan virheen voidaan arvioida olevan kilometreissä mitattuna noin 20 km ja koska rahtikustannusten veloituksen yksikköhinta on tuntiperusteinen, voidaan syntyvän virheen olevan pieni käsiteltävään kokonaisuuteen nähden.

Kustannuslaskennan tarkkuutta arvioitaessa on huomioitava, että arkipäivinä tehtäviä ylityötunteja ei ole huomioitu, vaikka 42 Eur/h muodostaa 86 Eur/h lähtöhintaan 49 % lisähintaa. Viikonloppujen osalta korotus on huomioitu.

Luvussa 7, kokonaiskustannusarvio N:o 2:ssa öljyntorjuntaoperaation kokonaiskustannuksiksi laskettiin 230 000 000 Euroa. Nestemäisen öljyjätteen rahtikustannukset, 2 900 000 euroa, ovat 1,3 % kokonaiskustannuksista.

8.2 Kustannustehokas logistiikka

Kustannustehokkaan kuljetusketjun osalta muodostuu johtopäätös, että nykyiset kansalliset resurssimme eivät jätä mahdollisuutta nestemäisen öljyjätteen kuljetusten kustannustehokkaalle suunnittelulle. Tämä johtuu siitä, että nestemäistä öljyjätettä kerätään merestä nopeammin (647 t/d) kuin sitä pystytään nykyisillä resursseilla loppukäsittelemään (369 t/d).

Laskennallisesti tarkastellen muodostuva erotus 278 t/d, kumuloituu jokainen saaristo- ja rannikkotorjunnan torjuntavuorokautena (62 d). Tämän seurauksena 62 öljyntorjuntapäivän jälkeen on ehditty loppukäsittelemään noin 23 000 t nestemäistä öljyjätettä. Samaan aikaan öljyntorjuntaorganisaatiolla on kerättynä 17 000 t nestemäistä öljyjätettä, jota pystytään toimittamaan loppukäsittelyyn aikaisemmin mainitut 369 t/d. Tämä tarkoittaa sitä, että saaristo- ja rantatorjunnan päättyessä seuraavat 46 vuorokautta nestemäistä öljyjätettä kuljetetaan mihin tahansa seitsemästä laitoksesta, mihin jätteenkäsittelykapasiteettia vapautuu.

8.3 Nopea logistinen ratkaisu

Nestemäisen öljyjätteen kuljetusketjun nopeutta tarkasteltaessa, törmätään samaan haasteeseen kuin kappaleessa 8.2, missä käsiteltiin kuljetusketjun kustannustehokkuutta. Kun huomioidaan nestemäisen öljyjätteen keräysnopeuden suhde loppukäsittelynopeuteen, ei nestemäisen öljyjätteen kuljetusketju sinällään muodostu ongelmaksi. Maamme nestemäisen öljyjätteen käsittelykapasiteetti pystytään (tämän hetkisen tiedon perusteella) hoitamaan 37 säiliöautolla päivää kohti.

Koska koko Etelä-Suomen alueen jätteenkäsittelykapasiteetti joudutaan alusöljyvahingon tapahtuessa mobilisoimaan syntyneen öljyvahinkojätteen käsittelyyn, ei öljyntorjuntaorganisaation operatiiviselle johdolle muodostu mahdollisuutta vertailla sen

enempää kustannustehokkaiden kuin nopeidenkaan kuljetusketjujen väliltä. Öljyvahinkojätettä on lähetettävä sinne, missä kapasiteettia vapautuu.

8.4 Jätteenkäsittelylaitokset

Tässä työssä huomioidut jätteenkäsittelylaitokset Suomenlahdella tapahtuvaa alusöljyonnettomuutta silmällä pitäen ovat: Lassila & Tikanoja Oy:n ongelmajätelaitos Lahdessa, Fortum Waste Solutions Oy jätevoimala ja ongelmajätelaitos (1-2) Riihimäellä ja Anjalankoskella, Oy Phoenix Collector Ltd. Haminassa, Delete Espoossa sekä Savaterra Oy Pansion pilssivesien ja –öljyjen käsittelylaitos.

Laitosten käsittelykapasiteetit on esitetty seuraavassa:

Taulukko 31: Eteläisen Suomen alueella olevien jätteenkäsittelylaitosten yhteenlaskettu käsittelykapasiteetti.

Laitos	Käsittelykapasiteetti [t/d]	Käsittelykapasiteetti [t/a]
Lassila & Tikanoja Oy	33	12 000
Fortum Waste Solutions Oy jätevoimala	40	15 000
Fortum Waste Solutions Oy ongelmajätelaitos	60	20 000
Fortum Waste Solutions Oy, Anjalankosken laitos	28	10 000
Oy Phoenix Collector Ltd.	28	10 000
DELETE	60	20 000
Savaterra Oy	120	44 000
YHTEENSÄ	369	131 000

Nestemäisen öljyjätteen käsitteleminen jätevoimalassa voi teknisesti olla mahdollista. Tämän työn osalta asia on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle. Jätevoimalassa tapahtuvassa poltossa nestemäinen öljyjäte tulisi sekoittaa muun yhdyskuntajätteen sekaan ja lisäksi monella laitoksella saattaa olla sekä ympäristölupaan, että laitoksen teknisiin ominaisuuksiin liittyviä reunaehtoja, joista johtuen nestemäisen öljyjätteen käsittely ei ole teknisesti tai taloudellisesti järkevää.

Työn tavoitteena oli kartoittaa myöskin mahdollisia ulkomaisia jätteenkäsittelylaitoksia ja heidän a) jätteenkäsittelykapasiteettiaan sekä b) jätteenkäsittelyn kustannustasoa. Kyseisten laitosten löytäminen osoittautui haastavaksi tehtäväksi käytettävissä olevan aikataulun puitteissa ja ne käsittelylaitokset, jotka ilmaisivat kiinnostusta nestemäisen öljyjätteen

käsittelyä (RVG mbH, Saksa; Greenmarine, Viro) kohtaan, totesivat lisätietoa saatuaan, ettei heillä ole intressejä osallistua tähän tutkimukseen.

8.5 Nestemäisen öljyjätteen maastavienti

Suomen lainsäädäntö mahdollistaa jätteen maastaviennin. Nestemäisen öljyjätteen siirto toiseen EU-maahan on mahdollista jätelaki 646/2011, 109§ nojalla. Nestemäisen öljyjätteen siirto Suomen ulkopuolelle on kuitenkin luvan varaista ja lupaviranomainen on SYKE.

Jätteenvientiluvan käsittelyajan voidaan arvioida olevan 1-3 kuukautta. Lupaprosessin kestoa on periaatteessa mahdollista ennakoida anomalla toistaiseksi voimassa olevan jätteensiirtoluvan. Tämän tutkimuksen aikana ei ole noussut esille, että Suomessa tällaista lupaa olisi yhdellekään taholle myönnetty. Eräs ehto kyseisen luvan myöntämiselle olisi, että vastaanottava jätteenkäsittelylaitos tulee olla tiedossa ja että jätteen toimittajan ja jätteen vastaanottajan kesken asiasta tulee olla kirjallinen sopimus, joka tulee olla jätteensiirtolupahakemuksen liitteenä.

Tätä tutkimusta kirjoitettaessa asia on keskeneräinen ja vaatii jatkotutkimusta.

8.6 Johtopäätökset

Luvussa 7 esitetyssä kokonaiskustannusarvio N:o 2 :ssa on tässä tutkimuksessa kuvatun ja Suomenlahden olosuhteissa tapahtuvan alusöljyonnettomuuden öljyntorjuntaoperaation kustannuksiksi arvioitu 230 milj. eur. Kyseistä laskelmaa viitekehyksenä käyttäen on voitu todeta, että luvussa 6.1.8 esitetyt nestemäisen öljyjätteen rahtikustannukset 2,9 milj. eur muodostavat ainoastaan 1,2 % osuuden arvioiduista öljyntorjuntaoperaation kokonaiskustannuksista.

Laskennallisesti öljyistä vettä ja emulsiota kerätään merestä nopeammin kuin keskeisimmät jätteenkäsittelylaitokset pystyvät nestemäistä öljyjätettä hävittämään. Tämän perusteella muodostuu tarve a) nestemäisen öljyjätteen välivarastointiin, b) hyödyntää muiden EU-maiden ongelmajätteen käsittelykapasiteettia ja lähettää nestemäistä öljyjätettä kyseisiin laitoksiin, c) rakentaa omaa ongelmajätteen käsittelykapasiteettia lisää. Tässä työssä on

esimerkkinä käytetty 80 000 DWT säiliölaivan kustannuksia Porvoosta Rotterdamiin, jotka ovat säiliölaivavarustamon mukaan noin 620 000 Euroa. Edellä mainittu arvio vastaa 0,25 % öljyntorjuntaoperaation kokonaiskustannuksista

Alusöljyonnettomuus tapahtuu ”pyytämättä ja yllättäen”. Sen vuoksi siihen tulee varautua ajoissa ja riittävin resurssein, koska pakon edessä tehtyjen ratkaisujen voidaan arvioida olevan yleensä kustannuksiltaan kalliimpia ja toteutukseltaan huolimattomampia kuin harkiten suunniteltujen ja toteutettujen ratkaisujen.

Tässä tutkimuksessa kuvatun kaltainen alusöljyonnettomuus on mittakaavaltaan niin laaja, että sen voidaan arvioida asettavan yhteiskuntamme kriisinsietokyvyn koetukselle. Tässä työssä esitetyt tulokset antavat perusteen jatkotutkimukselle, millä edellytyksillä Suomeen tulevaisuudessa rakennettavat jäte- ja lämpövoimalat omaisivat valmiuden käyttää polttoaineenaan myös öljyyntynyttä jätettä? Mitä teknisissä ratkaisuissa tulisi huomioida ja kuinka suuria investointeja edellä mainitut ratkaisut vaatisivat? Maassamme on jo edellä kuvatut ominaisuudet omaavia laitoksia.

Samalla tavalla voidaan arvioida, liittykö öljy- ja kemianteollisuuteen tai merenkulkuun sellaisia toimintoja, että eräänlainen kaksoisrooli olisi järjestettävissä. Toisin sanoen toiminnanharjoittajan kalusto ja kiinteistöt olisivat soveltuvin osin ja tilanteen niin vaatiessa, käytettävissä nestemäisen öljyjätteen välivarastointiin.

Monikäyttöiset laitokset palvelisivat yhteiskuntaa koko ajan, mutta tarpeen niin vaatiessa kapasiteettia öljyntorjuntaoperaation loppuunsaattamiseksi olisi saatavilla tilanteen niin vaatiessa.

Yhteiskunnan kannalta edullisin vaihtoehto on tietysti pyrkiä estämään yhtään alusöljyonnettomuutta tapahtumasta. Tässä tutkimuksessa kuvattu alusöljyonnettomuuden kustannukset välillisine kustannuksineen arvioidaan nousevan 1,0 mrd. euroon. Ennaltaehkäisevä työ ja varautuminen ovat kannattava vaihtoehto, jos ne toteutetaan harkiten yhteiskuntamme kokonaishyötyä.

LÄHDEVIITTEET

Ahola, Anna. 2016. Hybridisodankäynnin haasteet pelastustoimen varautumiselle. [verkkodokumentti]. s. 48, 58. [Viitattu 10.11.2017]. saatavissa: [http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/106754/AHOLA%20OPINNAYTE%20JULKINEN%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

Alenius, Pekka; Myrberg, Kai; Nekrasov, Aleksei. 1998. The Physical Oceanography of the Gulf of Finland: a review, Boreal Environment Research 3. s. 97-99. ISSN 1239-6095. [verkkodokumentti]. saatavissa: [http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.168&rep=rep1&type=pdf]

Aluehallintovirasto. 2013. Päätös Nro 77/2013/1, Dnro ESAVI/32/04.08/2012. s.17. [verkkodokumentti]. [viitattu 22.10.2017] saatavissa: [http://www.avi.fi/documents/10191/56814/esavi_paatos_77_2013_1-2013-04-17.pdf]

Brunila, Olli-Pekka; Storgård, Jenni. 2012. Oil Transportation in the Gulf of Finland in 2020 and 2030. Turun Yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja A61. s. 14, 62-64. ISBN 978-951-29-5141-3 (pdf).

Bahamas Maritime Authority. 2004. Report of the investigation into the loss of the Bahamian registered tanker “Prestige” off the northwest coast of Spain on 19th November 2002. s. 11, 17, 30. The Bahamas Maritime Authority 2004, Latham House, 16 Minories, London EC3N 1EH. [verkkodokumentti]: Saatavissa: [http://www.bahamasmaritime.com/wp-content/uploads/2017/06/Prestige.pdf]

Carro, Diego; Delgado, Jordi; Vazquez, Ana; Barrientos, Victor; Juncosa, Ricardo. 2008. Final Disposal of the Wastes Associated to the Oil Spill of the Tanker Prestige through its

Stabilization with Quicklime and Granite Fines. s. 1 [verkkodokumentti]. [viitattu 01.11.2017], saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/229040088_Final_Disposal_of_the_Wastes_Associated_with_the_Oil_Spill_of_the_Tanker_Prestige_through_its_Stabilization_with_Quicklime_and_Granite_Fines]

Carson, Richard T; Mitchell, Robert C; Hanemann, Michael W; Kopp, Raymond J; Presser, Stanley; Ruud, Paul A: A Contingent Valuation Study of Lost Passive Use Values Resulting From The Exxon Valdez Oil Spill – A Report to the Attorney General of the State of Alaska. 10.10.1992. s.123. [verkkojulkaisu]. Saatavissa: [http://www.evostc.state.ak.us/Universal/Documents/Publications/Economic/Econ_Passive.pdf]

CIA – Central Intelligence Agency. Yhdysvaltain Keskustiedustelupalvelu. 2017. [CIA:n www-sivuilla]. [viitattu 21.09.2017]. saatavissa: [https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2241rank.html]

Cohen, Maurie J; Duane, Gill; Picou, Steven, J. (toim.). 1997. Economic Impacts of the Exxon Valdez Oil Spill. Ote kirjasta: The Exxon Valdez Disaster - Readings on a Modern Social problem. Kendall-Hunt. s. 133-163 (137), [verkkojulkaisu]. Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/295403624_Economic_impacts_of_the_Exxon_Valdez_oil_spill]

Commission of the European communities. 2003. Report on the loss of the tanker Prestige – commission staff working paper: SEC(2003) 351 Bryssel, 17.03.2003, [verkkodokumentti]. Euroopan parlamentin aluepolitiikkaa, liikennettä ja matkailua käsittelevä valiokunta. Saatavissa: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/docs_autres_institutions/commission_europeenne/sec/2003/0351/COM_SEC(2003)0351_EN.pdf]

Dorset, Melanie. Exxon Valdez Oil Spill Continued Effects on the Alaskan Economy. 2010. Colonial Academic Alliance Undergraduate Research Journal, volume 1, article 7, s. 7-12[verkkojulkaisu]. Saatavissa: [http://publish.wm.edu/caaurj/vol1/iss1/7]

EIA – U.S. Energy Information Administration. 2017. [EIA:n www-sivuilla]. Saatavissa: [https://www.eia.gov/]

Furman, Eeva; Pihlajamäki, Mia; Välipakka, Pentti; Myrberg, Kai. 2013. Itämeri–Ympäristö ja Ekologia. Helsinki 2013. s. 37, 40. Suomen Ympäristökeskus (SYKE) 2014. [verkkojulkaisu]. Saatavissa: [http://www.syke.fi/download/noname/%7BC0E3E83E-6BEB-489E-939E-06C4B82E1501%7D/97989]

Garza, Maria Dolores; Prada, Albino; Varela, Manuel; Rodriguez, Maria Xose Vasquez. 2008. Indirect Assessment of Economic Damages from the Prestige oil spill: Consequences for liability and risk prevention. s. 95-107. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.07.2017]. Saatavissa: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-7717.2008.01064.x/epdf]

Geologian tutkimuskeskus. 2017. Öljy, kaasu ja kivihiili. [Geologian tutkimuskeskuksen www-sivuilla]. [verkkodokumentti]: Saatavissa: [http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/oljy/index.html]

Harrington, Jeffrey. 2003. The Prestige Oil Spill Disaster and its Implications. International Environmental Law. 29.04.2003, s. 5, 7. [verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.jdsupra.com/post/documentViewer.aspx?fid=3e6acaac-c301-48ed-ae12-9c02ff889a7e]

HELCOM Map and Data Service. 2014. HELCOM Map and Data Service, Dataset List, Shipping, Maritime traffic, IMO ships routeing guide: [http://maps.helcom.fi/website/mapservice/index.html]

HELCOM. 2009. Overview of the Shipping in the Baltic Sea. [Verkkodokumentti]. [viitattu 05.06.2017]. saatavissa: [http://www.helcom.fi/stc/files/shipping/Overview%20of%20ships%20traffic_updateApril2009.pdf]

Helsingin kaupunki. 2010. Tilastotietoja Helsingistä, 2010. [verkkodokumentti] Helsingin kaupungin tietokeskus: ISBN 978-952-223-745-3. Saatavissa: [https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/tasku09_suomi_net.pdf]

Hietala, Meri. 2011. Suomen Öljyntorjuntavalmius. [verkkodokumentti]. SYKE-WWF koulutusmateriaali. 30.10.2011. [viitattu 18.10.2017]. saatavissa: [https://wwf.fi/mediabank/1581.pdf]

Hjelt, Mari; Karinen, Risto; Lonka, Harriet; Uusikylä, Petri. 2005. Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategian arviointi 2005. Puolustusministeriön julkaisuja. s. 3, 16. [verkkodokumentti]. [viitattu 11.11.2017] Saatavissa: [http://www.defmin.fi/files/249/2769_Yhteiskunnan_elintArkeiden_toimintojen_turvaamisen_strategian_arviointi.pdf]

Holba, Carrie; Woods, Helen. 2017. Exxon Valdez Oil Spill, FAQs, Links and Unique Resources at ARLIS. s. 4-6. ARLIS – Alaska Resources Library & Information services. EVOS Trustee Council Librarian, ARLIS Reference Services Coordinator [verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://www.arlis.org/docs/vol2/a/EVOS_FAQs.pdf]

Hupponen, Mari. 2007a. Öljyvahinkojätteiden käsittely Kymenlaakson alueella alusöljyonnettomuuden jälkeen. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT). s. 25. [viitattu 23.10.2017] saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30024/TMP.objres.588.pdf?sequence=1]

Hupponen, Mari; Tanskanen, Anna-Liisa; Luoranen Mika; Horttanainen Mika. 2007b. Öljyvahinkojätteiden käsittely alusöljyonnettomuuden jälkeen Kymenlaakson alueen näkökulmasta. Lappeenranta. Tutkimusraportti EN B-173. s. 16, 58-69. ISBN 978-952-214-521-5 (PDF), ISSN 1459-2630, [verkkodokumentti]. [viitattu 20.10.2017]. Saatavissa: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/33765/isbn9789522145215.pdf?sequence=1]

Häkkinen, Jani; Hänninen, Maria; Posti, Antti; Sormunen, Otto-Ville Edvard. 2015. Tanker Grounding Frequency and Spills in the Finnish Gulf of Finland. Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin 2015, 43 (115), ss. 108-114, ISSN 2392-0378 (online)

IMO. 2010. Guidelines on Oil Spill Waste Management. s.4. [verkkodokumentti]. [viitattu 06.11.2017], saatavissa: [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionResponse/Documents/Oil%20spill%20waste%20management%20decision%20support%20tool.pdf]

ITOPF – International Tanker Owners Pollution Federation Limited. 2011. Technical Paper 4 – Use of Dispersants to Treat Oil Spills. s. 3-4, 8, 10. [verkkodokumentti]. [viitattu 23.09.2017] saatavissa: [http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/TIPS%20TAPS/TIP4UseofDispersantstoTreatOilSpills.pdf]

ITOPF – International Tanker Owners Pollution Federation Limited. 2011. Technical Paper 3 – Use of Booms in Oil Pollution Response. s. 2, 11. [verkkodokumentti]. [viitattu 23.09.2017] saatavissa:

[http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/TIPS%20TAPS/TIP3UseofBoomsinOilPollutionResponse.pdf]

ITOPF – International Tanker Owners Pollution Federation Limited. 2011. Technical Paper 7 – Clean-Up of Oil from Shorelines. s. 2-5, 19. [verkkojulkaisu]. [viitattu 24.09.2017]. Saatavissa: [http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/TIPS%20TAPS/TIP7Clean-upofOilFromShorelines.pdf]

ITOPF – International Tanker Owners Pollution Federation Limited. 2011. Technical Paper 9 – Disposal of Oil and Debris. s. 2-11. [verkkodokumentti]. [viitattu 24.09.2017] Saatavissa: [http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/TIPS%20TAPS/TIP9DisposalofOilandDebris.pdf]

Jolma, Kalervo. 2009. Kokonaisselvitys valtion ja kuntien öljyntorjuntavalmiuden kehittämisestä 2009-2018. SYKE. s. 5-8, 25, 35. [verkkojulkaisu]. [viitattu 16.10.2017] saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC9F9DF7E-0629-4579-9284-4E57B245014A%7D/39167]

Jätealan huoltovarmuustoimikunta – Vahinkojätetyöryhmä. 2015. Häiriötilanteiden jätehuolto B-osa. s.9. [verkkodokumentti]. [viitattu 30.10.2017]; saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B23E264EE-DC9B-48B2-8B29-BD8F8735CB00%7D/113016]

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2009. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1 - Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelman taustaraportti, jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa. s. 15, 23-24, 97. ISBN 978-952-11-3566-8. [verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/133958/KASra_2009_Etel%c3%a4-

%20ja%20L%c3%a4nsi-Suomen%20j%c3%a4tesuunnitelma_Taustaraportti_J%c3%a4tehuolto%20poikkeuksellisissa%20tilanteissa.pdf?sequence=2&isAllowed=y]

Kajander, Sakari; Holmroos, Hanna; Wahlström, Irina. 2015. Baltic Port List 2014 – Annual Cargo Statistics of Ports In The Baltic Sea Region. s. 79-110, 155-162. Turun yliopiston julkaisuja. Centre for Maritime studies, Brahea centre at the University of Turku, FI-20014 Turun Yliopisto, Finland: ISBN 978-951-29-5929-7 (PDF)

Kilpeläinen, Olli. 2017. Öljyntorjuntamestari. Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Haastattelu 27.10.2017, Agricolankatu 15, 00530 Helsinki.

Kuutti, Taisto. 2017. Savaterra Oy, projektipäällikkö (050-338 9833), taisto.kuutti@savaterra.fi, puhelinkeskustelu perjantaina 01.12.2017

Laine, Jarno. 2017. Eerola – Yhtiöt Oy, Läntinen teollisuuskatu 15 C, 02920 Espoo, puhelinkeskustelu 03.11.2017 (09:12) (040-825 3114)

Liikennevirasto. 2017. Alusliikennepalvelut. [Liikenneviraston www-sivut]. [viitattu 30.09.2017]. Saatavissa: [http://www.liikennevirasto.fi/ammattimerenkulku/meriliikenteen-ohjaus/vts#.Wc-Lkk_2RaQ]

Liikenneviraston tilastoja. 3/2017. Ulkomaan meriliikennetilasto 2016. [verkkodokumentti]. s.40. ISBN 978-952-317-404-7, ISSN 1796-0479 (pdf). saatavissa: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2017-03_ulkomaan_meriliikennetilasto_2016_web.pdf]

Loureiro, Maria, L. Ojea, Elena; Ribas, Alfonso; Iglesias, Edelmiro Lopez. 2006. Estimated costs and admissible claims linked to the Prestige oil Spill. [researchgate-portaali]. Ecological Economics 59(1):48-63. saatavissa: [https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=publication&query=estimated%20costs%20and%20admissible%20claims%20linked%20to%20prestige%20oil%20spill&tabViewId=59b56913cbd5c23f7b0aaae9&previous=researcher]

Loureiro, Maria L. Loomis, John B. Vazquez, Maria Xose. 2009. Economic valuation of environmental damages due to the Prestige oil spill in Spain. [verkkodokumentti]. Environ Resource Econ (2009) 44:537-553 DOI 10.1007/s10640-009-9300-x. Julkaistu 03.07.2009. Springer Science+Business Media B.V. Saatavissa: [http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/cargueda/economia%20aplicada/lecturas%20recomendadas/ERE2009%20Prestige.pdf]

Loureiro, Maria L. 2013. Sosioeconomic and Environmental Impacts of The Prestige oil Spill in Spain. [The Sub-Global Assessment Network (SGAN) www-sivut]. Saatavissa: [http://www.ecosystemassessments.net/system/resources/W1siZiIsIjIwMTUvMDUvMTIvMTMvMDAvNDQvOTAwL1NHQU5fQU1fMjAxNF8xMl9FY29fVmFsdWF0aW9uX1ByZXN0aWdlX29pbF9zcGlsbF9wcmVzZW50YXRpb25fTG91cmVpcm8ucGRmIl1d/SGAN%20AM%202014_12_Eco_Valuation_Prestige%20oil%20spill%20presentation_Loureiro.pdf]

Meski, Laura; Kaitaranta, Joni. 2014. Annual report on shipping accidents in the Baltic Sea in 2013. [verkkodokumentti]. s. 10, 12, 25, 27. HELCOM. saatavissa: [http://www.helcom.fi/Lists/Publications/Annual%20report%20on%20shipping%20accidents%20in%20the%20Baltic%20Sea%20area%20during%202013.pdf]

Mira, Ricardo Garcia (toim.). 2013. Readings on the Prestige Disaster – Contributions from the Social Sciences. Faculty of Educational Sciences, University of Coruna Campus de Elvina. Xoan Vicente Viqueira. s.275. [verkkodokumentti]. s/n. 15071 – A Coruna

(Espanja), ISBN: 978-84-932694-4-9. Saatavissa: [http://www.udc.es/dep/ps/grupo/varios/prest_en.pdf]

Myllymaa, Tuuli (ryhmäpäällikkö, SYKE). 2017. Vaihtoehto ulkomaille. [Sähköpostiviesti]. Tuuli.Myllymaa@ymparisto.fi 26.04.2017

Myllymaa, Tuuli (ryhmäpäällikkö, SYKE). 2017. Neuvottelu SYKEssä 25.08.2017 Helsingin pelastuslaitoksen ja SYKE :n kesken.

National Academies Press. 2016. Spills of Diluted Bitumen from Pipelines: A Comparative Study of Environmental Fate, Effects and Response – Chapter 2: Chemical and Physical Properties of Crude Oils. [viitattu 20.09.2017]. [verkkojulkaisu]. saatavissa: [https://www.nap.edu/read/21834/chapter/4]

National Transportation Safety Board (NTSB). 1990. Marine Accident Report – Grounding of the U.S. Tankship Exxon Valdez on Bligh Reef, Prince William Sound near Valdez, Alaska March 24, 1989. PB90-916405 NTSB/MAR-90/04, 31.07.1990. s. s.v. 4-9, 13. [verkkojulkaisu]. Saatavissa: [https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/MAR9004.pdf]

Nissinen, Jouni. 2000. Raakaöljyä Suomenlahden laineille – Katsaus raakaöljyn ominaisuuksiin, ympäristövaikutuksiin ja onnettomuuksien historiaan aluevesillämme. Suomen Ympäristökeskuksen moniste 184. s. 12-13. ISBN 952-11-0719-7. Helsinki. [verkkojulkaisu]. saatavissa: [http://docplayer.fi/48143449-Raakaoljya-suomenlahden-laineille.html]

Oikeusministeriön verkkopalvelu. 2017. SopS 54/1990 ja SopS 31/1995, saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1990/19900054 ja http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsviite/1995/19950031]

Oikeusministeriön verkkopalvelu. 2017. SopS 42/1996 ja SopS 43/1996. [viitattu 12.10.2017] saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1996/19960042?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=42%2F1996 ja http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1996/19960043?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=43%2F1996]

Oikeusministeriön verkkopalvelu. 2017. 15.07.1994/674. [viitattu 12.10.2017] saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940674?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=merilaki#L10]

Oikeusministeriön verkkopalvelu. 2017. 30.12.2004/1406. [viitattu 13.10.2017]. saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041406?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=%C3%B6ljysuojarahasto]

Oikeusministeriön verkkopalvelu. 2017. 27.07.2001/688. [viitattu 13.10.2017]. saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010688?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=valtionavustuslaki]

Oikeusministeriön verkkopalvelu. 2017. 2009/1791 [viitattu 13.10.2017]. saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20091791]

Oikeusministeriön verkkopalvelu. 2017. 2011/646. [viitattu 25.10.2017]. saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=j%C3%A4telaki#L12]

OPRC – International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation. 2015. Case Studies & Good Spill Response Practices. s. 29-37. [viitattu 23.09.2017]. saatavissa: [http://www.atrac.hr/assets/l02-case-studies---good-spill-response-practices.pdf]

Peterson, Charles H. Rice, Stanley D; Short, Jeffrey W; Esler, Daniel; Bodkin, James L. Ballachey, Brenda E. Irons, David B. 2003. Long-Term Ecosystem Response to the Exxon Valdez Oil Spill. Science Magazine, 19.12.2003. s. 2082-2086. [verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://science.sciencemag.org/content/302/5653/2082.full]

Pietilä, Henrik. 2017. Delete. Toimialapäällikkö, nestemäiset jätteet (040-411 0044). henrik.pietila@delete.fi; Sähköpostiviesti 30.11.2017: 19:55

Piper, Ernest. 1993. Exxon Valdez Oil Spill – Final Report, State of Alaska Response. Alaska Department of Environmental Conservation, Library of Congress Catalog Card Number: 93-072684. s. 13, 43, 89, 171-174. [verkkojulkaisu]. Saatavissa: [https://docs.lib.noaa.gov/noaa_documents/NOAA_related_docs/oil_spills/ExxonValdez_oil_spill_final_report_1993.pdf]

Pfister, Klaus (toim.). 1980. Itämeren öljyvahinko 1979 – Sisäasiainministeriön ympäristönsuojeluosaston julkaisu A:2. Helsinki. s. 11, 27-28, 37-39, 41-45, 156, 295-297. Valtion painatuskeskus. 299 s. ISBN 951-46-4862-5

ports.com; 2017. [www-sivusto]. [viitattu 14.11.2017] saatavissa: [http://ports.com/sea-route/port-of-rotterdam,netherlands/porvoo-refinery,finland/#/?a=0&b=0&c=Port%20of%20Rotterdam,%20Netherlands&d=Porvoo%20Refinery,%20Finland]

Puolustusministeriö. 2014. Suomen puolustus 2020-luvulla – Puolustusministeriön hallinnonalan tulevaisuuskatsaus. ISBN 978-951-25-2589-8. s.13. [verkkojulkaisu]. [viitattu 11.11.2017]. saatavissa: [http://www.defmin.fi/files/2927/PLM_Tulevaisuuskatsaus_2014_netti.pdf]

Rajavartiolaitos. 2017. Suomen meripelastusjärjestelmä. [www-sivut]. [viitattu 30.09.2017] saatavissa: [http://www.raja.fi/meripelastus/jarjestelma]

Rantajärvi Eija, Fleming-Lehtinen Vivi. 2014. Itämeri-tietopaketti – Mitat-ominaispiirteet-alueet. Suomen Ympäristökeskus (SYKE). s. 4, 7. [viitattu 15.06.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BCB9D93E8-393A-4E10-BC6D-9F061BC78605%7D/101493]

Rytkönen Jorma. 2012. Öljykuljetukset ja öljyntorjuntavalmiudet Itämerellä. ENSACO Seminaari, 12.01.2012. EnSaCo [www-sivut]. Saatavissa: [http://www.ensaco.net/media/oeljykuljetukset%20ja%20oeljyntorjuntavalmiudet%20Itaemerellae/oeljyntorjunta_avomerellae_Rytkonen.pdf]

Sisäministeriön julkaisu 8/2017. Siviilitiedustelulainsäädäntö – Siviilitiedustelulakityöryhmän mietintö. 2017. [verkkojulkaisu]. s. 27. ISBN 978-952-324-129-9. [viitattu 11.11.2017]. saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79759/SM_08_2017_Siviilitiedostelulainsaadanto.pdf?sequence=1]

Sisäministeriön julkaisu 19/2017. Sisäministeriön hallinnonalan toiminta- ja taloussuunnitelma 2018-2021. s. 19. [Verkkojulkaisu]. ISBN 978-952-324-145-9. [viitattu 11.11.2017]. saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80055/19_17_SMn_hallalan_toimjataloussuunnitelma_2018_2021.pdf?sequence=1]

Sisäministeriö. 2017. Sisäministeriön lausunto puolustusselonteosta. VNS 3/2017 vp. s. 3. [verkkojulkaisu]. [viitattu 11.11.2017]. saatavissa: [https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2017-AK-116680.pdf]

Soren, Steenberg Jensen. 2017. Budgetary information. Hafniatankers [sähköpostiviesti]. [sst@hafniatankers.com] 08.11.2017

Sormunen, Otto-Ville Edvard. 2016. Groundings and collisions: risk and uncertainty – case studies from the Gulf of Finland on chemical tankers. Väitöskirja. s. 8-10, 12-14.Aalto University publication series Doctoral dissertation 192/2016, ISBN 978-952-60-7032-2

SRÖTVA. 2008. Suomenlahden Rannikon Öljyntorjuntavalmius –työryhmän muistio. Helsingin kaupungin pelastuslaitos, Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos, Varsinais-Suomen pelastuslaitos, Itä-Uudenmaan Pelastuslaitos, WWF, Merivoimat, SYKE, Kymenlaakson pelastuslaitos: s. 6, 15-17. [verkkojulkaisu]. [viitattu 16.10.2017]. saatavissa: [https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/7e/7e1687aaff27b80d16095db7c7aa48e2d7c1b0a3.pdf]

SÖKÖ. 2011. Jätteen loppukäsittely ja loppukäsittelypaikat. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja A. Oppimateriaali Nro 31: s. 5, 23. ISBN: 978-952-5963-05-2: [viitattu 25.10.2017]. saatavissa:

[http://www.vapaaehtoisetoljyntorjunnassa.fi/wp-content/uploads/2017/05/Ja%CC%88tteen-loppuka%CC%88sittely-12-20.pdf]

Talja, Sari. 2017. Ylitarkastaja, Liikennevirasto. Liikennekeskukset, meriliikenteenohjaus. Tilastotietoa läheltä piti –tilanteista. [sähköpostiviesti] 16.10.2017.

United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD. 2016. Review of Maritime Transport 2016. [verkkodokumentti]. UNCTAD/RMT/2016. United Nations Publication, Sales no. E.16.IID.7, ISBN 978-92-1-112904-5, eISBN 978-92-1-058462-3, ISSN 0566-7682. s. 14. Yhdistyneiden kansakuntien yhteinen verkkopalvelu. Saatavissa: [http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2016_en.pdf]

Uudenmaan liitto – Nylands förbund. 2014. Uudenmaan meri- ja rannikkoalueselvitys [verkkodokumentti]. Uudenmaan liiton julkaisuja E142. www.uudenmaanliitto.fi/julkaisut. ISBN 978-952-448-410-7, ISSN 2341-8885, saatavissa: [https://www.uudenmaanliitto.fi/files/15235/Uudenmaan_meri-_ja_rannikkoalueselvitys_E142-2014.pdf]

Valtonen, Vesa Evl. KymPionPKom, PV. 2015. Yhteiskunnan rakenteiden turvallisuus. 02.04.2015. [verkkodokumentti]. [viitattu 11.11.2017]. saatavissa: [https://www.saimia.fi/docs/ajankohtaista/rakennettu-ymparisto-seminaarisarja/Yhteiskunnan_rakenteiden_turvallisuus.pdf]

Vaskinen, Kaisa; ympäristöpäällikkö, Neste Oil Oyj, Porvoon jalostamo. 2017. Nestemäisen öljyjätteen käsittely. [sähköpostiviesti]. 25.10.2017, kaisa.vaskinen@neste.com

Vazquez, Maria Xose; Varela, Manuel; Prada, Albino. 2003. Economic effects of the catastrophe of the Prestige: An advance. s.2-10, [verkkodokumentti]. Saatavissa: [http://www.ceida.org/prestige/Documentacion/efectoseconPresgccg.pdf]

Whitehead, John. 2006. Willigness to Pay and Ecological Economics: Environmental Economics. [verkkojulkaisu]. [viitattu 23.11.2017]. saatavissa: [http://www.env-econ.net/2006/07/willingness_to_.html]

Ympäristöministeriö. 10 / 2006. Suomen rannikkostrategia. Alueiden käytön osasto, ISBN 952-11-2237-4

Ympäristöministeriö, 26 / 2011: Toiminta isoissa alusöljyvahingoissa – toiminnan järjestäminen, johtaminen ja viestintä: Ympäristönsuojelun osasto, s. 18, 45, 46, 49, 53, 56-57, 64, 77-78, 98. ISBN 978-952-11-3922-2

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2015. Öljyonnettomuuden riski kasvaa Suomenlahdella. [verkkodokumentti] julkaistu 19.08.2015 päivitetty 22.07.2016 Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Kemikaalit_ja_haitalliset_aineet/Oljyonnettomuuden_riski_kasvaa_Suomenlah(28519)]

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. 2013. Valtion öljyntorjunta-alukset. [verkkodokumentti]. julkaistu 06.08.2013, päivitetty 25.11.2015. [viitattu 14.10.2017]. saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Oljy_ja_kemikaalivahinkojen_torjunta/Oljy_ja_kemikaalivahinkojen_torjunta_merialueilla/Valtion_oljyntorjuntaalukset]

Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2017. Öljy. [www-sivut]. Saatavissa [http://www.oil.fi/fi]

LIITTEET

Liite 1: välivarastoinnin tarve suhteessa saaristo- ja rannikkotorjunnan kestoon

Torjuntatöitä tehdään 12h/7d vko				Torjuntatöitä tehdään 8h/7d vko			
päivä	Kerätään [t/d]	Loppukäsittely [t/d]	total [t]	päivä	Kerätään [t/d]	Loppukäsittely [t/d]	total [t]
1	647	369	278	1	431	369	62
2	647	369	556	2	431	369	124
3	647	369	834	3	431	369	186
4	647	369	1 112	4	431	369	248
5	647	369	1 390	5	431	369	310
6	647	369	1 668	6	431	369	372
7	647	369	1 946	7	431	369	434
8	647	369	2 224	8	431	369	496
9	647	369	2 502	9	431	369	558
10	647	369	2 780	10	431	369	620
11	647	369	3 058	11	431	369	682
12	647	369	3 336	12	431	369	744
13	647	369	3 614	13	431	369	806
14	647	369	3 892	14	431	369	868
15	647	369	4 170	15	431	369	930
16	647	369	4 448	16	431	369	992
17	647	369	4 726	17	431	369	1 054
18	647	369	5 004	18	431	369	1 116
19	647	369	5 282	19	431	369	1 178
20	647	369	5 560	20	431	369	1 240
21	647	369	5 838	21	431	369	1 302
22	647	369	6 116	22	431	369	1 364
23	647	369	6 394	23	431	369	1 426
24	647	369	6 672	24	431	369	1 488
25	647	369	6 950	25	431	369	1 550
26	647	369	7 228	26	431	369	1 612
27	647	369	7 506	27	431	369	1 674
28	647	369	7 784	28	431	369	1 736
29	647	369	8 062	29	431	369	1 798
30	647	369	8 340	30	431	369	1 860
31	647	369	8 618	31	431	369	1 922
32	647	369	8 896	32	431	369	1 984
33	647	369	9 174	33	431	369	2 046
34	647	369	9 452	34	431	369	2 108
35	647	369	9 730	35	431	369	2 170
36	647	369	10 008	36	431	369	2 232
37	647	369	10 286	37	431	369	2 294
38	647	369	10 564	38	431	369	2 356
39	647	369	10 842	39	431	369	2 418
40	647	369	11 120	40	431	369	2 480
41	647	369	11 398	41	431	369	2 542
42	647	369	11 676	42	431	369	2 604
43	647	369	11 954	43	431	369	2 666
44	647	369	12 232	44	431	369	2 728
45	647	369	12 510	45	431	369	2 790
46	647	369	12 788	46	431	369	2 852

Torjuntatöitä tehdään 12h/7d vko

päivä	Kerätään [t/d]	Loppukäsittely [t/d]	total [t]
47	647	369	13 066
48	647	369	13 344
49	647	369	13 622
50	647	369	13 900
51	647	369	14 178
52	647	369	14 456
53	647	369	14 734
54	647	369	15 012
55	647	369	15 290
56	647	369	15 568
57	647	369	15 846
58	647	369	16 124
59	647	369	16 402
60	647	369	16 680
61	647	369	16 958
62	647	369	**17 236**
YHT	**40 114**		

Välivarastoinnin tarve saaristo- ja rantatorjunnan päättyessä 17 000 t

Torjuntatöitä tehdään 8h/7d vko

päivä	Kerätään [t/d]	Loppukäsittely [t/d]	total [t]
47	431	369	2 914
48	431	369	2 976
49	431	369	3 038
50	431	369	3 100
51	431	369	3 162
52	431	369	3 224
53	431	369	3 286
54	431	369	3 348
55	431	369	3 410
56	431	369	3 472
57	431	369	3 534
58	431	369	3 596
59	431	369	3 658
60	431	369	3 720
61	431	369	3 782
62	431	369	3 844
63	431	369	3 906
64	431	369	3 968
65	431	369	4 030
66	431	369	4 092
67	431	369	4 154
68	431	369	4 216
69	431	369	4 278
70	431	369	4 340
71	431	369	4 402
72	431	369	4 464
73	431	369	4 526
74	431	369	4 588
75	431	369	4 650
76	431	369	4 712
77	431	369	4 774
78	431	369	4 836
79	431	369	4 898
80	431	369	4 960
81	431	369	5 022
82	431	369	5 084
83	431	369	5 146
84	431	369	5 208
85	431	369	5 270
86	431	369	5 332
87	431	369	5 394
88	431	369	5 456
89	431	369	5 518
90	431	369	5 580
91	431	369	5 642
92	431	369	5 704
93	431	369	**5 766**
YHT	**40 083**		

Välivarastoinnin tarve saaristo- ja rantatorjunnan päättyessä 5 800 t