

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Teknillinen tiedekunta
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Mikko Partila

ALUSÖLJYVAHINGON SEURAUKSENA RANTAUTUVAN ÖLJYN LAJITTELUOHJEISTON MUODOSTAMINEN

Työn tarkastajat: Professori Mika Horttanainen
 Diplomi-insinööri Mari Hupponen

Työn ohjaaja: Merikapteeni (AMK) Justiina Halonen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknillinen tiedekunta
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Mikko Partila

Alusöljyvahingon seurauksena rantautuvan öljyn lajitteluohjeiston muodostaminen

Diplomityö

2010

107 sivua, 16 kuvaa, 19 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen
Diplomi-insinööri Mari Hupponen

Hakusanat: Alusöljyvahinko, öljyisen jätteen lajittelu, termodesorptio
Keywords: Tanker oil spill, waste separation for oiled waste fractions, thermo desorption

Työn tärkeimpänä päämääränä oli muodostaa öljyvahinkojätejakeille yksityiskohtaiset ja käytännön olosuhteissa mahdollisimman hyvin toimivat lajitteluohjeet. Lähtökohtana oli se, että edeltävien lajitteluohjeiden soveltuvuutta haluttiin tarkastella useista eri näkökulmista, kuten muodostuvien kustannusten kannalta. Työn muut tavoitteet olivat: jäteastioiden määrän ja laadun selvitys sekä lainsäädännön asettamien rajoitteiden selvittäminen. Riskijäte rajattiin työn ulkopuolelle.

Tutkimus toteutettiin pääasiassa kirjallisiin lähteisiin, sähköpostikyselyihin ja puhelinhaastatteluihin perustuvien tietojen avulla. Tärkeimmäksi selvitettäväksi seikaksi osoittautui lajittelusta aiheutuvien kustannusten määrittäminen. Etenkin käsittelykustannuksista saatiin viitteitä optimaalisesta lajitteluvaihtoehdosta. Taloudellisessa tarkastelussa käytiin läpi öljyvahinkojätteiden kulkeutuminen rannalta käsittelyyn saakka, jolloin eri vaihtoehtojen eroavaisuudet saatiin selville.

Taloudellisen tarkastelun perusteella paras vaihtoehto oli lajitellun jätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella yhdistettynä Kotkan hyötyvoimalaitokseen. Tämän perusteella voidaan päätellä, että öljyinen maa-aines ja öljyinen sekajäte kannattaa käsitellä erillisinä jakeina. Tällöin öljyinen maa-aines ja öljyinen sekajäte kannattaa myös lajitella omiin jakeisiinsa. Keräysastioista on vaikeaa antaa suosituksia ilman riittävän kattavia kenttäkokeita. Taloudellisessa tarkastelussa muoviastiat osoittautuivat edullisimmaksi vaihtoehdoksi.

Monissa selvityksissä on öljyvahinkojätteiden käsittelyvaihtoehdoksi valittu Riihimäen Ekokem Oy Ab. Se tuli kuitenkin huomattavasti kalliimmaksi kuin siirrettävän termodesorptiolaitoksen sisältävät laskuesimerkit, joten myös muita vaihtoehtoja kannattaisi harkita. Muita kuin muovisia keräysastioita tulisi vielä testata käytännön öljyntorjuntaharjoituksissa, jotta niiden lopullinen käyttökelpoisuus varmistuu. Harjoitukset tulisi suorittaa mahdollisimman vaihtelevissa sää- ja maasto-olosuhteissa, jotta saadaan tarpeeksi kattavaa tutkimustietoa astioiden soveltuvuudesta.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology
Degree Programme in Environmental Technology

Mikko Partila

Separation instruction formation for oily waste fractions after tanker accident

Master's thesis

2010

107 pages, 16 figures, 19 tables and 1 appendix

Examiners: Professor Mika Horttanainen
M.Sc. (Tech.) Mari Hupponen

Keywords: Tanker oil spill, waste separation for oiled waste fractions, thermo desorption

The aim of the study was to create a functional and practical waste separation instruction for oiled waste fractions from tanker accident. There were some doubts about suitability of previous waste separation methods. That is why in this report several factors were examined from many different view points. For example costs from waste separation were examined. The other aims of the study were: amount and quality of waste containers and clarifying the limitation of legislation. Risk waste was left out from this report.

This study was put to practice mainly with literary sources, e-mail queries and telephone interviews. The most important examined matter turned out to be the costs of waste separation. Especially costs from processing waste fractions gave a clue of the optimal waste separation method. In the economical analysis the whole chain from oiled waste fractions consist to final processing were examined. Therefore the differences of separation methods were clarified.

On the basis of economical analysis the best separation method was conveyable thermo desorption combined for Kotka power plant. This option included waste separation. Therefore it can be concluded that oiled ground material and oiled mixed waste is recommended to be kept separate. Regarding waste containers is hard to give answers before adequate field tests have been carried out. On the basis of economical analysis the plastic waste containers were the most economical choice.

In many reports oiled waste fractions are chosen to be handled at Riihimäki Ekokem Oy Ab. On the basis of this study it is more expensive than conveyable thermo desorption. Therefore other options should be considered. Other waste containers than plastic waste containers that were introduced in this report should still be tested in oil prevention practices. Then their final practicability can be assured. Oil prevention practices should be performed in as many different circumstances as possible. Therefore, there would be an opportunity to get enough comprehensive knowledge from waste containers suitability.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoitteet	10
1.3 Käytetyt tutkimusmenetelmät	11
2 ÖLJYVAHINGOJÄTTEIDEN MUODOSTUMISEEN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA	12
2.1 Öljylaatujen ominaisuudet	12
2.1.1 Raakaöljy	14
2.1.2 Raskas polttoöljy	14
2.1.3 Kevyet öljyلاادut	14
2.2 Sääolosuhteet	15
2.3 Maantieteelliset olosuhteet	16
2.3.1 Kallio- ja kivikkoranta	16
2.3.2 Hiekkaranta	17
2.3.3 Muita rantatyypppejä	17
3 ALUSÖLJYVAHINGON SEURAUKSENA RANNASSA MUODOSTUVIA JÄTEJAKEITA JA NIIDEN OMINAISUUksiIN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA	18
3.1 Tankkialus Antonio Gramscista aiheutuneita jätejakeita	20
3.2 Keräysmenetelmien vaikutus muodostuviin jätejakeisiin	21
3.2.1 Koneelliset keräysmenetelmät	21
3.2.2 Käsien suoritettavat keräysmenetelmät	23
3.3 Kerätyn öljyvahinkojätteen lyhytaikainen välivarastointi kuljetuspisteellä	24
3.3.1 Välivarastointi tankkialus Antonio Gramscin onnettomuuden yhteydessä	25
3.3.2 Välivarastointi tankkialus Exxon Valdezin onnettomuuden yhteydessä	26
3.4 Välivarastointi ELSUn mukaan	27
3.5 Käsittely ELSUn mukaan	28
4 RANNASSA MUODOSTUVIEN ÖLJYVAHINGOJÄTTEIDEN LAJITTELU	29
4.1 SÖKÖ I-toimintamallin lajittelumenetelmä	30
4.2 Lajittelu ELSUn mukaan	31

4.3 Kansainvälisesti käytössä olevia ja aikaisemmissa onnettomuuksissa käytettyjä lajittelumenetelmiä	32
4.4 Mahdolliset tulevat lajittelumenetelmät	34
5 LAINSÄÄDÄNNÖN VAIKUTUKSIA ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN HALLINNOINTIIN	35
5.1 Jätehuoltovastuu alusöljyonnettomuuksissa syntyvistä jätteistä	36
5.2 Esitys uudeksi öljyvahinkojen torjuntalaiksi	39
5.3 Öljyvahinkojätteiden käsittelyyn liittyvä lainsäädäntö	40
6 KERÄYSASTIAT	42
6.1 Biojättesäkit	43
6.2 Smart Drum	43
6.3 Öljytorjuntasäkki	47
7 TALOUDELLINEN TARKASTELU	49
7.1 Kaikille lajittelutavoille yhteiset kustannukset	50
7.1.1 Keräyskustannukset	52
7.1.2 Henkilöstökustannukset	55
7.1.3 Varustekustannukset	55
7.1.4 Astiakustannukset	56
7.1.5 Suojapussien kustannukset	59
7.2 Lajittele mattoman öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla- vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset	61
7.2.1 Välivarastointikustannukset	61
7.2.2 Kuljetuskustannukset	63
7.2.3 Käsittelykustannukset	66
7.2.4 Kokonaiskustannukset	68
7.3 Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla-vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset	69
7.3.1 Käsittelykustannukset	70
7.3.2 Kokonaiskustannukset	71
7.4 Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella- vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset	72

7.4.1 Välivarastointikustannukset	73
7.4.2 Kuljetuskustannukset	75
7.4.3 Käsittelykustannukset	75
7.4.4 Kokonaiskustannukset	77
7.5 Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella- vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset	79
7.5.1 Kuljetuskustannukset	79
7.5.2 Kokonaiskustannukset	79
7.6 Lajittelun öljyvahinkojätteen käsittely Kotkan hyötyvoimalaitoksella ja siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset	81
7.7 Lajitteluvaihtoehdoista muodostuvien kokonaiskustannusten vertailu	83
7.8 Herkkyystarkastelu	85
7.8.1 Skenaario 1, käsin suoritettavan keräyksen kustannusten puolitoistakertaistaminen lajittelun sisältävien vaihtoehtojen kohdalla	86
7.8.2 Skenaario 2, koneellisen keräyksen kustannusten kaksinkertaistaminen	87
8 MUITA LAJITTELUUN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA TALOUDELLISEN TARKASTELEN LISÄKSI	88
8.1 Keräysastioiden määrä ja niistä muodostuvat kustannukset	88
8.2 Öljyvahinkojätteiden kuljetukset	93
9 SUOSITUS LAJITTELUOHJEEKSI	95
10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	96
LIITTEET	
Liite 1. Öljyntorjuntasäkin pelkistetty tuotespesifikaatio.	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Symbolit	Selite	Yksikkö
C	kustannus	[M€]
D	etäisyys	[km]
L	kuorma	[t]
N	lukumäärä	[kpl]
P	keräyshenkilöstö	[kpl]
Q	massa	[t]
V	tilavuus	[m ³]
β	kerättävän öljyvahinkojätteen osuus	[%]
δ	ominaistilavuus	[m ³ /t]
χ	suojapussien määrä keräysastiaa kohden	[kpl]
θ	käyttökertojen lukumäärä	[kpl]

Alaindeksit

10	10 l keräysastiat
100	100 l keräysastiat
140	140 l keräysastiat
700	Keräyshenkilöstön lukumäärä
Ekokem	Ekokem Oy Ab Riihimäki
hank	Hankittavat
hinta	Yksikkökustannus
jäte	Öljyvahinkojäte
ka	Keskiarvo
kapas	Kapasiteetti
kerastiat	Keräysastiat
kiint	Kiinteä
km	Kilometri
kok	Kokonais
kone	Koneellinen

kpl	Kappale, lukumäärä
kuljupiste	Kuljetuspiste
kuormat	Kuljetuskuormien lukumäärä
kust	Kustannus
käsin	Käsityönä suoritettava öljyvahinkojätteen keräys
käsit	Käsittely
jäte	Öljyvahinkojäte
maa-aines	Öljyinen maa-aines
neeste	Nestemäinen
pussit	Suojapussit
ran	Rannalla
SD	Smart Drum
seka	Öljyinen sekajäte
siir	Siirrettävä
säiliö	Säiliöauto
tot	Kokonaismäärä
ulko	ulko-osa
välivar	Välivarastoitava

Lyhenteet

A	Asetus
BAT	Best Available Techniques
CEDRE	Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution
dwt	Dead weight, tonnia kuollutta painoa eli kantavuus
ELSU	Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu
EY	Euroopan yhteisöt
IPIECA	The International Petroleum Industry Environmental Conserva- tion Association
ITOPF	The International Tanker Owners Pollution Federation
L	Laki

OSWAT	Oil Spill Waste Treatment, Öljyvahinkojätteiden käsittely alusonnottomuuden jälkeen -hanke
SÖKÖ I-hanke	Toimintamalli suuren öljyntorjuntaoperaation koordinoointiin Kymenlaakson pelastustoimialueella rannikon öljyntorjunnasta vastaaville viranomaisille
SÖKÖ II-hanke	Toimintamalli suuren öljyntorjuntaoperaation koordinoointiin rannikon öljyntorjunnasta vastaaville viranomaisille
t	tonni
VNa	Valtioneuvoston asetus
WWF	World Wide Fund for Nature, Maailman luonnonsäätiö
YSL	Ympäristönsuojelulaki
YVA	Ympäristövaikutusten arviointimenettely

1 JOHDANTO

Itämerellä viime vuosina lisääntyneistä kuljetusmääristä johtuen on suuren alusöljyvahingon riski kasvanut huomattavasti. Yleisen taloustilanteen takia, parin viime vuoden aikana kuljetusmäärät ovat kuitenkin vähentyneet, mutta talouden elpyessä kuljetusmäärät todennäköisesti taas lisääntyvät. Odotettavissa onkin, että lähivuosina suuren kokoluokan onnettomuus toteutuu, jolloin myös öljyntorjuntavalmiuden on oltava riittävän korkealla tasolla.

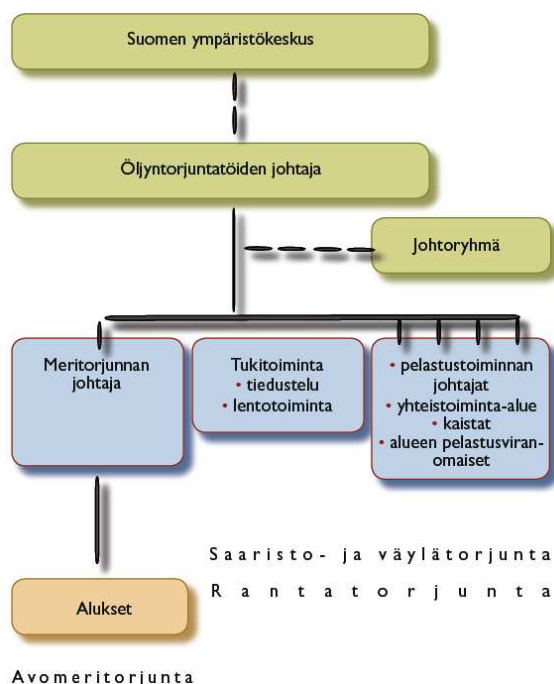
Suomea voidaan tällä hetkellä kutsua pohjoismaiden parhaaksi öljynkerääjäksi. Suomen öljyntorjuntavalmius on Suomenlahden ja Itämeren rantavaltioista organisaatioltaan ja tekniseltä osaamiseltaan suurin. (Lahtonen 2004, 438 ja 487.) Pitää kuitenkin muistaa, että myös Suomella on vielä huomattavasti parannettavaa omassa öljyntorjuntavalmiudessaan. Esimerkiksi rannoilla suoritettavaan öljyntorjuntatyöhön tulisi kohdentaa lisäresursseja.

Suomessa öljyvahingon aiheuttamien tuhojen korvaamisvastuu kuuluu jätelain mukaisesti öljypäästön aiheuttaneelle taholle, eli käytössä on niin sanottu likaaaja maksaa-periaate (L 3.12.1993/1072). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että öljyvahingon sattuessa korvausvelvollisuus on aluksen omistajalla tai omistajan vakuutusyhtiöllä. Tietyissä tapauksissa, esimerkiksi jos vahingon aiheuttajaa ei saada korvausvastuuseen tai vahingon aiheuttamat kustannukset ylittävät laivan omistajan vastuurajan, voidaan vahingot korvata kansainvälisestä öljysuojarahastosta ja sitä täydentävästä lisärahastosta (Suomen ympäristökeskus 2009a).

Pääsääntöisesti Suomen ympäristökeskus johtaa aavalla merellä tapahtuvia öljyntorjuntatoimia. Tilanteen sitä vaatiessa ovat myös puolustusvoimat, rajavartiolaitos ja varustamoliikelaitos käytettävissä öljyntorjuntatoimintoihin. (Suomen ympäristökeskus 2007a.) Suomen valtiolla on käytössään 15 öljyntorjunta-alusta, joiden käyttö jakautuu merivoimien, valtion varustamoliikelaitoksen ja rajavartiolaitoksen kesken (Suomen ympäristökeskus 2007b). Rannikkokäyttöön Suomella on lukuisia pienempiä aluksia, joilla voidaan puhdistaa suhteellisen pieniä alueita.

Alueellisen pelastustoimen on huolehdittava oman alueensa öljyntorjunnasta ennalta laaditun öljyntorjuntasuunnitelman mukaisesti. Myös kuntien eri viranomaisten ja laitosten tu-

lee osallistua öljyvahinkojen ehkäisyyn ja huolehtia tarvittaessa vahingon jälkitorjunnasta. (Suomen ympäristökeskus 2007a.) Mikäli onnettomuuden kokoluokka ja puhdistustöiden kesto ylittää viranomaisten henkilöstöresurssit, voivat viranomaiset pyytää avukseen vapaaehtoisia. Käytännössä tämä tarkoittaa usein WWF:n (World Wide Fund for Nature, Maailman luonnonsäätiö) vapaaehtoisia öljyntorjuntajoukkoja. Onnettomuustilanteessa WWF:n joukot työskentelevät viranomaisten alaisuudessa erilaisissa avustavissa tehtävissä. (Lehmuskoski 2006, 6.) Kuvassa 1 on esitetty suuren alusöljyvahingon torjuntatyön johtokaavio.



Kuva 1. Öljyntorjuntatyön johtokaavio suuren alusöljyvahingon yhteydessä (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2005, liite 3).

1.1 Työn tausta

Diplomityö liittyy Kymenlaakson ammattikorkeakoulun vetämään SÖKÖ II-hankkeeseen, joka on jatkoa vuonna 2007 päättyneelle SÖKÖ I-hankkeelle. SÖKÖ I-hankkeessa muodostettiin toimintamalli itäisellä Suomenlahdella tapahtuvan merkittävän alusöljyvahingon varalle. Toimintamalli käsittää Kymenlaakson pelastustoimialueen vastuualueen.

SÖKÖ II-hankkeen tarkoituksena on laatia Itä-Uudenmaan, Helsingin ja Länsi-Uudenmaan pelastustoimialueille toimintamallit Suomenlahdella tapahtuvan vakavan alusöljyvahingon

varalle (Raikunen 2009). SÖKÖ II-hankkeen toimialue on esitetty kuvassa 2. Suomenlahti käsittää merialueen, joka ulottuu Hangosta itään aina Suomen puolella Viipurinlahteen saakka. Suomenlahti voidaan jakaa läntiseen ja itäiseen osaan. Tässä työssä keskitytään pääasiassa Suomenlahden läntiseen osaan, eli käytännössä alueeseen joka ulottuu Ruotsinpyhtäältä Hankoon. Läntinen Suomenlahti katsotaan kuitenkin alkavaksi vasta Pellingistä, joten käsiteltävä alue käsittää myös itäistä Suomenlahtea noin 80 km. (Aaltojen alla, 1.)

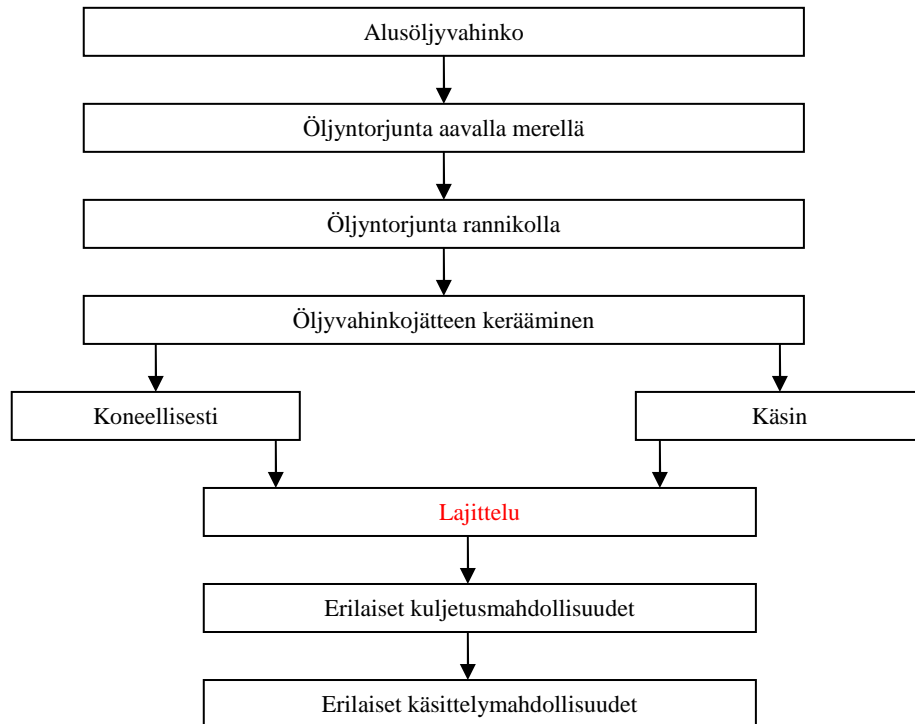


Kuva 2. SÖKÖ II-hankkeen vastuualue (Rantala).

Diplomityön perustavana pohjatietona on hyödynnetty Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa vuonna 2007 julkaistua tutkimusraporttia ”Öljyvahinkojätteiden käsittely alusonnnettomuuden jälkeen Kymenlaakson alueen näkökulmasta”, joka syntyi OSWAT (Oil Spill Waste Treatment eli Öljyvahinkojätteiden käsittely alusonnnettomuuden jälkeen) -hankkeen tuotoksena. Raportissa on selvitetty millä tavalla erilaisia jakeita voidaan käsitellä ja mitä lajitteluvaihtoehtoja olisi käytettävissä. Se ei kuitenkaan anna mitään yksityiskohtaisia ohjeita lajittelun suorittamista varten.

Tässä diplomityössä lajitteluohjeet on muodostettu, koska alusöljyvahingon seurauksena öljyntyneille jakeille ei ole aikaisemmin ollut yhtenäistä ja käytännöllistä normistoa rannalla suoritettavaa lajittelua varten. Edeltäviä lajitteluohjeita on olemassa, mutta niiden soveltuvuutta tulee vielä tarkastella kokonaisvaltaisesti useista eri näkökulmista. Lajitteluohjeet tulevat myös osaksi SÖKÖ II-hankkeessa mukana olevien viranomaisten toimintasuunnitelmaa, jolloin ne toimivat ohjeistuksena mikäli suuren kokoluokan alusöljyvahinko tapahtuu Suomenlahdella.

Kuvassa 3 on esitetty, kuinka öljyvahinkojättejakeiden lajittelu sijoittuu öljyntorjuntatyön yleistettyyn prosessikaavioon. Kuvasta nähdään, että lajittelu on tärkeä yksikköprosessi, joka vaikuttaa mm. kuljetusvaihtoehdon valintaan.



Kuva 3. Alusöljyvahingon jälkeisen öljyntorjuntatyön yleistetty prosessikaavio.

Riskijätteen (kuolleet eläimet yms.) aiheuttamien kustannusten selvittäminen on jätetty tämän työn ulkopuolelle, koska niistä on SÖKÖ II-hankkeessa tekeillä oma selvitys. Kyseisessä selvityksessä lasketaan kustannukset, jotka aiheutuvat suuren, kesäaikaan tapahtuvan alusöljyvahingon aikana menehtyneistä 20 000 linnun käsittelystä. Selvityksen (diplomityö) tarkka nimi on ”Alusöljyvahingossa kuolleiden eläinten turvallinen käsittely” ja sen pitäisi valmistua vuoden 2010 aikana. (Brunila 2010.)

1.2 Työn tavoitteet

OSWAT-hankkeen tutkimustiedon perusteella ja asianmukaisten tahojen haastattelutiedon avulla tavoitteena on muodostaa mahdollisimman hyvin käytännön kenttäolosuhteisiin soveltuvat lajitteluohjeet öljyyntyneille jakeille. Päämääränä on siis muodostaa toimivat ja selkeät lajitteluohjeet. Tämän lisäksi annetaan mahdollisuuksien mukaan toimintaohjeita

öljyvahinkojätteiden lajittelun käytännön toteuttamiseen. Ensin työssä selvitetään erilaisia lajitteluvaihtoehtoja, minkä jälkeen käytännön näkökohdat huomioiden tehdään päätelmiä siitä, mitkä vaihtoehdot osoittautuvat käytännöllisimmiksi ja taloudellisesti kannattavimmiksi. Alla olevaan luetteloon on listattu työn tärkeimmät tavoitteet, joita tutkimuksen aikana tullaan selvittämään:

- Lajittelun tärkeimpien taloudellisten ja teknisten seikkojen selvittäminen.
- Lainsäädännön asettamien rajoitteiden selvittäminen.
- Lajitteluprosessissa tarvittavien jäteastioiden määrä ja laatu.
- Toimivan ja käytännöllisen lajitteluohjeiston muodostaminen rannalta kerätyille ja rannassa muodostuville öljyvahinkojätejakeille.

1.3 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Tutkimus toteutettiin pääasiassa kirjallisiin lähteisiin, sähköpostikyselyihin ja puhelinhaastatteluihin perustuvien tietojen avulla. Kirjallisten lähteiden pohjalta mietittiin mahdollisiin lajittelumenetelmiin vaikuttavia seikkoja, jotka tarkentuivat haastatteluiden ja kyselyiden avulla.

Tarvittavien tietojen keräämiseksi käytettiin haastattelukysymyksiä sekä eri asiantuntijatahoille suunnattuja sähköpostikyselyitä. Kyselyt kohdennettiin tarkasti eri alojen asiantuntijoille, jolloin saadun informaation oikeellisuus ja käyttökelpoisuus varmentui. Kerättyjen tietojen analysointiin käytettiin esimerkiksi laskennallisia menetelmiä, joiden avulla selvitettiin lajittelusta aiheutuvia taloudellisia seikkoja.

2 ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN MUODOSTUMISEEN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA

Öljyvahinkojätteiden muodostumista käytännön alusöljyvahingossa on lähes mahdotonta ennustaa. Vaikuttavia seikkoja on paljon ja niiden arviointi on vaikeaa. Joitain yleistettäviä arvioita voidaan kuitenkin esittää. Suurimmat vaikutukset öljyvahinkojätteiden muodostumiseen ovat öljypäästön laadulla ja määrällä, vuodenajalla sekä sääoloilla. Prosessi on kuitenkin hyvin tapauskohtainen, joten myös paikallisilla maantieteellisillä olosuhteilla on suuri vaikutus.

Oman arvionsa muodostuvista öljyvahinkojättemääristä on esittänyt jätehuoltoa poikkeuksellisissa tilanteissa arvioinut asiantuntijatyöryhmä. Heidän selvityksensä mukaan 30 000 t alusöljyvahingossa muodostuu noin 540 000 t öljyvahinkojätettä. Öljyn oletetaan leviävän ja ajautuvan rannikolla 400 km levyiselle alueelle. Tällöin kyseisen alueen jokaiselle kilometrille ajautuisi öljyä ja siellä muodostuisi noin 1 400 t jätettä. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 94.)

2.1 Öljylaatujen ominaisuudet

Yleisesti alusöljyvahingosta puhuttaessa tulisi huomioida mistä öljyلاadusta on kysymys. Eri öljyلاaduilla on varsin erilaisia ominaisuuksia, jolloin niiden vaikutukset alusöljyvahingon seurauksena ovat toisistaan hyvinkin paljon poikkeavia. Tämä vaikuttaa suorassa suhteessa siihen, kuinka paljon muodostuu saastunutta maa-ainesta ja muuta öljyistä jätettä. (Lehmuskoski 2006, 4.)

Itämerellä kuljetetaan raakaöljyä ja siitä jalostettuja öljyلاatuja. Kevyimpiä öljyلاatuja ovat esimerkiksi bensiinit ja nestekaasut, raskaimmasta päästä ovat raskaat polttoöljyt ja bitumit. (Westerholm 2003.)

Pääsääntöisesti öljyلاadut ovat vettä kevyempiä, veteen liukenemattomia ja huoneenlämmössä nestemäisiä aineita. Kaikkein raskaimmat öljyلاadut, kuten bitumi ja piki ovat huoneenlämpöisinä kiinteässä olomuodossa. Nestemäisessä olomuodossa oleva öljy on juok-

sevaa ja se muodostaa veden pinnalle nopeasti levittyvän ohuen kalvon. Kevyet öljy-laadut muodostavat ohuimman kalvon ja ne myös levittyvät laajemmalle alueelle kuin muut öljy-laadut. Kevyistä öljy-laaduista suurin osa haihtuu ensimmäisten vuorokausien aikana öljy-päästön jälkeen, jolloin jäljelle jäävät pääasiassa painavimmat ja sitkeimmät yhdisteet. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 16.)

Ajautuessaan veteen öljy alkaa säistyä, jolloin sen olomuoto muuttuu. Säistymisellä tarkoi-tetaan haihtumista, sekoittumista, pisaroitumista, uppoamista (sedimentoitumista) sekä hajoamista. (Lehmuskoski 2006, 4.) Öljyt voivat lisäksi hapettua ja myös mikrobiologista hajoamista voi esiintyä. Jo ensimmäisen vuorokauden aikana päästön ajautumisesta mereen voi ilmetä merkittäviä muutoksia öljyn koostumuksessa ja ominaisuuksissa. Kevyet kom-ponentit haihtuvat ja liukenevat, jolloin haihtumaton jäännösöljy muodostaa veden kanssa emulsion (seoksen). Jäännösöljyllä on huomattavasti suurempi tilavuuspaino kuin alkupe-räisellä öljyllä. Muutoksilla voi olla öljyvahingon torjunnan kannalta ratkaiseva merkitys. (Westerholm 2003.)

Meressä ja rannalla olevan öljyn olomuoto vaihtelee suuresti. Olomuotoon vaikuttavat ai-nakin öljy-laatu, öljyn määrä ja ikä sekä säistymisen aste. Joissain tapauksissa, esimerkiksi kun öljyä pakkautuu tuulen ja virtojen kuljettamana suuria määriä samaan paikkaan, se voi muodostaa jopa useiden cm paksuisen kerroksen. Meren pinnalle joutuessaan öljy myös vähentää aaltojen muodostumista ja hidastaa niiden etenemistä. Myös tämä ilmiö helpottaa öljylauttojen paikantamista. (Lehmuskoski 2006, 4.)

Öljy kulkeutuu meressä pääasiassa lauttamuodostelmissa. Tuuli ja merivirtaukset kuitenkin rikkovat lauttoja, jolloin öljy kulkeutuu pitkinä ja kapeina vanamuodostelmina. Öljy voi muodostaa veden kanssa myös yleensä muutaman mm:n paksuisen emulsion, joka kulkeu-tuu tuulen ja merivirtausten määräämään suuntaan. Kun öljy säistyy, se muodostaa mustaa, tervamaista, sitkeää ja tahraavaa ainesta. Tämä, jopa asfalttia muistuttava seos saattaa ajau-tua rantaan yhtenä isona lauttana tai yksittäisinä paakkuina ja palloina. Pallot ovat yleensä tervamaisia ja läpimitaltaan muutaman cm:n kokoisia, paakut ovat pääsääntöisesti huomattavasti tätä isompia. Säistynyt öljy saattaa raskaudestaan johtuen vajota veden alle, jolloin se saattaa huuhtoutua rannoille vasta jopa vuosien kuluttua merivirtojen vaikutuksesta. (Lehmuskoski 2006, 5.)

2.1.1 Raakaöljy

Raakaöljyn koostumuksella ja ominaisuuksilla on suuri vaihteluväli, eli näytekohtaiset erot voivat olla hyvinkin suuria. Meriympäristöön joutunut raakaöljy leviää nopeasti meren pinnalle ja siitä haihtuu välittömästi mereen joutumisen jälkeen kevyitä ainesosia. Raakaöljy on ns. pysyvää öljyä, eli kun kevyimmät osat ovat haihtuneet, öljyn osia ei enää merkittävästi haihdu tai sekoitu vesimassaan. Raakaöljyssä on sekä kevyitä että raskaita öljyn osia, joten sen vaikutukset meriympäristöön ovat yhdistelmä kevyiden öljytuotteiden ja raskaan polttoöljyn ominaisuuksista. (Suomen ympäristökeskus 2008.)

2.1.2 Raskas polttoöljy

Meriympäristöön ajautunut raskas polttoöljy jähmettyy ja on haihtumatonta. Raskaiden öljyjen ominaisuuksissa on eroavaisuuksia, jotkin niistä ovat esimerkiksi vettä raskaampia. Mikäli öljy on raskaampaa kuin vesi, se vajoaa vedenpinnan alle, jolloin sen havaitseminen on vaikeaa. Tuuli ei suoraan vaikuta pinnan alla olevan öljyn kulkeutumiseen, vaan öljypäästö liikkuu merivirtauksien mukana. (Suomen ympäristökeskus 2008.)

Syvälle vajonneen öljyn kerääminen on vaikeaa, sillä puomeilla pystytään rajaamaan ainoastaan suhteellisen lähellä pintaa sijaitsevan öljyn leviämistä. Useiden öljynkeräysalusten laitteet soveltuvat vain melko lähellä meren pintaa olevan öljyn keräämiseen. Raskas polttoöljy muodostaa usein öljypaakkuja, jotka ulottuvat meren pinnasta kymmenien cm:n syvyyteen. Tahmea ja jäykkä raskas polttoöljy aiheuttaa lisähaasteita öljyntorjuntaan, koska esimerkiksi kaluston putkia pitää lämmittää, jotta ne eivät tukkeudu. (Suomen ympäristökeskus 2008.)

2.1.3 Kevyet öljyalaadut

Kevyet öljyalaadut ovat öljynjalostusprosessissa muodostuvia öljytuotteita, joita voidaan käyttää esim. liikennepolttoaineina. Kevyitä öljyalaatuja ovat mm. bensiini, diesel ja kevyt polttoöljy. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 16.)

Mereen joutuessaan kevyet öljytuotteet yleensä haihtuvat. Haihtumisaika riippuu mm. öljy-laadusta sekä vallitsevasta tuulesta, aallokosta ja lämpötilasta. Kevyet öljy-laadut ovat vesiympäristölle öljyhiilivedyistä myrkyllisimpiä ja maalla kevyitä öljyhiilivetyjakeita sisältävä vesi läpäisee helposti maaperän. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 16.)

2.2 Sääolosuhteet

Suomen merialueilla vallitsee talvisaikaan hyvin erilaiset sääolosuhteet kuin monilla muilla merialueilla. Myös leutoina talvina kaikki Suomea ympäröivät merialueet Selkämerta ja Itämeren pohjoisosia lukuun ottamatta jäätyvät. Ahtojään muodostumisen takia jääolot voivat olla kevättalvisin erityisen hankalat sekä Pohjanlahden että Suomenlahden pohjukassa. Myös tuulella on suuri vaikutus öljyntorjuntatoiminnan onnistumiseen. Kovalla tuulella öljyntorjunta-alusten toimintakyky laskee huomattavasti. (Hietala ja Lampela 2007, 18–19.)

Öljyn leviäminen on talvisissa olosuhteissa hyvin erilaista kuin sulan veden aikaan. Öljyntorjunnassa jäätä on sekä haittaa että hyötyä. Jään reuna toimii kuten öljyvuomi ja hidastaa öljyn leviämistä yhtä laajalle alueelle kuin avovesikautena. Toisaalta öljyn kerääminen jäiden joukosta on hidasta ja öljyn havaitseminen sekä sen kulkeutumisen ennakointi on hankalampaa. Jään alle ajautunutta öljyä on vaikea paikantaa ja sen kerääminen on työlästä. (Hietala ja Lampela 2007, 18–19.)

Suurten aallonkorkeuksien vallitessa öljyn leviämisen estäminen ja kerääminen on haastavaa. Suomen nykyiset öljyntorjunta-alukset kykenevät keräämään öljyä 1-1,5 m merkitsevän aallonkorkeuden vallitessa, eli aallokossa, jossa voi esiintyä suurimmillaan noin 2-3 m korkuisia aaltoja. Öljyntorjunnan tehokkuus kuitenkin laskee huomattavasti jo tämän korkuisilla aalloilla. Suomenlahdelle suunniteltu uusi Merivartioston monitoimialus pystyy keräämään öljyä vielä noin kahden metrin merkitsevän aallonkorkeuden olosuhteissa. (Hietala ja Lampela 2007, 19.) Diplomityön kirjoittamisen aikaan on julkisuuteen annettu tieto, jonka mukaan monitoimialus on käytössä vuoden 2011 alussa (Suomen ympäristökeskus 2009d).

2.3 Maantieteelliset olosuhteet

Monet maantieteelliset seikat vaikuttavat käytännön öljyntorjuntatyön onnistumiseen. Rannikon etäisyys öljyvahinkopaikasta, rannikon rikkonaisuus, saaristo sekä rannikon mataluus ja rantatyyppi rajoittavat öljyntorjunta-alusten toimintamahdollisuuksia ja avomerikeräykseen käytettävissä olevaa aikaa. Öljyvahinkoa voidaan torjua vielä rantavyöhykkeelläkin, mutta siellä suurten öljymäärien kerääminen vedestä veneillä ei ole enää läheskään niin kustannustehokasta kuin selkävesillä tapahtuva keräystoiminta. (Hietala ja Lampela 2007, 19.)

Suomenlahden länsiosaa luonnehtivat kalliosaaret sekä melko vaihtelevat ja jyrkät pohjan muodot. Saaristo voidaan yleensä jakaa selkeisiin saaristovyöhykkeisiin. Matalilla alueilla on pääsääntöisesti kallio- ja kivikkopohjat. Viimeistään 30–40 m syvyydellä kallio- ja kivikkopohjat muuttuvat vähitellen sedimenttipohjiksi (kerrostunutta maa-ainesta sisältävä pohja) uloimmillakin saaristoalueilla. Sisäsaaristossa, suojaisissa ja ruovikkoisissa lahdissa on matalia pehmeitä pohjia. Hiekkapohja-alueita on erityisesti Hankoniemen ympäristössä, muualla niitä esiintyy hyvin vähän ja ne ovat pienialaisia. Hankoniemenkin saaret ovat kuitenkin kalliorantaisia. (Aaltojen alla, 1.)

2.3.1 Kallio- ja kivikkoranta

Kallioranta on kallioista muodostuva ranta, jonka halkeamissa esiintyy louhikoita ja erityisesti suojaisemmissa poukamissa sekä lahdelmissa voi olla irtomaa-aineksen muodostamia rantatasanteita. Kivikkoranta koostuu karkeasta moreenista tai kivistä, joiden keskimääräinen partikkelikoko on 5-20 cm. (Jolma 2002, 7.)

Aaltojen ja virtausten vaikutuksesta öljy huuhtoutuu melko helposti pois kalliorannoilta. Kalliorannoilla öljyä kasautuu eniten notkelmiin, halkeamiin ja koloihin, mitä kannattaakin käyttää hyväksi puhdistustyössä. Öljyä jää kalliorannoille myös vesirajan yläpuolelle, aaltojen ulottumattomiin. (Lehmuskoski 2006, 11.)

Kivikkorannoilta öljy ei huuhtoudu pois yhtä helposti kuin kalliorannoilta. Öljyä jää pääasiassa kivien koloihin ja niiden alle. Varsinkin puhdistustyön viimeistelyvaiheessa öljyä

kannattaa kaivaa kivien koloista. Kiviä kannattaa myös mahdollisuuksien mukaan nostella ja siirrellä, jotta niiden alustat ja alaosat saadaan puhdistetuksi. (Lehmuskoski 2006, 11.)

2.3.2 Hiekkaranta

Hiekkaranta on lajeihin jakautuneesta hiekasta ja sorasta muodostunut ranta. Näillä tasaisilla rannoilla on suuri öljynpidätyskyky, joka johtaa huomattavaan likaantumisalttiuteen. (Jolma 2002, 6-7.) Hiekkarannat ovat usein myös virkistyskäytössä, joten ne pitää puhdistaa perusteellisesti. Tärkeintä on saada poistettua hiekan päälle jäänyt raskas öljymassa. Öljyisen massan lisäksi myös öljyinen hiekka pitää saada poistettua tai se tulee puhdistaa. Raskaat öljyjakeet pystyvät tunkeutumaan hiekkaan enintään 25 cm syvyydelle, mutta kevyet öljyjakeet saattavat tunkeutua syvemmällekkin. Tätä tapahtuu etenkin sellaisilla rannoilla, joilla aaltoliike ja hiekan liikkuvuus on voimakasta. (Lehmuskoski 2006, 11.)

2.3.3 Muita rantatyppejä

Lieteranta on alava ja tasainen ranta, jonka maalajit ovat eloperäistä liejua tai vyöhykkeittäin eri lajeihin jakautuneita savi- ja silttimuodostumia. Vesijättöranta on alava ja tasainen ruohikkoalue, joka toisinaan peittyy veteen. Kosteikkoranta on puolestaan suojainen, soistunut, ruohikkoinen ja matala suo- ja vesialue, joka on usein tärkeä lintujen elinalue. (Jolma 2002, 6-7.) Öljyyntyneiden ruovikkoalueiden puhdistaminen on haastavaa, joten öljyyntynyt ruovikko kannattaa niittää. Ruovikkoalueiden niittäminen kannattaa aloittaa vasta, kun sitä ympäröivä vesialue on saatu puhdistettua. (Lehmuskoski 2006, 12.)

Edellä mainittujen rantojen rantamateriaalin keskimääräinen partikkelikoko on pääasiassa alle 0,1 mm. Rantamaan hienojakoisuus, rannan tasaisuus, heikko huuhtoutumiskyky, runsas kasvusto ja eliöstö johtavat suureen öljynpidätyskykyyn, josta aiheutuu erityisen suuri likaantumisalttius ja huono elpymiskyky. Kyseisiä rantoja on vaikea puhdistaa ja puhdistus voi aiheuttaa rannan ominaisuuksien muuttumista. (Jolma 2002, 6.)

3 ALUSÖLJYVAHINGON SEURAUKSENA RANNASSA MUODOSTUVIA JÄTEJAKEITA JA NIIDEN OMINAISUUKSIIN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA

Alusöljyvahingon sattuessa öljy pyritään keräämään mahdollisimman tarkkaan jo merellä, jotta rantaan ajautuva öljymäärä jäisi mahdollisimman pieneksi. Tämä ei aina kuitenkaan onnistu täydellisesti, jolloin myös rannoille ajautuu jossain määrin öljyä.

Tässä diplomityössä käsitellään rantaan ajautuvia ja rannassa muodostuvia jätejakeita. Eri-laisia jakeita muodostuu runsaasti, riippuen mm. sääolosuhteista, rannan tyypistä, keräys-tavasta ja öljyلاadusta. Suurimman jätejakeen muodostaa yleensä maa-aineksen ja öljyn muodostama seos, jota syntyy suuria määriä koneellisessa puhdistustyössä. Myös käsin puhdistuksen yhteydessä maa-aineksen ja öljyn muodostamaa seosta muodostuu huomatta-via määriä. (Jolma 2002, 24.)

Öljypitoisuus maa-aineksessa voi olla huomattavan suuri keräyksen alkuvaiheessa, mutta rantojen puhdistustyön edetessä öljypitoisuus yleensä pienenee (Hupponen et al. 2007, 73). Käsin puhdistuksessa kerätään maa-aineksen ja öljyn muodostaman seoksen yhteydessä myös öljyyntyneitä pieniä kiviä ja rantahiekkaa sekä puhdistetaan suuria kiviä käytettävien resurssien ja puhdistustyön kiireellisyyden mukaan (Perkiökangas et al. 2006). Risuja, oksia, ajopuita ja rantakasveja öljyyntyy myös jossain määrin, riippuen rannan ominaispiir-teistä.

Öljyvahinkojätteen ominaisuuksien, kuten sen sisältämän öljypitoisuuden arvioiminen en-nen onnettomuutta on todella haastavaa, koska vaikuttavia tekijöitä on runsaasti. Ensivai-heen torjuntatoimien yhteydessä muodostuvat öljyvahinkojätteet ovat erittäin epähomo-geenisia, voimakkaasti öljyllä pilaantunutta ongelmajätettä. Jätteen öljypitoisuuden vaihte-luväli voi olla nuhraantuneesta maa-aineksesta likaantuneeseen öljyyn ja öljyiseen veteen asti. Öljyntorjuntatoimien jälkeen, pilaantuneiden maa-ainesten kunnostamisen yhteydessä voi helposti muodostua suuria määriä niukemmin öljyllä pilaantunutta maata, joka luoki-tukseltaan voi olla ongelmajätettä ja osin tavanomaista jätettä. (Kaakkois-Suomen Ympä-ristökeskus 2009a, 21.)

Erään arvion mukaan öljyvahinkojäte sisältää öljyä 10 %, vettä 40 % ja maa-aineksia 50 %. Kyseisen jakauman oletetaan muodostuvan ylimmästä rannalla puhdistettavasta 20 cm kerroksesta. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 93.)

Ölly-vesiseosta syntyy kun öljyä pumpataan merestä onnettomuuspaikalla. Ölly-vesiseos on määrällisesti suurin jätejake, mutta myös helpoimmin käsiteltävä. Pieniä määriä öljy-vesiseosta muodostuu myös kerättäessä öljyä rantavesistä harjakeräimillä eli skimmereillä. (Halonen 2007, 54.) Myös kerättävän kiinteän öljyvahinkojätteen vesipitoisuus tulee huomioida. Edellä on arvioitu, että öljyvahinkojäte sisältää vettä noin 40 %. Tarkkaa rajanvetoa keräysjätteen ja öljyvesiseosten välille onkin useissa tapauksissa vaikeaa tehdä. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 93 ja 37.)

Öllyntymisen seurauksena kuolleet linnut ja muut eläimet muodostavat jätejakeen, jota voidaan nimittää riskijätteeksi. Öllyntyneiden lintujen määrä riippuu luonnollisesti vuodenajasta, joten esimerkiksi keskikesällä lintujen pesintäaikaan voi lintujen määrä nousta erittäin merkittäväksi. Lintujen puhdistuskonteista muodostuu erilaisia jätejakeita, kuten neuloja ja verta sisältäviä puhdistustuppoja (SÖKÖ II viranomaistyöryhmän kokous 2009). Eläinperäiset jätteet ovat ongelmajätettä, mikä asettaa niiden lajittelulle omia erityisvaatimuksia. Myös öljyinen sekajäte luokitellaan ongelmajätteeksi. Pilaantuneista maista osa luokitellaan tavanomaisiksi jätteiksi, osan öljypitoisuus ylittää ongelmajäterajan. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 25 ja 82.)

Jätejakeita muodostuu myös esimerkiksi öljyn imeytysmateriaalista (turve yms.), öljyvuomeista, puhdistustyöntekijöiden kertakäyttöhaalareista ja kumihanskoista sekä ruokailu- ja majoitustiloista (Lehmuskoski 2006, 7). Runsaasti öljyntyneet varusteet, kuten kertakäyttöhaalarit ja hansikkaat hävitetään muun öljyisen jätteen mukana. Öllyntorjuntahenkilöstön suojarusteiden puhdistamisessa käytetyt rätit ja paperipyyhkeet ovat ongelmajätettä, eli myös ne tulee hävittää muun öljyntyneen jätteen mukana. Ruokailu- ja majoitustilojen jätteet ovat pääasiassa sekajätettä, eli ne voidaan yleensä sisällyttää normaaliin jätehuoltoon. (Perkiökangas et al. 2006.)

3.1 Tankkialus Antonio Gramscista aiheutuneita jätejakeita

Tässä kappaleessa on esitetty vuonna 1979 karille ajaneen Antonio Gramscin Suomen rannikolla aiheuttamia öljyvahinkojättemääriä ja niiden ominaispiirteitä. Kyseessä on viimeisin suuren kokoluokan alusöljyvahinko, joka on vaikuttanut Suomenlahteen ja jossa öljyvahinkojätettä muodostui rannoilla huomattavia määriä. Sama alus ajoi karille myös 1987, mutta rannoilta kerättiin huomattavasti pienempi määrä öljyvahinkojätettä kuin edeltävässä onnettomuudessa (Suomen ympäristökeskus 2006, 1). Vaikka ensimmäisestä tapauksesta on kulunut jo kolme vuosikymmentä, on siitä saatu tietoa vielä monilta osin erittäin käyttökelpoista. Koska tapaus vaikutti Suomen rannikkoon ja öljyntorjuntaa suoritettiin suomalaisissa olosuhteissa, voidaan sen seuraamuksista päätellä tulevaisuutta ajatellen huomattavasti enemmän, kuin maailmalla sattuneista suuronnettomuuksista. On kuitenkin huomiotava, että kyseisen aluksen onnettomuuksien aikaan oli yleinen tietoisuus ja valmius alusöljyvahinkoihin huomattavasti alhaisempi kuin nykypäivänä.

Neuvostoliittolainen 40 000 dwt (dead weight, tonnia kuollutta painoa eli aluksen kantavuus) tankkialus Antonio Gramsci ajoi karille täydessä raakaöljylastissa Latvian rannikolla Ventspilsin edustalla helmikuussa 1979. Mereen valui 5000–6000 t raakaöljyä, josta noin 500 t saatiin kerättyä välittömästi Ventspilsin sataman alueella. Öljy ajautui aluksi Viron rannikolle, josta se lähti liikehtimään pohjoiseen Suomen aluevesille. Toukokuussa öljy kulkeutui Ahvenanmaan eteläiseen saaristoon. (Pfister (toim.) 1980, 5, 35–36, ja 57.)

Rannoille ajautunut öljy oli laadultaan ja väritykseltään homogeenista, tumman ruskeaa, lähes mustaa ja pikimäistä. Vain jotkut ohuet kerrokset olivat kuivia, muilta osin öljy oli tahmeaa ja tahraavaa. Meressä olleesta raakaöljystä olivat haihtuneet kaikkein kevyimmät ainesosat ja siihen oli emulgoitunut vettä. Rannoille ajautuneen öljyn vesipitoisuus oli noin 50 %. Alkukevästä vallinneen suhteellisen alhaisen lämpötilan johdosta öljy ei ollut juoksevassa olomuodossa. Myöhemmin keväällä lämpötilan noustua, muodostui rannoille öljyn aiheuttamia valumajälkiä. (Pfister (toim.) 1980, 60.)

Koska öljy esiintyi pääasiassa kiinteässä olomuodossa, oli se myös suhteellisen helposti kerättävissä, eikä se aiheuttanut tahrautumista suuressa mittakaavassa. Loppukevästä rannoilla vielä esiintynyt öljy sen sijaan notkistui auringon vaikutuksesta ja valui kivien vä-

liin, mikä osaltaan vaikeutti puhdistustyötä. Myös lintukannat kokivat suuria vaurioita öljyvahingon johdosta. Kaikkiaan noin 1200 lintua menehtyi öljyn vaikutusten johdosta. Öljyn tahrimia lintuja oli noin 500. (Pfister (toim.) 1980, 183.)

Kyseinen tapaus osoitti kuinka tapauskohtaista öljyntorjuntatyö on. Esimerkiksi rannan laadulla oli suuri merkitys öljyn käyttäytymiseen: osa öljystä valui kivien ja kallioiden rakoihin, osa imeytyi maahan ja osa huuhtoutui mereen painuen pohjaan vieden mukanaan rannoilta tarttuneita kiviä tai muuta irtainta ainesta (Pfister (toim.) 1980, 63).

3.2 Keräysmenetelmien vaikutus muodostuviin jätejakeisiin

Keräysmenetelmän valintaan vaikuttavat mm. kerättävän öljyn määrä, rannan olosuhteet, käytettävät resurssit ja puhdistustyön kiireellisyys. Näiden ominaisuuksien mukaan keräys voidaan suorittaa joko koneellisesti tai käsityönä. Koneellinen keräys on usein nopeampi, mutta sitä ei voida tehokkaasti käyttää kaikissa olosuhteissa. Käsien tehtynä työn laatu ja tarkkuus yleensä kasvavat, mutta se myös vaatii runsaasti resursseja ja on usein melko hidasta. Yleensä käytössä ovat molemmat menetelmät, jolloin koneellisesti kerätään öljyä voimakkaasti likaantuneilta rannoilta ja käsien suoritettavaksi jää tarkempi, viimeistelevä kerääminen. (Jolma 2002, 26–37.)

3.2.1 Koneelliset keräysmenetelmät

Suuria öljyyntyneitä maa-alueita puhdistettaessa pyritään mahdollisuuksien mukaan käyttämään koneellisia menetelmiä. Näin saadaan puhdistustyön tehokkuutta nostettua ja puhdistustyön kestoa lyhennettyä. Koneellinen puhdistus sopii lähinnä vain laajoille öljyyntyneille maa-alueille, olettaen että ranta soveltuu koneelliseen puhdistukseen, ollen vielä taloudellisesti kannattavaa. Koneellisia menetelmiä on olemassa useita, kuten harjakauha, koneellinen maankuorinta sekä alipaineimu ja pumppaus (Jolma 2002, 15).

Harjakauhaa voidaan käyttää voimakkaasti tai selvästi likaantuneen, lähes kaiken tyyppisten rantojen ja rantavesien puhdistamiseen. Sitä voidaan käyttää myös jääolosuhteissa. Menetelmä irrottaa öljyn kallio- ja kivipinnoilta, maan pinnalta sekä veden pinnalta kai-

vinkoneen kaivuvarteen kiinnitetyn erityisen harjakauhan avulla. Harjakauhan huonona puolena voidaan pitää sitä, että hiekkaa ja muuta maa-ainesta irtoaa aina öljyn mukana. (Jolma 2002, 37.) Kuvassa 4 on esitetty kaivinkoneeseen kytketty harjakauha. Kuvasta käy ilmi harjakauhan pääasiallinen rakenne.



Kuva 4. Kaivinkoneeseen kytketty harjakauha (Pascale 2008).

Koneellisessa maankuorinnassa öljyinen maa kuoritaan kauhakuormaajalla, tiehöylällä tai telapuskukoneella kasoiksi, jotka etukuormaaja lastaa kuorma-autoon tai traktorin perävaunuun poiskuljetusta varten. Menetelmä soveltuu voimakkaasti likaantuneiden (öljyn peitossa yli 50 %) irtomaalajien, kuten hiedan, hiekan, soran ja kivien muodostamien rantojen puhdistukseen. Koneellisen maankuorinnan negatiivisina puolina voidaan mainita sen paikallisesti aiheuttamia vaurioita ympäristölle sekä menetelmän mukana poistuvaa suurta määrää heikosti öljypitoista maata. (Jolma 2002, 35.)

Alipaineimu ja -pumppaus tarkoittaa sitä, että öljy imetään vedestä tai notkelmista säiliöön. Se soveltuu vaikeasti likaantuneille alueille, joissa öljyn peitto on yli 30 %. Alipaineimua ja -pumppausta voidaan käyttää useimmilla rantatyypeillä, joihin pääsee traktori-perävaunuyhdistelmällä. Rantautunut öljy imetään veden pinnalta notkelmista tai maalla painanteista tai kaivetuista kuopista. Tehokkuuteen vaikuttaa öljykerroksen paksuus ja öljyn ominaisuudet. (Jolma 2002, 33.)

3.2.2 Käsien suoritettavat keräysmenetelmät

Öljyyntyneet jakeet, joita ei voida kerätä koneellisesti, kerätään käsityönä. Menetelmää käytetään pääasiassa vain lievästi likaantuneille alueille, joissa öljyn peittävyys on maksimissaan 10 %. Likaisemmille alueille sitä käytetään vain, jos tehokkaampia menetelmiä ei ole käytössä, esimerkiksi maaston vaikeakulkuisuuden takia. Käsityötä käytetään yleensä yhdessä muiden menetelmien kanssa. Käsityön yhteydessä rannasta voidaan äyskäröidä öljyyntyntynyttä vettä, rantakasveja, maa-ainesta ja pikkukiviä. Suuremmat kivet jätetään paikalleen ja niitä puhdistetaan mahdollisuuksien mukaan erilaisilla harjoilla. Myös risut, oksat, ajopuut ja eläimet puhdistetaan tai poistetaan alueelta pääasiassa käsin. (Jolma 2002, 30.)

Käsin keräys aiheuttaa suhteellisen vähän vaurioita ympäristölle ja sen onnistuminen on yleensä riippumaton öljyalaadusta (Jolma 2002, 30). Haihtuvat öljyalaadut voivat kuitenkin olla vaarallisia puhdistushenkilöiden hengityselimille, koska ne saattavat aiheuttaa hermostollisia oireita, kuten päänsärkyä ja pahoinvointia. Tällöin tulee käyttää asianmukaisia suojavarusteita, kuten hengityssuojainta. (Lehmuskoski 2006, 7.) Kuvassa 5 on esitetty käsityönä suoritettavaa öljyyntyneen rannan puhdistamista.



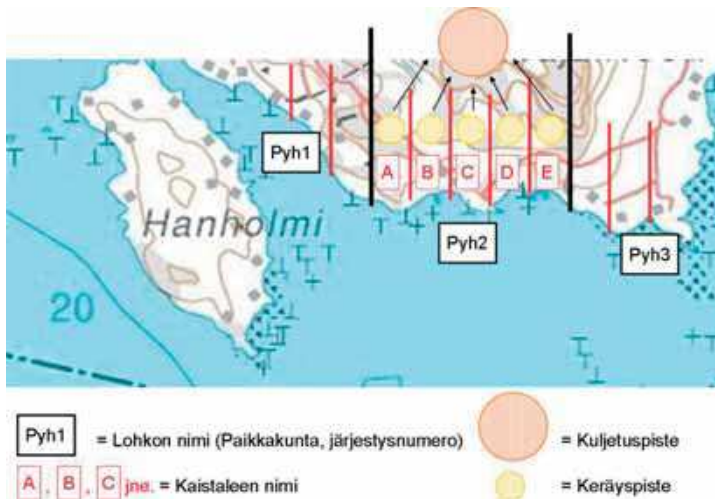
Kuva 5. Öljyyntyneen rannan puhdistusta käsityönä (Pascale 2008).

3.3 Kerätyn öljyvahinkojätteen lyhytaikainen välivarastointi kuljetuspisteellä

Lyhytaikaisessa välivarastoinnissa on huomioitava, että koko öljyvahinkojäteteketju pysyy luontevana ja käytännöllisenä. Välivarastoinnin tulee olla hyvin organisoitu, jotta esimerkiksi jatkokuljetukset sujuvat vaivattomasti. Varastointitapaan vaikuttaa suuresti se, miten jätejakeita aiotaan jatkokäsitellä, eli onko käytössä paikanpäällä käytettävä siirrettävä käsittelyjärjestelmä vai kuljetetaanko jätejakeet erilliselle käsittelylaitokselle. Välivarastointipaikkojen muodostaminen on kuitenkin aina tapauskohtaista, koska siihen vaikuttavat esimerkiksi öljyvahinkojätteen laatu ja käytettävissä olevien alueiden pohjarakenteiden ominaisuudet.

SÖKÖ I-toimintamallissa on luotu lyhytaikaiselle välivarastoinnille toimintasuunnitelma, jonka peruseriaatteita esitellään seuraavassa. SÖKÖ I-selvityksen mukaan Kymenlaakson rannikolta ja saaristosta kerätty öljyvahinkojäte sijoitetaan ennalta kartoitettuihin välivarastointipaikkoihin. Välivarastointipaikkoja sijoitetaan rannikolle sekä suurimpiin saariin, joista jätteet voidaan kuljettaa rannikolle. (Halonen 2007, 95–97.)

Käytännössä keräystyö etenee siten, että rantakaistaleella toimiva öljyisten jätteiden keräysryhmä toimittaa kerätyn jätteen kaistaleen keräyspisteen kautta lohkon kuljetuspisteeseen. Öljyiset jätteet kerätään rannoilla 10 l astioihin ja ne tyhjennetään keräyspisteessä 100 l saaveihin. Jäte siirretään keräyspisteisiin käsivoimin. Keräyspisteeltä kuljetuspisteeseen jäte kuljetetaan mahdollisuuksien mukaan käsin, mönkijällä tai traktorin avustuksella. Kuljetuspisteessä jätteet tyhjennetään pääsääntöisesti 140 l astioihin, mutta myös suurempia voidaan käyttää. Kuljetuspisteet on pyritty sijoittamaan keräyspisteiden läheisyyteen mahdollisuuksien mukaan. Lisäksi pisteet on sijoitettu toimivien kulkuyhteyksien päähän, eli mantereella ajotien, saaristossa laiturialueen läheisyyteen. Kuvassa 6 on esitetty erään alueen jako keräys- ja kuljetuspisteisiin. Toimintatapa on samanlainen myös muilla alueilla, mutta tietysti alueiden erityispiirteet tulee huomioida. (Halonen 2007, 61 ja 68.)



Kuva 6. Keräys- ja kuljetuspisteiden muodostuminen (Halonen 2007, 61).

Kuljetuspisteestä jäte noudetaan ja toimitetaan jatkokäsittelyyn. Menettelytapa on jossain määrin erilainen, riippuen toimitaanko mantereella vai saarella. Mantereella toiminta tapahtuu edellä kuvaillun mallin mukaan. Suuresta tai keskisuuresta saaresta jäte viedään keräyspisteestä kuljetuspisteeseen, välivarastointipaikkaan tai mahdollisesti kompostoitavaksi. Useasta pienestä saaresta muodostuvasta saariryppästä öljyjätettä kuljetetaan suurempaan saareen, jossa on välivarastointi- ja kompostointimahdollisuus sekä hyvä jatkokuljetusmahdollisuus. Saarissa kuljetukset voidaan suorittaa esimerkiksi traktorin, mönkijän tai lava-auton avulla. Saaren kuljetuspisteestä jäte kuljetetaan mantereen vastaanottopisteeseen esimerkiksi proomulla. Vastaanottopisteestä jäte viedään välittömästi tai välivarastointi- tai kompostointipaikan kautta loppukäsittelypaikkaan. (Halonen 2007, 62–63.)

3.3.1 Välivarastointi tankkialus Antonio Gramscin onnettomuuden yhteydessä

Kappaleessa 3.1 on esitetty tankkialus Antonio Gramscin vuosien 1979 ja 1987 onnettomuuksien yleisiä piirteitä. Vuoden 1987 onnettomuuden seurauksena rannoille ajautui huomattavasti vähemmän öljyvahinkojätettä kuin edeltävässä onnettomuudessa. Tämän vuoksi myös välivarastointitarve oli huomattavasti pienempi.

Vuoden 1979 onnettomuuden jälkeen Suomessa öljyä kerättiin yhteensä 1 300 km² alueelta. Ahvenanmaan ja Turun saaristosta kevään kuluessa kerätty öljyvahinkojäte varastoitiin kolmeen proomuun Ahvenanmaan maakunnan alueella. Proomujen vuokramaksut olivat yhteensä 3 000 mk vuorokaudessa, jonka johdosta proomujen tyhjentämisestä piti huoleh-

tia mahdollisimman nopeasti. Osa öljyvahinkojätteistä myös poltettiin heti keväällä torjuntatöiden yhteydessä tynnyreissä ja pienissä tarkoitusta varten kehitetyissä siirrettävissä uuneissa. Bokullan saarelle, tulevalle Saaristomeren kansallispuiston ympäristönhoitoalueelle oli myös tarkoitus rakentaa polttouuni öljyvahinkojätteen käsittelyä varten. Hankkeesta kuitenkin luovuttiin, mikä on jälkeempään havaittu oikeaksi ratkaisuksi, koska kyseisiä laitoksia ei tulisikaan rakentaa saaristoon tai muualle luontoon niiden ympäristölle haitallisten vaikutusten takia. (Pfister (toim.) 1980, 45 ja 287.)

Vuonna 1979 öljyntorjuntatyö oli vielä melko alkutekijöissään, joten kunnollisia öljyntorjuntasuunnitelmia ei ollut käytössä. Tästä huomataan myös se, että jälkikäteen esitettyjen arvioiden mukaan öljyvahinkojäte olisi voitu purkaa, esimerkiksi kevytrakenteiseen välivarastoon, jolloin olisi voitu rauhassa miettiä jätteen jatkokäsittelyä (Pfister (toim.) 1980, 45 ja 287). Kyseisessä tilanteessa päätökset täytyi kuitenkin tehdä nopeasti, jolloin kaikkia asioita ei ehditty ottaa huomioon. Asiaan vaikutti varmasti myös se, että vastaavan tasoisista onnettomuuksista ei ollut juurikaan kokemusta Suomen aluevesillä.

3.3.2 Välivarastointi tankkialus Exxon Valdezin onnettomuuden yhteydessä

Vuonna 1989 sattui Amerikan siihen mennessä tuhoisin alusöljyvahinko kun Exxon Valdez ajoi karille Prince Williamin salmessa Alaskan rannikolla. Öljy levisi laajalle alueelle liaten noin 2 000 km rantaviivaa. Öljytuho oli erityisen vakava ja haitallinen alueen linnuille ja muille eläimille, joita kuoli runsaasti. Puhdistustyöt myös käynnistyivät hitaasti johtuen huonosta valmistautumisesta ja puutteellisesta välineistöstä. Ensimmäisinä päivinä lähinnä vain paikalliset ihmiset suorittivat puhdistustöitä. Rannoilla poltettiin öljyyntyneitä puita ja öljyjätteitä kerättiin muovilla vuorattuihin astioihin. Hiukan myöhemmin paikalle saapui myös virallisempia puhdistusjoukkoja, jotka puhdistivat rantoja muun muassa paloletkujen avulla. Tämä tehosti torjuntatyötä, mutta sitä jouduttiin silti jatkamaan seuraavien neljän kesän ajan. (Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council 2009.)

Öljyyntyneet jakeet pakattiin säkkeihin, jotka välivarastointiin jatkokuljetusta varten (Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council 2009). Välivarastointipaikkoina toimivat esim. kovapohjaiset hiekkakentät. Lopulta suuri osa jätteistä kuljetettiin asianmukaiseen kaatopaikkakäsittelyyn. (The IncidentNews 2007.)

Kyseisestä esimerkistä huomataan, että 20 vuotta sitten alusöljyvahinkoon varautuminen oli vielä useissa tapauksissa melko alkeellista ja välineistöä oli käytettävissä liian vähän. Nykyään vastaavanlaisesta onnettomuudesta todennäköisesti selvittäisiin vähemmällä vaurioilla.

3.4 Välivarastointi ELSUn mukaan

Tässä kappaleessa esitetään ELSUssa (Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu), ”Jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa” taustaraportissa esitettyjä toimintamalleja välivarastoinnin toteuttamiseksi. ELSUssa muodostetaan Etelä- ja Länsi-Suomen alueille jätelain mukainen jätesuunnittelu vuodelle 2020, joka on osa valtakunnallista jätesuunnitelmaa (Pirkanmaan ympäristökeskus 2008). ELSUn mukaan alusöljyvahingon seurauksena muodostuvat öljyvahinkojätteet kuljetetaan ensisijaisesti ympäristöluvan mukaisiin vastaanottoipaikkoihin käsiteltäviksi tai välivarastoitaviksi (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 23). Suuressa alusöljyvahingossa öljyvahinkojätettä muodostuu kuitenkin niin paljon, että vastaanottoipaikkojen kapasiteetti täyttyy nopeasti. Öljyvahinkojätteelle, jota ei pystytä toimittamaan käsittelyyn tai luvalliseen välivarastoon, tuleekin järjestää muu välivarasto. Mikäli jätteelle soveltuvaa välivarastointipaikkaa ei ole, niin se vaarantaa koko öljyntorjuntatoiminnan jatkamisen rannalla. (Halonen 2007, 83.)

Välivarastoinnin käytännön toteuttamisen tärkeimpänä tavoitteena on se, ettei siitä aiheudu haittaa tai vaaraa ihmisille tai ympäristölle. Hyvin toteutettu välivarastointi antaa jätteen käsittelystä vastaaville tahoille aikaa päättää tehokkaista ja turvallisista öljyvahinkojätteen käsittelymenetelmistä. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 23.) Pitää kuitenkin muistaa, että välivarastointi on aina erittäin tapauskohtaista ja siihen vaikuttavat esim. öljyvahinkojätteen määrä ja käsittelyn aloitusajankohta.

Öljyvahinkojätteiden välivarastojen sijoittamiselle ja käytettäville rakenteille ei ole olemassa yhtenäistä käytäntöä tai ohjeistusta, joten öljyntorjuntajohtaja joutuu päättämään niistä tapauskohtaisesti alusjätelain 19a §:n ja pelastuslain 45§:n nojalla. Mikäli öljyjakeet joudutaan sijoittamaan jonnekin muualle kuin soveltuville jätteenkäsittelylaitoksille, tulee

välivarastojen ominaispiirteistä ja sijoittelusta sopia eri viranomaistahojen yhteistyönä. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 23.)

Kaikki jätejakeet tarvitsevat erilliset välivarastointipaikat. Suurimman riskitekijän saattaa aiheuttaa öljyiset vedet, jotka syntyvät mikäli sadevesi pääsee välivarastoidun öljyvahinkojätteen joukkoon. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 24.)

ELSUssa on esitetty kaksi vaihtoehtoa välivarastoinnin toteuttamiseksi. Ensimmäinen vaihtoehto käsittää kerättyjen öljyvahinkojätteiden välivarastoinnin kokonaisuudessaan kunnallisten tai yksityisten jätteenkäsittelylaitosten alueille rakennettaviin tilapäisiin välivarastoihin. Toisen vaihtoehdon mukaan välivarastot sijoitetaan muualle kuin jätteenkäsittelyyn varatuille alueille. Molemmat vaihtoehdot käsittävät vielä kaksi alavaihtoehtoa, joiden mukaan välivarastointipaikat ja –rakenteet ovat joko etukäteen suunniteltuja tai ennalta suunnittelemattomia. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 39.)

ELSUssa päädyttiin päätelmään, jonka mukaan välivarastoinnin toteuttaminen etukäteissuunnitelmien mukaan jätteenkäsittelyyn varatulle alueelle on ympäristövaikutuksiltaan paras ratkaisu. Lisäksi selvisi, että välivaraston perustaminen ilman etukäteissuunnittelua muualle kuin jätteenkäsittelyalueelle on tutkituista vaihtoehdoista ympäristövaikutuksiltaan huonoin ratkaisu. Öljyvahinkojätteen välivaraston rakentaminen myös muualle kuin jätteenkäsittelylaitosalueelle on mahdollista, mikäli se tehdään hyvin suunnitellusti. Jos öljyvahinkojätteen välivarasto joudutaan sijoittamaan ja rakentamaan ilman riittävää etukäteissuunnittelua, niin siitä saattaa seurata monia myöhemmin vaikeasti ratkaistavia ongelmia. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 50.)

3.5 Käsittely ELSUn mukaan

Alusöljyvahingossa muodostuneita öljyyntyneitä jakeita voidaan käsitellä monilla erilaisilla menetelmillä. Kuhunkin tilanteeseen parhaiten soveltuva menetelmä tulee aina valita tapauskohtaisesti, koska vaikuttavia seikkoja on paljon. Öljyvahinkojätteiden koostumus ja määrä määrittävät sen mihin laitokseen ja minkälaiseen jatkokäsittelyyn muodostuneet jätejakeet kannattaa toimittaa. Käsittelytapoja valittaessa tulee toiminnan kustannustehok-

kuuden ja sujuvuuden lisäksi huomioida lain asettamat rajoitteet sekä ELSUssa esitetyt toimintamallit.

Jätelain mukaan ongelmajätteiksi luokitellut jäteljakeet (joita öljyntyneet jakeet usein ovat) tulee käsitellä asianmukaisissa laitoksissa (L 3.12.1993/1072). Myös vuoden 2010 alussa valmistuneen ELSUn antamat ohjeistukset tulee huomioida. Tämän työn kirjoitushetken mennessä valmistuneen Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu - I osaraportin suuntaviivat on huomioitu kartoittaessa mahdollisia käsittelyvaihtoehtoja.

ELSun mukaan mahdollisia käsittelyvaihtoehtoja kiinteille öljyntyneille jakeille ovat:

- termodesorptiotekniikka ongelmajätelaitoksessa
- termodesorptiotekniikka ongelmajätelaitoksessa ja osa jätteestä käsitellään muissa teknisesti soveltuvissa jätteenpoltto- tai rinnakkaispolttolaitoksissa
- termodesorptiotekniikka ongelmajätelaitoksessa ja osa jätteestä siirretään ulkomaille asianmukaiseen käsittelyyn
- käsittely siirrettävällä termodesorptioon perustuvalla tekniikalla (Suomen ympäristökeskus 2009c, 1).

Edellä mainittujen käsittelyvaihtoehtojen lisäksi on tietyissä olosuhteissa mahdollista käyttää esimerkiksi kompostointia, luontaista biohajoamista, pesua sekä stabilointia ja kiinteytystä (Hupponen et al. 2007, 15–25). Kyseisten menetelmien käyttö tulee kuitenkin aina arvioida tapauskohtaisesti, öljyvahinkojätteen ominaisuudet huomioiden.

4 RANNASSA MUODOSTUVIEN ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN LAJITTELU

Tärkein yksittäinen seikka mietittäessä toimivaa ja käytännöllistä lajittelua on se, että lajittelun ohjeistus toteutetaan mahdollisimman yksinkertaisesti ja yksiselitteisesti. Lajittelu tulisi suorittaa jakamalla öljyvahinkojäte jakeisiin, joille on olemassa soveltuva käsittely-

menetelmä. Myös lajittelulla saavutettavan hyödyn tulisi ylittää siihen kohdistettavat resurssit.

Viranomaistahoilta, kuten pelastuslaitoksilta on tullut suositus, jonka mukaan lajittelu tulisi suorittaa jakamalla jätejakeet noin kolmeen jakeeseen (SÖKÖ II viranomaistyöryhmän kokous 2009). Kun lajitteluohje on tarpeeksi suppea ja yksinkertainen, niin käytännön lajittelutyö helpottuu ja nopeutuu. Rannalla keräys- ja lajittelutyötä tekevät henkilöt altistuvat vaihteleville sää- ja maasto-olosuhteille, joten heidän työtaakkaansa ei tulisi turhaan lisätä liian monitahoisella lajitteluohjeistuksella. Öljyntorjunnasta käytännössä vastaavat tahot ovat myös todenneet, että öljyvahinkojätteen todellisen öljypitoisuuden aistinvarainen arvioiminen on vaikeata, joten kerättävää öljyvahinkojätettä ei välttämättä ole edes mahdollista lajitella öljypitoisuudeltaan eri jakeisiin (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 22).

Tässä diplomityössä lajittelua on kuitenkin lähdetty selvittämään ns. puhtaalta pöydältä, eli viranomaistahojen suositukset on huomioitu vain eräänä mahdollisena vaihtoehtona. Tavoitteena on muodostaa käytännölliset lajitteluohjeet, eri tahojen toiveet mahdollisuuksien mukaan huomioiden.

4.1 SÖKÖ I-toimintamallin lajittelumenetelmä

SÖKÖ I-toimintamallissa on esitetty lajitteluohjeistus joka käsittää kolme lajiteltavaa jaetta, joille jokaiselle on omat värikoodinsa. Punaiset tai punaisella merkityt astiat ovat öljyisen veden keräysastioita. Keltaisella värillä merkittyihin astioihin sijoitetaan öljyistä maainesta ja mustan/antrasiitin värisiin astioihin varastoidaan öljyistä sekajätettä. Värikoodit pysyvät samoina toiminnan kaikissa vaiheissa, jotta jätejakeiden sekoittuminen keskenään ei olisi mahdollista. (Halonen 2007, 67.)

Värikoodit voidaan toteuttaa esimerkiksi keräysastioiden perusväriytyksellä, tarroilla tai maalaamalla ne kyseisiä värikoodeja vastaaviksi. Tärkeää on, että astian sisällön osoittavan merkin tulee näkyä joka suunnasta, eikä näkyvyyteen saisi liikaa vaikuttaa esimerkiksi hankalat sääolosuhteet. (Halonen 2007, 67.) Kuvassa 7 on esitetty kyseisen lajitteluohjeistuksen perusajatus.



Kuva 7. SÖKÖ I-toimintamallin mukainen lajitteluohjeistus (Halonen 2007, 67).

4.2 Lajittelu ELSUn mukaan

Myös ELSUssa on annettu ohjeita öljyvahinkojätteiden lajitteluun. ELSUn mukaan pilaantuneisuudeltaan, olomuodoltaan ja ominaisuuksiltaan erilaiset jättejakeet tulisi lajitella jo öljyntorjunnan yhteydessä useisiin jakeisiin, seuraavan mallin mukaisesti:

- öljyvesiseokset
- voimakkaasti öljyllä pilaantuneet keräysjätteet (maa-ainekset)
- öljyllä lievemmin pilaantuneet tai nuhraantuneet maa-ainekset
- öljyiset sekajätteet
- öljyyntyneet eläimet ja linnut
- muut tarkoituksenmukaiset jättejakeet. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009b, 66.)

Lajitellut jättejakeet tulisi pitää toisistaan erillään koko jätehuoltoketjun ajan, eli lajittelusta käsittelyyn saakka (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009b, 66). ELSUn mukaan öljyntorjuntaa seuraavan öljyvahinkojätteen jätehuollon onnistuminen vaatii öljyvahinkojätteiden lajittelua paitsi jättejakeittain, mutta myös öljypitoisuuden perusteella. Öljyvahinkojätteen keräyksessä ja lajittelussa on tarpeen huomioida jätelain ja ympäristönsuojelulain

jätteitä koskevat vaatimukset jo ennen kuin jäte saa jätelain mukaisen jätestatuksen. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 65.)

Öljyvahinkojätteen öljypitoisuus, olomuoto ja ominaisuudet vaikuttavat välivarastointiin ja käsittelyyn, minkä takia öljyvahinkojätteet tulisi pitää toisistaan erillään. Myös öljyvahinkojätteen välivarastoinnin riskit ovat erilaisia välivarastoitaessa voimakkaasti öljyllä pilaantuneita jätteitä, kuin välivarastoitaessa nuhraantunutta öljyllä pilaantunutta maa-ainesta. Kompostointia voidaan hyvin käyttää lievästi öljyllä pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyyn, mutta voimakkaasti öljyllä pilaantuneiden maiden käsittelyyn menetelmä on soveltumaton. Toisaalta tehokkaita öljyvahinkojätteiden käsittelymenetelmiä, kuten termisiä menetelmiä ei tulisi kuormittaa ainoastaan niukasti öljyä sisältävien maa-aineksilla. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 65.)

4.3 Kansainvälisesti käytössä olevia ja aikaisemmissa onnettomuuksissa käytettyjä lajittelumenetelmiä

Maailmalla tapahtuneissa alusöljyvahingoissa öljyvahinkojätteiden lajittelu on ollut erittäin tapauskohtaista. Onnettomuuksien laajuus, pitkät välimatkat, hankalat sääolosuhteet ja muut tekijät ovat usein osaltaan rajoittaneet puhdistustoimintaa. Useissa tapauksissa on kuitenkin käytetty melko yksinkertaisia lajittelutapoja. Yksinkertaisimmillaan lajittelu on suoritettu jakamalla öljyvahinkojäte vaarallisiin ja vaarattomiin jakeisiin, joka yleensä nostaa loppukäsittelyn kustannustehokkuutta (Cedre 2007, 28). Yleisesti pyritään erottelemaan vaaralliset ja vaarattomat jättejakeet erottamalla vesi talteen otetusta öljystä tai jättejakeista ja erottamalla öljy jättejakeista. Tällöin saattaa muodostua seuraavanlaisia jättejakeita: talteen otettu öljy, vettä raskaammat jättejakeet, vallitsevat hiekka- ja kuonatyypit, kelluvat jättejakeet, puu, vesi ja pieniä määriä erotuslietettä. (McDonagh et. al, 5-6.)

Melko yksinkertainen lajittelutapa on myös jakaa öljyvahinkojäte ensin öljyyntyneisiin ja öljyyntymättömiin jakeisiin. Tämän jälkeen öljyyntyneet jakeet jaetaan nestemäisiin ja kiinteisiin jakeisiin. Myös tarkempi jaottelu on mahdollista, jossa jättejakeet jaotellaan hajoaviin ja hajoamattomiin jakeisiin. Hajoaviin kuuluvat orgaaniset sorbentit, orgaaniset vaatteet (puuvilla ja villa) sekä paperituotteet. Hajoamattomia jakeita puolestaan ovat synteettiset sorbentit, epäorgaaniset vaatteet (öljykangas, muoviset sadetakit ja kumisappaat),

muovipullot ja kalastusverkot. (Polaris Applied Sciences Inc 2009, 19.) Joissain tapauksissa lajittelu on jaoteltu kattamaan viisi jätettä: öljy, öljyn ja veden seos, öljy ja sedimentti, öljy ja orgaaniset jätteet sekä öljyntyneet suojavaatteet ja varusteet (IPIECA 2004, 14).

Yleisesti on käytetty myös jakoa kolmeen eri jättejakeeseen, jotka ovat: pussit (joihin öljyntynyt maa-aines on kerätty), nesteet ja nestemäiset aineet sekä kuiva aines, joka sisältää kaikki loput jakeet (Cedre 2007, 28). Cedren ohjeistuksen mukaan öljyvahinkojäte tulisi lajitella rannalla heti öljyntorjuntatoiminnan alussa. Astiakapasiteetti saattaa rajoittaa tätä toimintaa, minkä takia pieniä määriä saastunutta jätettä, joka oli alun perin lajiteltu, usein sekoittuu yhteen astiaan lajiteltujen jakeiden sekaan. Öljyvahinkojäte tulisi myös lajitella alueella, jossa on tarpeeksi tilaa ja aikaa lajittelutoiminnalle. Alueeksi soveltuu hyvin esim. ensisijainen varastointipaikka, jossa lajittelu ja mahdollinen öljyvahinkojätteen pakkaaminen suoritetaan. Pussit ja säkit on todettu toimiviksi kiinteälle öljyvahinkojätteelle, mutta niiden tehokkuuden varmistamiseksi tulisi käyttää esimerkiksi erilaisia värikoodoja, jotta eri jättejakeet pystytään erottamaan toisistaan. (Cedre, 1.)

Joulukuussa 1999 tankkeri Erikan onnettomuuden yhteydessä rannoilta kerättiin yli 250 000 t öljyvahinkojätettä. Öljyvahinkojätteet sijoitettiin rannoille, muovilla vuorattuihin kuoppiin. (ITOPF 2009.) Heikot etukäteissuunnitelmat ja ennalta järjestettyjen käsittelypaikkojen puute vaikutti jättejakeiden huonoon lajitteluun. Monia pieniä varastointipaikkoja muodostettiin rannikolle, joihin öljyvahinkojätettä varastoitiin. Kun jätteitä alettiin kuljettaa käsittelylaitokselle, kaikki jättejakeet sekoittuivat keskenään. (Ansell et. al, 2001, 10.) Onnettomuudessa muodostuneet öljyvahinkojätteet kuljetettiin käsittelylaitokselle niin suurella volyymillä, että jätteiden käsittelystä ja pitkäaikaisesta varastoinnista huolehtinut TotalFinaElf yhtiö ei kyennyt erottelemaan jätemäärää tehokkaasti. Seurauksena oli 200 000 t kombinaatio öljyä, hiekkaa, jätteitä, merilevää, suojavarusteita, öljyntorjuntapuomeja ja muuta öljyntorjuntamateriaalia, kuten raappoja, ämpäreitä ja lapioita. (Dicks 2000, 9.) Öljyvahinkojätteiden käsittely olisi varmasti ollut kustannustehokkaampaa jos jo rannalla olisi panostettu lajitteluun.

4.4 Mahdolliset tulevat lajittelumenetelmät

SÖKÖ I-toimintamallin lajitteluohjeistus ei sisällä omaa jätejätettä puhdistustyössä muodostuvalle riskijätteelle. ELSUssa riskijäte on kuitenkin huomioitu. Muodostuva riskijäte tulisi kuitenkin saada mahdollisimman hyvin erilleen muista jätejakeista, joten sen erottaminen omaksi lajiteltavaksi jätejakeeksi on todennäköisesti perusteltua. Riskijätettä muodostuu etenkin rannalla öljyyntymisen seurauksena kuolleista linnuista ja muista eläimistä. Myös siirrettävistä lintukonteista muodostuu riskijätettä, kuten kuolleita lintuja, käytettyjä neuloja, verta sisältäviä puhdistustuppoja sekä puhdistushenkilöiden suojarusteita. Edellä mainitut jätejakeet luokitellaan riskijätteiksi, koska linnut sisältävät usein monia haitallisia bakteereja, viruksia ja muita mahdollisia taudinaiheuttajia. (SÖKÖ II viranomaistyöryhmän kokous 2009.) Tästä syystä olisi todennäköisesti tärkeää, että kyseinen jätejäte saataisiin erotetuksi muista jakeista mahdollisimman tehokkaasti. Tässä työssä riskijätteeseen ei kuitenkaan oteta tämän laajemmin kantaa, koska riskijätteestä on SÖKÖ II-hankkeessa tekeillä oma selvitys (Brunila 2010).

Kappaleessa 3.5 on esitetty ELSUn mukaiset käsittelyvaihtoehdot kiinteille öljyvahinkojätteille. Tulevaisuudessa lajittelu voitaisiin suorittaa niin, että lajiteltu jäte sopii suoraan käsiteltäväksi kyseisillä menetelmillä. Hupponen (2007, 45–89) on diplomityössään selvittänyt mitä jätejakeita kullakin käsittelymenetelmällä voitaisiin prosessoida. Tulokset on esitetty taulukossa 1, johon on myös merkitty ELSUssa esitetyt käsittelyvaihtoehdot keltaisella värillä. Taulukossa termodesorptio käsittää sekä ongelmajätelaitoksessa että siirrettävällä termodesorptioon perustuvalla tekniikalla suoritettavan käsittelyn. ELSUssa yhtenä vaihtoehtona on, että osa öljyvahinkojätteestä kuljetaan ulkomaille asianmukaiseen käsittelyyn. Se ei sisälly taulukkoon, joten sen osalta lajitteluun ei oteta kantaa. Ulkomailta tapahtuvaan käsittelyyn vaikuttaa mm. kyseisen maan lainsäädäntö, laitosten kapasiteetit sekä vallitsevat tekniikat.

Taulukko 1. Öljyvahinkojätteelle teknisesti soveltuvat käsittelyvaihtoehdot, ELSUn mukaiset esitetty keltaisella (Hupponen 2007, 89, muokattu).

	Öljy & maa-aines	Öljy & org. jäte	Öljy & varusteet	Kuolleet eläimet
Bitumistabilointi	+	+/-	-	-
Sementtistabilointi	+/-	+/-	-	-
Pesu	+	+/-	+/-	-
Bioremediaatio	+	+	-	-
Luontainen biohajominen	+	-	-	-

Fytoremediaatio	+	-	-	-
Poltto rannalla	-	+	-	-
Voimalaitos, leijupetikattila	+/-	+	+	+
Jätteenpolttolaitos, arinakattila	+/-	+	+	+
Termodesorptio	+	+	+	+
Eristys	+	+	+	-
Huokoskaasukäsittely, alipainekäsittely	+	+/-	-	-

- Jäte ei sovellu kyseiselle menetelmälle.
- +/- Jätettä voi olla pieniä määriä soveltuvan jätteen seassa.
- + Jäte soveltuu kyseiselle menetelmälle.

Taulukosta huomataan, että jos vallitsevana käsittelymenetelmänä on termodesorptio, niin öljyvahinkojätteiden lajittelu erillisiin jätejakeisiin on jokseenkin turhaa, koska se soveltuu kaikille jätejaetyypeille. Termodesorptiolaitosten yhteydessä tulee kuitenkin huomioida niiden mahdolliset rajoitukset esim. ympäristöluvista, jätteiden esikäsittelyssä ja kustannustehokkuudessa. Tulee kuitenkin muistaa, että yksi lajittelun tärkeimmistä tavoitteista on kustannusten pienentäminen, johon pelkkä tekninen soveltuvuus ei anna viitteitä.

Useissa tapauksissa eläinten polttaminen leijupetikattilassa tulee selvittää tapauskohtaisesti (Hupponen 2007, 148). Öljyn ja maa-aineksen muodostama jätejake tulee myös arvioida tapauskohtaisesti, eli tulee selvittää kuinka suuria määriä sitä voidaan käsitellä kyseisissä laitoksissa muun soveltuvan jätteen seassa. Öljyn ja maa-aineksen muodostamalle jätejakeelle soveltuvan käsittelylaitoksen valinnassa tulisi huomioida ainakin se, ettei kuljetusmatka pääse venymään liian pitkäksi.

Tulee kuitenkin huomata, että lajittelutapojen määrittäminen on harvoin näin yksiselitteistä. Vaikuttavia seikkoja on paljon ja tapauskohtaiset erot ovat suuria, esimerkiksi laitosten kapasiteetin ja teknisten sovellusten suhteen.

5 LAINSÄÄDÄNNÖN VAIKUTUKSIA ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN HALLINNOINTIIN

Öljyvahinkojätteiden elinkaaren aikaiseen prosessointiin vaikuttavat monet seikat, kuten vallitsevat jätelait. Öljyvahinkojätteet ovat yleensä luonteeltaan normaalista jätehuollosta eriytyviä laadullisten ja määrällisten ominaisuuksiensa johdosta, joten niitä koskevia lain-

kohtia ei aina pystytä yksityiskohtaisesti määrittämään. Soveltuvia lainmääritteitä joudutaankin selvittämään tapauskohtaisesti jokaisen alusöljyvahingon yhteydessä. Poikkeuksellisessa tilanteessa jätehuollosta selviytyminen edellyttääkin viranomaistahoilta etukäteisjärjestelyjä käytännön toimien osalta, mutta myös yhtenäistä lainsäädännön tulkintaa, jotta tositilanteessa pystytään toimimaan nopeasti ja tarkoituksenmukaisesti säännön mukaisin toimivaltuuksin. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 63.)

Öljyntorjunta ja siitä aiheutuva jätehuolto sekä niiden välinen rajapinta sisältävät monia tulkinnallisia vastuu- ja toimivaltakysymyksiä. Aina ei ole täysin selvää, missä vaiheessa toimivalta siirtyy öljyntorjuntaviranomaisilta ympäristönsuojelusta vastaaville viranomaisille. Jätehuollon osalta epäselvyyttä aiheuttaa se, kuka on jätteen haltija, tai millä päätös-menettelyllä jätteiden käsittely voidaan toteuttaa. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 63.)

Öljyntorjunnan lopettamisesta tehtävän päätöksen tekee öljyntorjuntajohtaja. Öljyntorjunnan lopettamisesta tehdään päätös aina tapauskohtaisesti ranta-alueittain ja välivarastoittain erillisten tarkastusten perusteella. Öljyntorjunta voidaan lopettaa kun öljyvahinkojätteen ei enää odoteta leviävän ja sen myötä aiheuttavan vaaraa ympäristölle tai ihmisille. Öljyntorjunnan päätyttyä välivarastoidusta öljyvahinkojätteestä tulee jätelain määrittämää jätettä. Öljyntorjuntaviranomaisten toimesta käsittelyyn kuljettavasta öljyvahinkojätteestä tulee jätelain määrittämää jätettä, kun se ”nostetaan kuljetusauton lavalle”. Jätelain mukaisen jätestatuksen saaneen öljyvahinkojätteen hallinnollinen päätäntävalta on valvovalla viranomaisella, eli käytännössä alueellisella ympäristökeskuksella. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 65.)

5.1 Jätehuoltovastuu alusöljyonnettomuuksissa syntyvistä jätteistä

Jätehuoltovastuussa on kyse siitä, kuka tai mikä organisaatio on vastuussa ja missä määrin alusöljyvahingossa syntyvien jätteiden käsittelystä ja huolehtimisesta. Tämä on läheisesti sidoksissa siihen, missä vaiheessa toimintaan sovelletaan jätelainsäädäntöä ja miten määritellään jätteen haltija tilanteessa, jossa onnettomuudessa syntynyt jäte leviää laajalle alueelle. (Tanskanen 2007, 21.)

Rannalle ajautuneeseen öljyyn ei jäteasetuksen (A 1390/1993) 1 §:n 3 momentin kohdan 2 mukaisesti sovelleta jätelakia (L 3.12.1993/1072) niin kauan, kun on kyse öljyvahingon estämiseen liittyvistä ensitoimista (A 1390/1993). Tämä rajausta on annettu jätelain 2 §:n 4 momenttiin viitaten, jonka mukaan tarkempia säännöksiä lain soveltamisalasta voidaan antaa asetuksella (L 3.12.1993/1072). Jätelain soveltamisen tarkentamista asetuksella perustellaan valmisteluasiakirjoissa siten, että useassa eri laissa, kuten alusjätelaissa (16.3.1979/300), on jätteitä koskevia tai sivuavia säännöksiä, minkä vuoksi jätelain ja tiettyjen muiden lakien välisestä suhteesta on säädettävä yksityiskohtaisesti tarpeettoman päällekkäisyyden välttämiseksi. (Tanskanen 2007, 21.)

Alusöljyvahingon yhteydessä rannalle ajautunut öljy on myös mahdollista tulkita Euroopan yhteisöjen jätedirektiivin 2006/121/EY mukaiseksi jätteeksi. Tällöin siihen todennäköisesti sovelletaan EY:n jätelainsäädäntöä heti onnettomuuden jälkeen, eikä vasta öljyntorjunnan ensitoimien jälkeen. EY:n oikeuskäytännön mukaan vahingossa tai onnettomuuksien yhteydessä vesistöön, maaperään tai pohjavesiin päässeet aineet luetaan jätteiksi, joihin sovelletaan yhteisön jätelainsäädäntöä. Jos aineita tai materiaaleja ei laskettaisi jätteiksi sillä perusteella, että ne ovat syntyneet onnettomuuden yhteydessä, menettäisi jätepuitedirektiivi osittain merkityksensä. (Tanskanen 2007, 21.)

Näin ollen Suomen kansallinen lainsäädäntö ei ole aivan EY:n oikeuskäytännön mukainen öljyntorjunnan ensivaiheen aikana, koska silloin ei sovelleta kansainvälistä jätelainsäädäntöä. Ensivaiheen torjuntatoimien jättäminen jättesäätelyn ulkopuolelle kansallisesti on kuitenkin perusteltavissa oleva ratkaisu, koska ensivaiheen torjunnan pyrkimyksenä on ehkäistä ja rajoittaa onnettomuudesta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia ja lisävahinkojen syntymistä. Päämääränä ei ole välttää jätehuoltovastuuta, vaan jätteistä huolehditaan ensitorjunnan jälkeisissä vaiheissa. Tällöin alusöljyvahinkojen torjuntatoimien kokonaisuutena jätteet tulevat jätehuoltovastuun piiriin, vaikka jätelakia ei sovellettaisi torjunnan ensitoimien aikana. (Tanskanen 2007, 22.)

Ensi- ja jälkivaiheen torjuntaa, puhdistus- ja ennallistamistoimintaa tai niiden välisiä rajoja ei ole määritelty alusöljyvahinkojen torjunnasta annetussa lainsäädännössä tai niiden esitöissä. Käytännön toiminnassa ensivaiheen torjunnan päättymistä ei kuitenkaan nähtäne epä määrällisenä tai epäselvyyttä aiheuttavana seikkana. Ensivaiheen torjuntaan voidaan katsoa kuuluviksi vahingon havainnointi, selvitykset päästön ja vahingon mahdollisesta suu-

ruudesta ja vakavuudesta sekä vahingon rajoittaminen ja lisävahinkojen estäminen. Ensivaiheen torjunnan päätyminen vaikuttaa muun muassa jätelainsäädännön soveltamiseen, joten tämä torjuntavaiheen raja on oikeudellisesti merkittävä. Tästä syystä öljyntorjunnan johtajan olisi selkeästi ratkaistava ja päätettävä ensivaiheen torjunta päättyneeksi ja välitettävä tämä tieto eteenpäin asianomaisille viranomaisahoille. (Tanskanen 2007, 22.)

Kun öljyvahingon aiheuttama välitön vaara on ohi ja öljyn leviäminen ja lisävahinkojen vaara on estetty, alkaa jälkitorjunta. Jälkitorjunta käsittää tarvittavat öljyn ja vahinkojätteen poistot, jätteiden käsittelyn sekä vahinkopaikan kunnostamisen ja muut lopputoimenpiteet. (Tanskanen 2007, 23.) Öljyntorjunnan ensitoimien jälkeen jätteisiin sovelletaan jätelakia, jonka 6 §:n ja 12 §:n mukaisesti vastuu jätteistä, niiden käsittelystä ja huolehtimisesta on jätteen haltijalla. Haltijalla käsitetään jätelain 3 §:n mukaan jätteen tuottajaa, kiinteistön haltijaa tai toiminnan järjestäjää taikka muuta luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, jonka hallinnassa jäte on. (L 1072/1993.) Jätteen hallinnoitsijan määrittäminen ei kuitenkaan ole aina täysin yksiselitteistä. Öljyntorjunnasta ei Suomessa vastaa laivanomistaja tai –operoiija, vaan lainsäädännössä määritelty öljyntorjuntaviranomainen, joten on loogista, että tämä viranomainen ottaa operatiivisen vastuun myös onnettomuuden ja torjuntatoimien yhteydessä syntyvistä öljyvahinkojätteistä ja jätteiden käsittelystä jätteen haltijana. Laivan omistajalla on kuitenkin periaatteellinen ja moraalinen vastuu onnettomuudessa muodostuneista jätteistä ja mahdollisesti korvausvastuu käsittelyn kustannuksista tiettyyn raajaan saakka. (Tanskanen 2007, 23.)

Pääsääntöisesti operatiivinen vastuu jätteistä seuraa öljyntorjuntavastuuta. Tällä perusteella tilanteissa, joissa alusöljyvahingon jälkitorjunta siirretään ensivaiheen jälkeen toiselle viranomaiselle, joka vastaa öljyn ja öljyvahinkojätteen poistosta sekä vahinkopaikan kunnostamisesta ja muista jälkitorjuntaan liittyvistä toimenpiteistä, siirtyy myös jätelain mukainen vastuu öljyvahinkojätteistä tällöin tälle viranomaiselle. (Tanskanen 2007, 23.)

Kun jätteet siirtyvät keräys- ja käsittelyketjussa eteenpäin, jätteiden haltija vaihtuu, jolloin jätelain 15 §:n 2 momentin mukaan vastuu jätteestä ja sen asianmukaisesta käsittelystä ja huolehtimisesta siirtyy jätteen luovutuksen yhteydessä seuraavalle asianmukaiselle jätteen vastaanottajalle, jota edelleen koskevat kaikki jätelaissa jätteen haltijalle säädetyt velvollisuudet (L 1072/1993). Vastuun siirtymisen edellytyksenä on, että vastaanottavalla taholla

on asianmukainen lupa toimintaansa. Muuten vastuu jätteistä saattaa säilyä edelleen sen luovuttaneella taholla. (Tanskanen 2007, 24.)

5.2 Esitys uudeksi öljyvahinkojen torjuntalaiksi

Alusjätetoimikunta on mietinnössään 29.2.2008 julkistanut esityksen uudeksi öljyvahinkojen torjuntalaiksi. Siinä esitetään, että lain voimaantultua alusöljyvahingon jälkeen öljyn keräys rannikolta sekä rannan ja maan puhdistaminen sekä turmeltuneen ympäristön kunnostaminen tehtäisiin ko. lain nojalla. Tavoitteena on, että kyseinen laki selkiyttäisi mm. öljyvahinkojätteisiin liittyviä vastuukysymyksiä. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 66.)

Nykyinen öljyntorjuntalainsäädäntö jättää tulkintavaraa sille, mikä kuuluu öljyntorjunnan ehkäisemiseksi tehtäviin ensitoimiin, mikä jälkitorjuntaan ja missä vaiheessa öljyvahinkojäte saa jätestatuksen. Alusjätelakitoimikunnan mietinnössä uudeksi öljyvahinkojen torjuntalaiksi on esitetty, että kiireelliset tehtävät liittyvät öljyntorjunnan ensivaiheeseen. Ensivaiheen torjunnalla mietinnössä tarkoitetaan käytännössä vuodon tukkimista aluksessa, öljyn leviämisen estämistä puomeilla, suojapumppauksen aloittamista sekä kerättävissä olevan öljyn poistamista ja käsittelemistä siten, ettei siitä aiheudu ympäristölle enempää pilaantumisen vaaraa. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 66.)

Jälkitorjunta määritellään mietinnössä öljyvahingon jälkitoimiksi, jotka tehdään sen jälkeen kuin öljyn kulkeutuminen maaperässä, pohjavedessä, pintavesissä ja rannoilla on esitetty. Jälkitorjunta ei edellytä nopeita toimenpiteitä ja se voi kestää pitkäänkin. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 66.) Jossain määrin epäselväksi jää vieläkin se, missä vaiheessa öljyntorjunnan jälkitoimet loppuvat ja milloin ympäristönsuojelulain (YSL) 78 §:n mukainen pilaantuneiden maiden kunnostuksen arviointi alkaa, vai onko tarkoitus puhdistaa ranta-alueet kokonaisuudessaan jälkitorjuntatoimien yhteydessä (L 4.2.2000/86; Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 66).

Rajanveto öljyntorjuntatoimien päättämisen ja jätelain mukaisten toimien välillä ei useinkaan ole yksikertaista, vaan eri viranomaisien ja eri lainsäädäntöjen nojalla tehtävien toimintojen väliin jää epäselvä alue. Päätös öljyntorjuntalainsäädännöstä jätelainsäädännön

piiriin siirtymisestä tulee aina tehdä käytännön toimien kannalta järkevällä hetkellä eri viranomaistahojen yhteistyönä ja tiedonvaihtoa tulisi jatkaa alusöljyvahingon jälkeen kaikissa vaiheissa torjuntatoimien alusta öljyvahinkojätteiden käsittelyn loppuun saakka. (Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus 2009a, 66.)

5.3 Öljyvahinkojätteiden käsittelyyn liittyvä lainsäädäntö

Öljyvahinkojätteet käsitellään normaaliin jätehuoltojärjestelmään sisällytettynä aina kun se on mahdollista. Poikkeuksellisessa tilanteessa, kuten alusöljyvahingon jälkeen, vaatimus voimassa olevan ympäristöluvan sisältävän käsittelykapasiteetin käyttämisestä voi kuitenkin osoittautua kokonaisuuden kannalta kestävämmäksi vaihtoehdoksi. Öljyvahinkojätteiden käsittelystä ei ole olemassa laajamittaista kokemusta Suomessa, joten myöskään sitä koskevaa selkeää ohjeistusta ei ole olemassa. (Pirkanmaan ympäristökeskus 2009, 82.) Ympäristönsuojelulain 28 §:n mukaisesti jätteiden ammattimainen tai laitostyö käsitteily edellyttää aina ympäristöluvan. Poikkeuksellisessa tilanteessa jätteiden käsittely on mahdollista aloittaa myös ympäristönsuojelulain 62 §:n mukaisella ilmoituksella, jonka perusteella valvova viranomais tekee YSL 64 §:n mukaisen päätöksen. (L 4.2.2000/86; Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 25.)

Tavoitteena öljyvahinkojätteiden käsittelyssä on YSL:n ja jätelain tavoitteiden ja niiden taustalla olevien direktiivien mukaisuus. Tällöin pyritään käsittelyn osalta täyttämään BAT-taso (Best Available Techniques) ja jätteenpoltoasetuksen tai -direktiivin vaatimukset sekä öljyvahinkojätteen välivarastoinnille asetettu kahden vuoden aikataavoite. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 41.)

Ongelmajätteiden käsittelyltä edellytetään YSL 28 §:n mukainen ympäristölupa sekä ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA). Jätteenkäsittelijän tekemän YSL 62 §:n mukaisen ilmoituksen perusteella valvontaviranomais voi myöntää YSL 64 §:n mukaisella päätöksellä poikkeusluvan jätteiden käsittelykapasiteetin nostamiseksi 10 %, mikäli muut ympäristöluvan ja ympäristönsuojelu- ja jätelainsäädännön ehdot täyttyvät. (L 4.2.2000/86; Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 40.)

Jätteiden käsittelystä termisillä menetelmillä on säädetty valtioneuvoston asetuksessa jätteenpoltosta (VNa 15.5.2003/362). Suomessa on huomattavan paljon termistä jätteiden käsittelykapasiteettia ja lisää on suunnitteilla. Kuitenkin vain Ekokem Oy Ab:lla on ympäristölupa vastaanottaa ja käsitellä ongelmajätteeksi luokiteltavaa öljyvahinkojätettä. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 26.) Muiden käsittelylaitosten tulee tarvittaessa hakea joko ympäristölupaa tai tietyin edellytyksin YSL:n 62–64 §:n mukaista poikkeuksellista tilannetta koskevaa päätöstä, voidakseen käsitellä öljyvahinkojätettä (L 4.2.2000/86). Millään jätteen käsittelylaitoksella ei ole lain edellyttämää velvoitetta vastaanottaa ja käsitellä öljyvahinkojätettä, vaan öljyvahinkojätteen vastaanotto ja käsittely on normaalia sopimuksen mukaista jätteiden käsittelytoimintaa (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 30).

Jätteenpolto- ja rinnakkaispolttolaitoksilla on YSL 28 §:n mukainen ympäristölupa perustoimintaansa. Ongelmajätteeksi luokiteltavan öljyvahinkojätteen poikkeukselliselta käsittelyltä vaaditaan YSL 28 §:n ympäristölupa tai YSL 62 §:n ilmoituksen perusteella tehty Ympäristönsuojelulain 64 §:n mukainen päätös. (L 4.2.2000/86.) Öljyvahinkojätteiden käsittelyä koskevan luvan tai päätöksen edellytyksenä on se, ettei jätteen käsittelystä saa aiheutua merkittävää haittaa (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 41).

Siirrettäviltä termodesorptiolaitoksilta edellytetään joko YSL 28 §:n ympäristölupa tai YSL 62–64 §:n mukaista päätösmenettelyä (L 4.2.2000/86). Öljyvahinkojätteiden käsittelystä ja siten myös lupien tai ilmoitusten laadinnasta vastaa jätteen haltija, koska siirrettävät käsittelylaitokset toimivat yleisesti ns. rahtiperusteisesti (toimituskulut riippuvat tilauksen koosta ja perustuvat sopimustoimittajan taksoihin) (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 42).

Pilaantuneiden maa-ainesten haitallisuutta on jätelain mukaan pyrittävä ensisijaisesti vähentämään kunnostusmenetelmillä. Loppusijoitus tai hyödyntäminen kaatopaikalla peitto-kerroksina on käyttökelpoinen vaihtoehto, mikäli jätettä ei voida hyödyntää muualla, mutta jäte todetaan ominaisuuksiltaan kaatopaikkakelpoiseksi. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 29.) Jätteen sijoittamisesta kaatopaikalle on säädetty valtioneuvoston päätöksessä kaatopaikoista (VNa 4.9.1997/861). Jätteen kaatopaikkakelpoisuusarvio (jätteen koostumus, liukoisuus ja käyttäytyminen pitkällä aikavälillä ja kaatopaikan ympäristöluvan edellytykset) tulee muodostaa kaikista loppusijoitettavista pilaantuneista maa-aineksista.

Kaatopaikkakelpoisiksi luokitellut pilaantuneet maa-ainekset voidaan tarvittaessa läjittää luokituksensa mukaisesti tavanomaisen tai ongelmajätteen kaatopaikalle. Kaatopaikkasijoitus on yleensä sallittu käsitellyille, lievästi öljyisille pilaantuneille maa-aineksille. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 29.)

6 KERÄYSASTIAT

Nykykäytännön mukaisesti öljyvahinkojätteen keräyksessä käytetään pääasiassa muovisia ja metallisia keräysastioita. Ne on havaittu monissa tilanteissa toimiviksi, mutta myös muita vaihtoehtoja on esitetty eri asiantuntijatahojen toimesta. Tuleviksi keräysastioiksi on esitetty esim. biojättesäkkejä, paperisäkkejä, tärkkelyssäkkejä ja jätelautalaatikoita (Tani 2008). Tässä työssä on tarkasteltu biojättesäkkien, öljyntorjuntasäkin ja Smart Drum-pakkausjärjestelmän soveltuvuutta öljyvahinkojätteen keräykseen.

Muoviset ja metalliset keräysastiat puoltavat paikkaansa kiinteän öljyvahinkojätteen keräyksessä, mutta erilaiset ja erikokoiset astiat saattavat aiheuttaa ongelmia keräysjätteen välivarastoinnissa, kuljetuksessa ja jätteen jatkokäsittelyssä. Kun säkitettyä öljyvahinkojätettä käsitellään koneellisesti, jättesäkit rikkoutuvat helposti, mikä tulee huomioida kuormaus- ja purkutilanteissa. Muovipussien erittäin rajallinen mekaanisen rasituksen kestävyys (pakkanen, auringonpaiste, liikuteltavuus, terävät esineet jätteessä) aiheuttaa lisävaatimuksia mm. välivarastointialueen rakenteille. Tällöin niiden tiiveyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 19 ja 22.)

Keräysastioiden kohdalla on myös huomioitava, että keräystyöhön liittyvien tavaroiden ja palveluiden hankinnat on kilpailutettava, hankinnan arvosta riippumatta. Kilpailuttaminen perustuu lakiin julkisista hankinnoista (L 30.3.2007/348). Hankintalain ja kilpailutussääntöjen mukainen hankinta-aika on 1 kk. Suuren alusöljyvahingon seurauksena tarvittavan astiakapasiteetin kilpailuttamiseen kuukausi on kuitenkin aivan liian pitkä aika. Tällöin todennäköisesti noudatetaan lain 7 §:n 1. momentin mukaista kohtaa, jonka mukaan lakia ei sovelleta jos valtion keskeiset turvallisuusedut sitä edellyttävät. (Lempinen 2006, 15.) Kyseistä lakia ei kuitenkaan sovelleta tavara- tai palveluhankintoihin eikä palveluja koskeviin käyttöoikeussopimuksiin, mikäli hankinnan ennakoitu arvo ilman arvonlisäveroa on vähemmän kuin 15 000 € (L 30.3.2007/348).

6.1 Biojättesäkit

Biojättesäkit ovat yksi mahdollinen vaihtoehto öljyvahinkojätteen keräämiseen. Säkkien tulisi kemiallisten ominaisuuksiensa puolesta soveltua öljyvahinkojätteen keräykseen, mutta mitään varsinaista tutkimusta aiheesta ei ole tehty, joten asian todentaminen vaatii lisäselvityksiä. Laboratoriotesteissä säkkien fysiologiset ominaisuudet on kuitenkin todettu öljypitoiselle ainekselle soveltuviksi, joten myös öljyvahinkojätteen keräyksen vaatimukset tulisi täyttyä. (Avellan 2009.)

Biojättesäkit soveltuvat myös vaihteleviin sääolosuhteisiin. Ne kestävät pakkasta, mutta erittäin kuiva ja kova pakkanen, joita saattaa Suomessa esiintyä sisämaassa kovien pakkasten aikaan, voi tehdä säkkien kalvosta haurasta. Meriolosuhteissa rannalla työskennellessä tällaista ongelmaa tuskin siis esiintyy. Myöskään sade ei aiheuta ongelmia ja vesi itse asiassa tekee materiaalista lujempaa. Säkkien ulkoisia mittoja ja paksuutta on myös mahdollista säätää, eli jos tarvitaan materiaali, joka kestää enemmän öljyvahinkojätteen aiheuttamaa painoa, niin lisätään paksuutta. Tällä hetkellä markkinoilla on esimerkiksi 1300 l syväkeräysBioska-jättesäkki, jonka vakio-ominaisuudet riittävät öljyvahinkojätteen keräykseen. Säkeille muodostuva kappalehinta riippuu täysin säkkien mitoista ja paksuudesta, eli käytetystä raaka-ainemäärästä. (Avellan 2009.)

Biojättesäkkien yhteydessä tulee huomioida oletettavissa oleva välivarastointiaika. Tietyn ajan jälkeen säkit alkavat maata, joten kovin pitkille varastointiajoille ne eivät sovellu. Biojättesäkkejä voidaankin ajatella todellisena vaihtoehtona ainoastaan siinä tapauksessa, että niihin varastoidut jätteet saadaan toimitettua loppukäsittelyyn melko lyhyen ajan kuluessa.

6.2 Smart Drum

Eräs vaihtoehto tulevaisuuden öljyntorjuntatyöhön on Oy Alfa-Bag Ab:n valmistama Smart Drum-pakkausjärjestelmä. Sitä on käytetty Suomessa ainakin yhdessä öljyntorjuntaharjoituksessa. Kyseisessä harjoituksessa saatujen havaintojen perusteella se on todettu melko toimivaksi menetelmäksi rannoilla suoritettavaan kiinteämmän öljyvahinkojätteen,

kuten maa-aineksen keräykseen. Kerättävä öljyvahinkojäte ei siis saa olla ominaisuuksiltaan kovinkaan valuvaa ja nestepitoista. (Mäkinen 2010.)

Smart Drum on joustava, kokoontaitettava ja täysin kierrätettävä pakkausjärjestelmä. Smart Drum käsittää polypropeenikudoksesta valmistetun, muovilevyillä jäykistetyn ulkosäkin, joka säilyttää täytettynä hyvin muotonsa. Säkki varustetaan polyeteenisellä sisäsäkillä riittävän tiiveyden saavuttamiseksi. Ulkosäkki on uudelleenkäytettävä, mutta sisäsäkki tulee hävittää käytön jälkeen, mikä osaltaan kasvattaa jonkin verran muodostuvaa jätemäärää. (Laasanen 2010.)

Smart Drummin etuina voidaan pitää sen kustannustehokkuutta, ympäristöystävällisyyttä ja tilansäästöä kaikissa kuljetusketjun vaiheissa. Etenkin tyhjänä kuljettaessa esim. kuormautossa tilansäästö muihin astiatyyppeihin, kuten tynnyreihin verrattuna on merkittävä. (Laasanen 2009.) Myös tuotanto- ja kierrätyskustannukset ovat verrattain alhaiset. Suurena etuna voidaan pitää myös sitä, että Smart Drumia on saatavilla todella monen kokoisina (60–1000 l), jolloin se soveltuu moniin eri käyttötarkoituksiin. Tämä antaa sille kilpailuetua verrattuna perinteisiin muovi- ja metalliastioihin, joita on saatavilla pääasiassa vain standardimitoissa. Smart Drumia voidaan valmistaa myös monissa eri muodoissa, jolloin se soveltuu hyvin esim. erilaisten kuljetusmuotojen tarpeisiin. (Oy Alfa-Bag Ab 2009, 2.) Kuvassa 8 on esitetty Smart Drum-pakkausjärjestelmän rakenne kuljetusvalmiudessa.



Kuva 8. Smart Drum-pakkausjärjestelmä (Oy Alfa-Bag Ab 2009, 2.)

Smart Drum kestää hyvin vaihtelevia sääoloja, kuten sadetta ja kovaa pakkasta. Vasta lähestyttäessä 30 asteen pakkaslukemia, alkavat tuotteen kestävyysominaisuudet hieman heiketä. Tämänkään ei tulisi haitata keräystyötä, joten voidaan sanoa, että tuotteen sääkesto on korkeaa luokkaa. Myöskään eri öljylaatujen ominaisuudet eivät aiheuta ongelmia tuotteelle, vaan sen on todettu soveltuvan hyvin öljypitoisten materiaalien pitkäkestoisempaan säilytykseen. Öljyvahinkojätteen paino ei aiheuta ongelmia, koska Smart Drum on erittäin kestävästä materiaalista valmistettu. Lisäksi tuotteelle luvataan 6-kertainen varmuuskerroin, eli sen tulisi kestää 6-kertaisesti tuotteelle luvattu kantavuus. (Laasanen 2010.)

Smart Drummin tuotantoprosessi sallii myös tuotteen modifioinnin. Esimerkiksi ulkomittoja, seinämiä, sisäsäkkien laatua ja materiaaleja voidaan tarvittaessa muuttaa. Seinämiin voidaan myös esim. lisätä kovalevyä, jolloin tuotteen jäykkyysominaisuudet paranevat, mikä helpottaa öljyvahinkojätteen keräysprosessia. Smart Drummin kokovaihtoehdoille muodostuu noin 20–50 € kappalehinta. Ulko-osaa voidaan käyttää jopa 20 kertaa, riippuen tietysti käyttöolosuhteista ja käsittelymenetelmistä. Sisäosan hinta on noin 1,80–3,50 €/kpl, kokoluokasta riippuen. (Laasanen 2010.)

Tuotteen huonoina puolina voidaan pitää sen käsiteltävyyttä, joka on heikompi kuin esimerkiksi metallitynnyrillä, koska Smart Drummin nostot ja käsittely vaativat enemmän huolellisuutta. Työtapoihin ja –menetelmiin tulee siis usein panostaa enemmän kuin standardimallisten tuotteiden yhteydessä. (Mäkinen 2010.) Tämäkin on tietysti erittäin tapauskohtaista ja riippuu suuresti mm. rannassa käytössä olevista työkoneista, kuten nostureiden tyypeistä. Pääsääntöisesti Smart Drumia liikutellaan tason päällä (esim. kuormalava) ja nostot tapahtuvat päällä olevista lenkeistä, joita voi olla 1-4 kappaletta. Smart Drum voidaan tyhjentää päältä tai pohjasta, joka voi öljyvahinkojätteen ominaisuuksista riippuen antaa sille kilpailuetua muihin astiatyyppeihin verrattuna. Tuotteesta on myös mahdollista valmistaa täysin kertakäyttöinen versio esimerkiksi riskijätteelle, jolloin se voidaan käytön jälkeen hävittää. (Laasanen 2009.)

Käytännön öljyntorjuntaharjoitustilanteessa Smart Drummin on todettu soveltuvan melko hyvin kiinteän jätteen, kuten öljyyntyneen maa-aineksen keräykseen. Tällöin se kuitenkin useissa tapauksissa tarvitsee sisäosansa lisäksi vielä erillisen jättesäkin, jolla estetään ajan mittaan tapahtuva nesteiden tihkuminen ja siirtyminen seinämän läpi. Runsaasti öljyyntyneille jätteille tulisikin aina käyttää ylimääräistä jättesäkkiä varmennuksena. Jättesäkin pak-

suuden ja muiden ominaisuuksien tulee myös olla standardimalleja paksumpaa. (Mäkinen 2010.) Jätesäkin tilalla voidaan käyttää myös toista sisäsäkkiä. Käyttämällä kahta sisäsäkkiä, voidaan nesteiden tihkuminen ja siirtyminen seinämän läpi estää vielä jätesäkkiäkin tehokkaammin. Tiheä hiekan ja öljyn seos ei välttämättä tarvitse lisäksi ylimääräistä sisä- tai jätesäkkiä, vaan tuotteen vakio-ominaisuudet yleensä riittävät. (Laasanen 2010.) Käytännön öljyntorjuntatyöstä vastuussa olevien tahojen on siis käytettävä tapauskohtaista harkintaa sisä- ja jätesäkkien käyttötarpeesta. Sisä- ja jätesäkit eivät kuitenkaan ole kovinkaan suuri kustannustekijä, joten niiden kaksinkertainen käyttö on useimmissa tapauksissa suositeltavaa.

Suurimmaksi yksittäiseksi ongelmaksi harjoituksessa todettiin Smart Drumin kansi. Kantta ei saatu suljettua tarpeeksi tiiviisti, mikä tietysti aiheuttaa käytännön ongelmia. (Mäkinen 2010.) Nykyään kannen rakennetta on parannettu, joten ongelmia ei pitäisi enää esiintyä (Laasanen 2010). Myös kovalla tuulella Smart Drum saattaa vajaatäytettynä kaatua, aiheuttaen ongelmia. Suurin kaatumisriski ilmenee kun tuote on vielä melko tyhjä ja siitä johtuen kevyt. Täydempänä Smart Drum asettuu hyvin normaaliin käyttömuotoonsa ja ongelmia ei enää juurikaan esiinny. Smart Drum saisi myös sisältää esim. 4 kantokahvaa, jolloin sen liikuttelu ja siirrot sujuisivat kätevämmiin. (Mäkinen 2010.) Kyseisen harjoituksen jälkeen standardituotteen ominaisuuksia on muokattu ja myös kantokahvojen määrää on lisätty (Laasanen 2010). Kantokahvojen tulisi myös sijaita tuotteen eri kohdissa (ylhäällä ja alhaalla), jolloin käytännön nostotyöskentely helpottuisi huomattavasti (Mäkinen 2010). Tuotteen tuotantoprosessin modifioinnilla myös tämä on nykyään mahdollista (Laasanen 2010).

Harjoituksessa käytettiin noin 100 l Smart Drumeja, jotka kaksi keräyshenkilöä jaksaa yleensä melko hyvin kantaa rannan keräyspisteeseen. Tämä riippuu tietysti täysin jätteen ominaisuuksista, esim. tiheä maa-aines saattaa rajoittaa kantamista huomattavastikin. Eri-tyisen hyvin Smart Drumin havaittiin soveltuvan kertakäyttöhansikkaiden ja muiden öljyyntyneiden varusteiden ja suojavälineistön keräykseen sekä säilytyspaikaksi. Myös esim. öljyyntyneen rantakasvuston keräykseen tuote sopii hyvin, koska kasvillisuuden kosteuspiitoisuus on yleensä riittävän alhainen. Myös kuljetukset on todettu toimiviksi. Smart Drum muotoutuu irrallisena hyvin muotoonsa esim. kuorma-auton lavalle vieden vähemmän tilaa kuin vastaavan kokoinen metallitynnyri. Tilan tarve on kuitenkin luonnollisesti riippuvainen esim. täyttöasteesta. Smart Drumeja kuljetetaan useissa tapauksissa myös kuormalavo-

jen päällä, jolloin tilansäästöetua muihin vaihtoehtoihin verrattuna ei pääse muodostumaan. (Mäkinen 2010.)

Yleisesti Smart Drum koettiin harjoituksessa kestäväksi ja varteenotettavaksi vaihtoehdoksi tulevaisuuden öljyntorjuntatyössä (Mäkinen 2010). Harjoituksen jälkeen tuotteelle tehtyjen parannusten ansiosta Smart Drummin tulisi olla käytännön öljyntorjuntatyöhön entistäkin paremmin soveltuva tuote.

6.3 Öljyntorjuntasäkki

Öljyntorjuntasäkki on myös Oy Alfa-Bag Ab:n valmistama tuote. Sitä on testattu öljyntorjuntaharjoituksissa melko runsaasti ja voidaan sanoa, että se on ominaisuuksiltaan käyttövalmis tuote öljyntorjuntatyöhön. (Mäkinen 2010.)

Öljyntorjuntasäkki asetetaan keräystelineeseen, joka sisältää täyttöaukon, johon rannalta kerätty öljyvahinkojäte voidaan tyhjentää. Säkissä on kaksinkertainen ulkosäkki, joka lisää hankauskestävyyttä. Ulkosäkki on kestävää kudottua materiaalia (polypropeeni), jotta se kestää öljyvahinkojätteen aiheuttaman painon. Ulkosäkki toimii tukirakenteena sisäsäkillemme, lisäten sen kesto-ominaisuuksia. (Mäkinen 2010.) Öljyntorjuntasäkki on kertakäyttöinen, eli se täytetään ja kuljetetaan loppukäsittelypaikalle, jossa se hävitetään muun jätteen mukana. Öljynkeräyssäkestä ei ole olemassa yleiseen käyttöön tuote-esittelyä, koska tuotetta voidaan modifioida jokaisen asiakkaan toiveiden mukaisesti. (Laasanen 2010.) Liitteessä 1 on esitetty pelkistetty spesifikaatio säkestä mittoineen.

Pakkausvaiheessa sisäsäkki puhalletaan ilmalla, jolloin se hakee oman normaalin muotonsa. Tämän jälkeen sisäsäkki asettuu paikalleen. Standardimalliin sisältyvä sisäsäkki on jouduttu uusimaan viisi kerrosta sisältävällä kerroskalvolla, jotta se soveltuisi paremmin öljyisen jätteen keräykseen. Standardimallisen sisäsäkin todettiin vuotavan muutaman vuorokauden säilytyksen jälkeen, joten rakennetta piti vahventaa. Myös muita tuotteen vakio-ominaisuuksia on jouduttu muokkaamaan, jotta se soveltuisi paremmin öljyvahinkojätteen keräykseen. Täyttöaukkoa on pidennetty sulkemisen helpottamiseksi. Säkin sulkeminen vaatii kuitenkin edelleen huolellisuutta ja sulkeminen tulee vahvistaa nippusiteellä. (Mäkinen 2010.)

Säkkien välivarastointi- ja säilytyspaikkojen tulisi olla mahdollisimman tasamaastoisia. Terävät kivet saattavat repiä säkkiin reikiä, mikä luonnollisesti aiheuttaa ongelmia. Säkit kuljetetaan rannoilta esim. traktoreiden avulla. Kuljetusten yhteydessä on tärkeää huomata, että säkkien purkaminen tulisi suorittaa käänteisessä järjestyksessä kuin niiden lastaus. Viimeiseksi lastatut säkit tulisi siis nostaa ensimmäisenä pois kyydistä. Järjestyksen säilyttäminen on tärkeää, koska yhteen kuljetukseen sisältyy usein muutakin kuin säkkejä. Tällöin säkkien vahingoittumisriski kasvaa huomattavasti jos säkkejä sekä muita materiaaleja puretaan sekaisin ja epäjärjestyksessä. Kuljettajan rooli ja vastuu siis korostuvat kuljetusketjun tässä vaiheessa. (Mäkinen 2010.)

Yleisesti logistiikkaketjuun kuuluu välivarastoinnista, loppukäsittelypaikasta yms. johtuen lukuisia eri vaiheita. Tuotteen ominaisuuksien tulee kestää hajoamatta kaikki nämä vaiheet, jotka aina sisältävät myös tuotteen nostoja. Tuotteen standardiominaisuuksille tehtyjen muutosten johdosta tämä ei ole enää nykyään ongelma, vaan säkki kestää useita nostoja ominaisuuksiensa siitä juuri kärsimättä. (Mäkinen 2010.)

Sääolosuhteet asettavat tiettyjä haasteita tuotteen käytettävyydelle. Jos säkit hautautuvat lumen alle, niiden kesto-ominaisuudet saattavat merkittävästi heiketä. Etenkin talviolosuhteissa säkit tulisikin asettaa lavojen päälle ja suojata pressuilla, jotta haitallisilta vaikutuksilta vältytään. Yleisesti suurimmat haasteet säkkien kestävyydelle asettavat auringon UV-säteily sekä veden ja jään kertyminen säkkien päälle. Mitä pidemmäksi välivarastointiaika venyy, sitä suurempia ongelmia edellä mainitut elementit aiheuttavat. Välivarastointipaikoiksi tulisi aina valita suojattuja alueita, jotta säkkien vaurioitumisvaaran aiheuttamat ongelmat voidaan lopullisesti eliminoida. (Mäkinen 2010.)

Vaikka tuotteen ominaisuuksia on vahvennettu, se ei kuitenkaan kestä rannalla siirtelyä kovinkaan hyvin. Säkkien sijoituspaikaksi tulisikin heti öljyntorjuntatoimien alussa valita mahdollisimman keskeinen sijainti, jottei siirtelytarvetta pääsisi muodostumaan. Säkkejä ei myöskään missään olosuhteissa tulisi raahata maata pitkin, vaan kaikki siirrot tulisi suorittaa asianmukaisilla nostolaitteistoilla. Saarissa tulisi muistaa, että välivarastointipaikat järjestetään tarpeeksi lähelle rantaa, joihin on veneillä tai lautoilla hyvät kulkuyhteydet. Säkit tulisi välivarastoida keskitetysti tarpeeksi suuriin muodostelmiin. Välivarastointipaikat

tulisi siis suunnitella etukäteen riittävän kattavasti, jotta keräysketjun logistiikka toimii tehokkaasti. (Mäkinen 2010.)

7 TALOUDELLINEN TARKASTELU

Tässä luvussa on esitetty laskelmia erilaisten lajitteluvaihtoehtojen muodostamista kustannuksista. Tulee kuitenkin huomioida, että laskelmissa on jouduttu tekemään monia yleistyksiä ja olettamuksia, koska esimerkiksi yksikkökustannuksiin vaikuttavat suuresti mm. käsiteltävä jätemäärä, sen laatu sekä kuljetusmatka. Laskenta alkaa siitä, että rantaan on jo ajautunut ja siellä on muodostunut tietty määrä öljyvahinkojätettä.

Laskennan lähtötiedoksi valitaan Suomen ympäristökeskuksen öljyntorjuntavalmius merellä - työryhmän loppuraportin mukainen oletus siitä, että realistisesti suurimman mahdollisen alusöljyvahingon kokoluokka olisi Suomenlahdella 30 000 t. Päästö määrä perustuu suurimpaan todennäköiseen vahinkoon, joka voi syntyä tankkialuksen ja muun aluksen yhteentörmäyksessä. 30 000 t vastaa alueella liikennöivien säiliöalusten kahden lastitankin sisältämää öljymäärää. (Hietala ja Lampela 2007, 20.) Säiliöaluksissa on kuitenkin yleensä huomattavasti suurempi määrä lastitankkeja kuin kaksi. Onnettomuusskenaarioita muodostettaessa käytetään usein esimerkkinä kahden lastitankin repeämistä, koska se vastaa hyvin edeltäviä onnettomuuksia.

Edellä mainitusta öljymäärästä aiheutuvan öljyvahinkojätteen määrää on selvittänyt Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen ylitarkastaja Asta Asikainen, joka on esittänyt oman arvionsa ELSU - jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa taustaraportissa. Kyseiset arviot on esitetty taulukossa 2. Tulevassa laskelmassa tullaan käyttämään ensimmäisellä rivillä esitettyjä arvoja. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 37.)

Taulukko 2. Arvioidut öljyvahinkojättemäärät (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 37).

Onnettomuus alue	Onnettomuuden koko, rannikolle ajautuvan öljyn määrä (t)	Öljyn leviäminen, puhdistettavan ranta-alueen laajuus (km)	Arvio öljyvahinkojätteen kokonaismäärästä (t) ja (kerätyn öljyn määrästä t)	Arvio likaantuneista öljyvesiseosten määrästä (t) ja (sen sisältämästä öljystä t)	Arvio kerättävän öljyvahinkojätteen määrästä (t) ja (sen sisältämästä öljystä t)	Öljyn hävikki, keräämättä jäävän öljyn määrä (t)
Suomenlahti	30 000	200	269 500 (27 000)	37 500 (7 500)	232 000 (20 300)	2 180 7 %
Suomenlahti	30 000	400	542 500 (24 100)	22 500 (4 500)	520 000 (19 600)	5 900 20 %

Laskennassa vertaillaan sitä, onko lajittelu taloudellisesti kannattavaa, eli kannattaako muodostuva öljyvahinkojättemäärä kuljettaa sellaisenaan käsittelylaitokselle tai prosessoida se rannalla siirrettävän käsittelylaitoksen avulla. Käsittelyvaihtoehdoiksi valitaan ELSUssa esitetyjä vaihtoehtoja, jotka on esitetty kappaleessa 3.5. Tarkoituksena on myös selvittää, onko tällä hetkellä käytössä oleva SÖKÖ I-toimintamallin mukainen suositus kolmeen jätejakeeseen lajittelusta mahdollisesti kustannustehokkain vaihtoehto. Taulukossa 3 on esitetty vertailtavat lajitteluvaihtoehdot:

Taulukko 3. Vertailtavat lajitteluvaihtoehdot.

Lajitteluvaihtoehdot	Öljy-vesiseos	Öljyinen maa-aines	Öljyinen sekajäte	Öljyinen maa-aines & öljyinen sekajäte
Ei lajittelua, kuljetus Riihimäen käsittelylaitokselle	X			X
Nykytilanne (SÖKÖ I), kuljetus Riihimäen käsittelylaitokselle	X	X	X	
Nykytilanne (SÖKÖ I), siirrettävä käsittelylaitos	X	X	X	
Ei lajittelua, siirrettävä käsittelylaitos	X			X
Nykytilanne (SÖKÖ I), siirrettävä käsittelylaitos ja kuljetus Kotkan käsittelylaitokselle	X	X	X	

Kustakin viidestä vaihtoehdosta selvitetään lajittelusta muodostuvat kokonaiskustannukset, jolloin löydetään kustannustehokkain vaihtoehto. Laskelmat antavat myös tietoa kokonaiskustannuksiin vaikuttavista erityistekijöistä.

7.1 Kaikille lajittelutavoille yhteiset kustannukset

Kaikista taulukossa 3 esitetyistä lajitteluvaihtoehdoista muodostuu samoja kustannustekijöitä, jotka esitellään seuraavassa. Tulee kuitenkin huomioida, että kustannuksiin vaikuttavat monet seikat, kuten kiintoaineen määrä ja öljypitoisuus, joista on mahdotonta antaa tarkkoja arvioita. Tässä työssä tukeudutaankin pääasiassa ELSUssa esitettyihin arvioihin.

Laskennan suurin tavoite on osoittaa vaihtoehtojen väliset eroavaisuudet. Ohjeita lajitteluun pyritään antamaan etenkin erilaisista lajitteluvaihtoehdoista muodostuvien käsittelykustannusten avulla. Käsittelykustannuksia selvitetessä havaitaan, miten öljyvahinkojättejakeet voidaan erilaisissa laitoksissa jakaa eri käsittelyprosesseihin. Erilaiset prosessivaih-

toehdot ja niistä muodostuvat kustannukset antavat viitteitä optimaalisesta lajitteluvaihtoehdosta.

Taulukossa 4 on esitetty laskennassa käytetyt alkuarvot. Monien yksikkökustannusten vaihteluväli on verrattain suuri, jolloin tietyistä kustannustekijöistä on ollut järkevää valita jokin hieman yleistäväkin arvo. Myös joitain apuarvoja on jouduttu käyttämään, jotta on päästy taulukossa esitettyihin lukuihin. Koneellisen keräyksen kustannusten laskemisessa on tarvittu tunnissa kerättävä öljyvahinkojättemäärä, jotta lopulliset kustannukset on voitu selvittää. Käsien suoritettavan keräyksen kustannusten selvittämiseksi on tarvittu arvio keräyshenkilöstön keräysnopeudesta.

Taulukko 4. Laskennan alkuarvot

Yksikkökustannukset	Kustannus	Yksikkö	Huomautukset	Lähde
Käsin suoritettava keräys	20	€/h/kerääjä	Keräysnopeus 50–100 l/h/kerääjä	Saarinen 2009
Koneellinen keräys	110	€/h	Kaivinkone + 2 apumiestä, keräysnopeus 5 t/h	Högström 2009
Henkilöstökustannukset	20	€/vrk/kerääjä	Oletetaan 1000 henkilöä	Saarinen 2009
Varustekustannukset	50–145	€/kerääjä	Tavallinen pensvarustus 50 €	Ekholm 2009
Välivarastointi, Ekokem Oy Ab Riihimäki	20; 35	€/t	Nestemäinen 20 €/t, kiinteä 35 €/t	Karppanen 2009
Välivarastointi, Domargårdin jäteasema	20 000	€/a	Vuokratkustannukset	Heikkonen 2010
Välivarastointi, Domargårdin jäteasema	5	€/t	Koneellinen vastaanotto ja lastaus	Heikkonen 2010
Astiat, nykytilanne	0,8, 8, 35	€/kpl	10 litra 0,8 €/kpl, 100 litra 8 €/kpl, 140 litra 35 €/kpl	Lempinen 2006; Tykkyläinen 2010
Astoiden suojapussit, nykytilanne	0,05, 0,2, 0,8	€/kpl	10 litra 0,05 €/kpl, 100 litra 0,2 €/kpl, 140 litra 0,8 €/kpl	Lempinen 2006
Kuljetus käsittelylaitokselle, kiinteä jäte	5,6, 3,8, 2,7	€/km	50 km matka 5,6 €/km, 100 km matka 3,8 €/km ja 200 km matka 2,7 €/km	Saarinen 2009
Kuljetus käsittelylaitokselle, nestemäinen jäte	5,6, 3,8, 2,7	€/km	50 km matka 5,6 €/km, 100 km matka 3,8 €/km ja 200 km matka 2,7 €/km	Saarinen 2009
Käsittely siirrettävällä termodesoprtiolaitoksella				
Käsittelykapasiteetti	50 000–100 000	t/a	Riippuu runsaasti jätteen laadusta	Uotila 2010a
Öljyinen maa-aines	150	€/t	Riippuu runsaasti jätteen öljypitoisuudesta ja maa-aineksen laadusta	Uotila 2010b
Öljyinen sekajäte	300	€/t	Riippuu runsaasti jätteen laadusta	Uotila 2010b
Käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:n laitoksella				
Käsittelykapasiteetti	72 000	t/a		Kaakkois-Suomen ympäristökeskus

				2009a, 40
Öljy-vesiseos	150	€/t		Karppanen 2009
Öljyinen maa-aines	100	€/t	Öljypitoisuus alle 10 000 mg/kg	Karppanen 2009
Öljyinen maa-aines	340	€/t	Öljypitoisuus yli 10 000mg/kg	Karppanen 2009
Öljyinen sekajäte	340	€/t		Karppanen 2009
Tuhkan sijoituskustannus	150	€/t	Vastaanottomaksu	Lounais-suomen ympäristökeskus 2009, 43
Käsittely Kotkan hyötyvoimalaitoksella				
Öljyisen sekajätteen käsittelykapasiteetti	5-10 000	t/a	Riippuu runsaasti öljypitoisuudesta	Lanki 2010
Öljyinen sekajäte	100	€/t	Riippuu runsaasti öljypitoisuudesta	Lanki 2010

7.1.1 Keräyskustannukset

Öljyn oletetaan taulukon 2 mukaisesti leviävän noin 200 km alueelle, joka vastaa melko hyvin läntisen Suomenlahden rannikon pituutta (saaria ei ole huomioitu). Koneellisesti ja käsin suoritettavan öljyvahinkojätteen keräyksen suhteen arvioiminen on erittäin vaikeaa. Voi olla, että osalle alueista soveltuu pelkästään käsin suoritettava keräys. Todennäköistä on myös, että monet alueet prosessoidaan ensin koneellisesti ja loppuhienosäätö suoritetaan käsityönä. Osa alueista voi olla pelkästään koneellisen keräyksen varassa. (Tolonen 2009.)

Öljyvahinkojätteen oletetaan esiintyvän pääasiassa rannoilla, joilla voidaan käyttää koneellisia keräysmenetelmiä. Tällöin koneellisesti ja käsin suoritettavan öljyvahinkojätteen keräyksen oletetaan tapahtuvan suhteessa 80/20, eli koneellisen käsittelyn osuus on huomattavasti suurempi. Kustannuksia, jotka muodostuvat kuljetuksista rantakaistaleen keräyspisteeseen ja lohkon kuljetuspisteen välillä ei ole huomioitu niiden vähäisen merkityksen takia. Keräys- ja kuljetuspisteiden merkitystä on selostettu kappaleessa 3.3.

Öljyvahinkojätteen keräyksen oletetaan siis tapahtuvan suhteessa 80/20, eli käsin keräyksen osuus on 20 %. Seuraavassa esitetään laskelma koneellisesti ja käsin kerättävistä öljyvahinkojättemääristä. Laskennassa tarvittava kerätyn öljyvahinkojätteen kokonaismäärä (232 000 t) on esitetty taulukossa 2.

$$Q_{kone, käsin} = Q_{tot} \cdot \beta, \text{ missä} \quad (1)$$

$Q_{kone, käsin}$ = Koneellisesti tai käsityönä kerättävän öljyvahinkojätteen määrä [t]

Q_{tot} = Öljyvahinkojätteen kokonaismäärä [t]

β = Kerättävän öljyvahinkojätteen osuus

Sijoittamalla arvot yhtälöön 1, saadaan koneellisesti kerättäväksi öljyvahinkojättemääräksi:

$$Q_{kone, käsin} = 232\,000 \text{ t} \cdot 0,8 = 185\,600 \text{ t}$$

Käsityönä kerättävän öljyvahinkojätteen määrä saadaan myös sijoittamalla käsin keräyksen arvot yhtälöön 1, jolloin tulokseksi saadaan 46 400 t.

Kun koneellisesti ja käsityönä kerättävät öljyvahinkojättemäärät on selvitetty, voidaan laskea niistä aiheutuvat kustannukset. Laskennassa oletetaan, että koneellisesti pystytään keräämään 5 t/h. Koneellisen keräyksen hinnaksi arvioidaan 70 €/h, johon tulee lisätä vielä tarvittavien kahden apumiehen kustannukset, joiksi oletetaan 20 €/h/henkilö. (Högström 2009.) Koneellisen keräyksen tuntikustannukseksi muodostuu näin: (70+20+20) €/h = 110 €/h.

Käsityönä kerättävän öljyvahinkojättemäärän keräysnopeudeksi on edeltävissä onnettomuuksissa määritetty noin 50–100 l/h/kerääjä ja kustannuksiksi n. 20 €/h/kerääjä. Kustannuksiin vaikuttaa suuresti, onko kyseessä palomies, joka tekee keräystä ylitöinä vai vapaaehtoinen, toimenpidepalkkainen palomies tms. (Saarinen 2009a.) Käsityönä suoritettava keräys on myös paljon henkilöstöresursseja vaativaa toimintaa, mikä osaltaan nostaa sen kustannuksia. Laskuissa oletetaan, että keräysnopeus on 100 l/h/kerääjä. Lajittelun ei oleteta alentavan keräysnopeutta.

Taulukossa 4 on määritetty, että kerääjiä oletetaan olevan 1000 henkilöä. Kaikki eivät kuitenkaan ole yhtä aikaa keräämässä, henkilöstön saatavuudesta ja muista seikoista johtuen, joten kerrallaan keräystä tekevien henkilöiden määräksi oletetaan 700.

Seuraavassa on laskettu koneellisen keräyksen muodostamat kustannukset:

$$C_{kone,kust} = \left[\left(\frac{Q_{kone}}{Q_{kone,kapas}} \right) \cdot C_{kone,hinta} \right] / 10^6, \text{ missä} \quad (2)$$

$C_{kone,kust}$ = Koneellisesta keräyksestä aiheutuvat kustannukset [M€]

$Q_{kone,kapas}$ = Koneellisen keräyksen kapasiteetti [t/h]

$C_{kone,hinta}$ = Koneellisen keräyksen yksikkökustannus [€/h]

Sijoittamalla koneellisen keräyksen arvot yhtälöön 2, saadaan kustannuksiksi:

$$C_{kone,kust} = \left[\left(\frac{185600t}{5t/h} \right) \cdot 110 \text{ €/h} \right] / 10^6 = 4,08 \text{ M €}$$

Jotta käsityönä suoritettavan keräyksen aiheuttamat kustannukset voidaan määrittää, tulee ensin laskea tunnissa kerättävä öljyvahinkojättemäärä. Taulukossa 4 on annettu yhden henkilön keräysnopeus 100 l/h, joka tulee ensin muuttaa tonnimääräksi. Saadun tonnimäärän avulla voidaan määrittää aiheutuvat kokonaiskustannukset. SÖKÖ I-loppuraportissa on öljyvahinkojätteen keskimääräiseksi ominaistilavuudeksi arvioitu 1,15 m³/t (Halonen 2007, 51). Sen avulla voidaan laskea yhden henkilön tunnissa keräämä öljyvahinkojättemäärä tonneina (100 l = 0,1 m³): 0,1 m³/h/1,15 m³/t = 0,087 t/h

Nyt voidaan laskea koko keräyshenkilöstön tunnissa keräämä öljyvahinkojättemäärä: 700 henkilöä x 0,087 t/h = 60,87 t/h. Kun tunnissa kerättävä öljyvahinkojättemäärä on selvillä, voidaan laskea keräyksestä aiheutuvat kustannukset. Laskussa tarvitaan myös käsin keräyksen tuntikustannus (20 €/h), joka on esitetty taulukossa 4.

$$C_{käsin,kust} = \left[\left(\frac{Q_{käsin}}{Q_{käsin,kapas}} \right) \cdot C_{käsin,hinta} \cdot P \right] / 10^6, \text{ missä} \quad (3)$$

$C_{käsin,kust}$ = Käsin suoritettavasta keräyksestä aiheutuvat kustannukset [M€]

$Q_{käsin,kapas}$ = Käsin suoritettavan keräyksen kapasiteetti [t/h]

$C_{käsin, hinta}$ = Käsin suoritettavan keräyksen yksikkökustannus [€/kerääjä]

P = Keräyshenkilöstön lukumäärä [kpl]

Sijoittamalla käsin suoritettavan keräyksen arvot yhtälöön 3, saadaan kustannuksiksi:

$$C_{käsin, kust} = \left[\left(\frac{46400 t}{60,87 t/h} \right) \cdot 20 \text{ €/h} \cdot 700 \right] / 10^6 = 10,67 \text{ M €}$$

Kun keräyksestä aiheutuvat kustannukset on saatu selvitettyä, tulee niihin lisätä vielä muutamia yksikkökustannuksia, jotta kokonaiskustannukset saadaan määritettyä. Seuraavaksi lasketaan henkilöstö-, varuste-, astia-, ja väliavarastointikustannukset.

7.1.2 Henkilöstökustannukset

Yhtä aikaisesti keräystyötä tekevien määräksi on edellä määritetty 700 henkilöä ja jokaisesta keräyshenkilöstä oletetaan aiheutuvan 20 € kustannukset vuorokaudessa. Kustannuksia aiheutuu mm. muonituksesta ja henkilökohtaisesta hygieniasta huolehtimisesta, kuten WC-tilojen järjestämisestä. (Saarinen 2009a.) Henkilöstökustannusten laskemiseksi tulee ensin selvittää keräyspäivien lukumäärä. Tehollista työaika työpäivän aikana oletetaan olevan 6 h/kerääjä. Keräyspäivien lukumäärä saadaan muuttamalla yhtälössä 3 laskettu tuntimäärä vuorokausiksi: $(46\,400 \text{ t}/60,87 \text{ t/h})/6 \text{ h/vrk} = 127 \text{ vrk}$. Tämän jälkeen voidaan laskea muodostuvat henkilöstökustannukset: $(127 \text{ vrk} \times 20 \text{ €/vrk} \times 700)/10^6 = 1,78 \text{ M€}$.

7.1.3 Varustekustannukset

Varustekustannukset riippuvat hyvin pitkälti varustuksen laadusta. Yhden henkilön suojavaustus maksaa 50–145 €. Tavallinen perusvarustus maksaa 50 € ja perusvarustusta laajempi varustus 145 €. (Ekholm 2009.) Perusvarustussisältää kertakäyttöhaalarit, sadevaatteet, saappaat (joita voidaan käyttää useampaan kertaan usean kerääjän toimesta), kämmenistä karhennetut öljyn kestävät kumihansikkaat, suojalasit sekä hengitysmaskin (Lehmuskoski 2006, 9). Kalliimpi varustus käsittää perusvarustuksen lisäksi mm. öljynkestävän sadeasun ja kokonaamarin kemikaalisuodattimella (Ekholm 2009). Suomen WWF:llä on torjuntatyön aloittamiseen tarvittava suojavaatetuskalusto, joka tuskin kuitenkaan riittää

suuronnettomuustilanteessa. WWF on myös selvittänyt mahdollisia hankintakanavia, joiden kautta tarvittavaa kalustoa on saatavilla lisää torjuntatyön jatkuessa. (Pynnönen 2010, 36.)

Tässä laskelmassa oletetaan, että keräyshenkilöstöllä on käytössään tavallinen perusvarustus, jolloin varustekustannuksiksi muodostuu: $(50 \text{ €/henkilö} \times 1000 \text{ henkilöä})/10^6 = 0,05 \text{ M€}$. Tähän summaan tulee vielä lisätä joka päivä vaihdettavista kertakäyttöhaalareista muodostuvat kustannukset. Kertakäyttöhaalareita kuluu jokaisella kerääjällä kaksi kappaletta vuorokaudessa, niiden likaantumisen ja yleisistä hygieniasyistä johtuen (Nurminen 2009). Laskennan yksinkertaistamiseksi oletetaan, että koko keräyshenkilöstö suorittaa keräystä koko 127 vuorokauden ajan ja jokainen kerääjä vaihtaa kertakäyttöhaalariansa päivittäin kaksi kertaa. Haalarin hinta vaihtelee tilauksen suuruudesta riippuen. Esimerkiksi 600 kpl:n tilauksen yhteydessä hinta on noin 3,6–4,6 €/kpl. (Ekholm 2010.) Haalarin hinnaksi laskelmassa oletetaan 4 €/kpl, jolloin kertakäyttöhaalareiden kustannuksiksi muodostuu: $(127 \text{ vrk} \times 4 \text{ €/vrk} \times 700 \times 2)/10^6 = 0,71 \text{ M€}$. Kun tämä lisätään edellä laskettuihin varustekustannuksiin, saadaan kokonaisvarustekustannuksiksi: $0,05 \text{ M€} + 0,71 \text{ M€} = 0,76 \text{ M€}$.

7.1.4 Astiakustannukset

Astiakustannukset muodostuvat käsityönä suoritettavasta öljyvahinkojätteen keräyksestä. Tulee kuitenkin huomioida, että keräyksessä tarvittavasta astiakapasiteetista osa on jo olemassa. Taulukossa 5 on esitetty Itä-Uudenmaan, Helsingin ja Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksilla sekä WWF:n vapaaehtoisilla öljyntorjuntajoukoilla käytössä olevat keräysastiamäärät.

Taulukko 5. SÖKÖ II-hankkeen toimialueella käytössä olevat keräysastiamäärät (Itä-Uudenmaan pelastuslaitos 2009; Pirinen 2009).

Keräysastioiden sijainti	Keräysastioiden määrä
Itä-Uudenmaan pelastuslaitos	365
Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos	365 (Arvio)
Helsingin pelastuslaitos	365 (Arvio)
WWF:n vapaaehtoiset öljyntorjuntajoukot	n. 60
Yhteensä	1 155

Helsingin ja Länsi-Uudenmaan tietoja ei ollut saatavilla, joten niiden määriksi oletetaan Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen astiamäärä, joka todennäköisesti vastaa melko hyvin vallitsevaa tilannetta. Keräysastiat ovat onnettomuustilanteessa helposti hankittavaa kalustoa, joten kovin suurten varastojen ylläpito ei ole edes tarkoituksenmukaista (Pirinen 2009). Myös Lassila & Tikanoja Oyj on mukana öljyntorjuntatyön kartoituksessa ja onnettomuustilanteessa heillä on kapasiteettia muodostaa nk. rannikkoterminaali, josta löytyy keräysastioita, kuormalavoja ja muita vastaanottovarusteita (Helenius 2009).

Ensin lasketaan tarvittava kokonaisastiamäärä. Kustannuksia muodostuu myös keräysastioissa suojapusseina käytettävistä muovipusseista. Muovipusseja oletetaan käytettävän kaksinkertaisesti, eli jokaisessa keräysastiassa on kaksi pussia. Taulukossa 6 on esitetty SÖKÖ I-toimintamallissa selvitetty astiatarpeet.

Taulukko 6. Astiatarve kaistaleella, lohkoilla ja kahdenkymmenen kilometrin keräysalueella (Halonen 2007, 69, muokattu).

Astiamäärä [kpl]	1 kais- tale	1 lohko	20 lohkoa
KERÄYSHENKILÖSTÖN ASTIAT	7	35	700
Keräysämpärit, 10 l	5	25	500
Saavit, 100 l	2	10	200
KERÄYSPISTEEN JÄTEASTIAT, 140 l	8	40	800
Punainen	3	15	300
Keltainen	3	15	300
Musta/antrasiitti	2	10	200
KULJETUSPISTEEN JÄTEASTIAT, 240-1 000 l		14	280
Vaihtolava		2	40
Jäteastiat			
Punainen		4	80
Keltainen		4	80
Musta/antrasiitti		4	80
YHTEENSÄ	15	89	1780

10 l astioilla suoritetaan jätteen alkukeräys, jonka jälkeen ne tyhjennetään 100 l saaveihin. Keräyspisteissä on käytössä 140 l astioita. Astioita myös kierrätetään keräyslohkoilta toisille, joten oletetaan, että vain yksi kymmenesosa kokonaiskeräysastiamäärästä joudutaan hankkimaan. Astioita rikkoutuu ja vahingoittuu säännöllisesti, joten loputtomiin samaa astiamäärää ei voida kierrättää. Laskuissa oletetaan, että keräysastioiden sisällä käytettävät suojapussit täytetään puolilleen täyteen kapasiteettiinsa nähden, joka vastaa melko hyvin vallitsevaa käytäntöä.

Keräysastioiden määrä saadaan selvitettyä taulukossa 6 esitetyn astiajakautaman avulla. Taulukossa yksi lohko tarkoittaa yhden km levyistä rantakaistaletta. Keräysastioiden määrä lasketaan käyttämällä 20 lohkon tietoja. Laskennan lähtötietojen mukaan laskenta suoritetaan 200 km rantakaistaleelle, joten 20 lohkon astiamäärät tulee kertoa kymmenellä. Taulukon 6 mukaisesti 10 l keräysämpäreitä tarvitaan 20 km rantaviivan alueella 500 kpl. 200 km matkalla niitä tarvitaan silloin 10-kertaisesti, eli 5 000 kpl. Kun vielä huomioidaan oletus, jonka mukaan astioita kierrätetään niin tehokkaasti, että todellinen astiatarve on vain yksi kymmenesosa äsken selvitetystä määrästä, niin saadaan todellinen astiamäärä selvitettyä: $5\,000\text{ kpl}/10 = 500\text{ kpl}$

100 ja 140 litran astiatarpeet lasketaan samalla periaatteella kuin 10 litran astiatarve, jolloin niiden määräksi muodostuu:

- 100 litran astiat: 200 kpl
- 140 litran astiat: 800 kpl

Kun tarvittavat astiamäärät on saatu selvitettyä, voidaan laskea niistä muodostuvat kustannukset. Seuraavassa on esitetty 10 l astioille muodostuva kokonaishinta. Hintoina käytetään taulukossa 4 esitettyjä arvoja (10 l astioiden hinta 0,8 €/kpl).

$$C_{\text{ker astiat, kok, 10}} = Q_{10} \cdot C_{\text{Kerastiat, 10}}, \text{ missä} \quad (4)$$

$$C_{\text{ker astiat, kok, 10}} = 10\text{ l keräysastioiden kokonaishinta [M€]}$$

$$Q_{10} = 10\text{ l keräysastioiden määrä [kpl]}$$

$$C_{\text{Kerastiat, 10}} = 10\text{ l keräysastioiden kappalehinta [€]}$$

Sijoittamalla arvot yhtälöön 4, saadaan 10 l keräysastioiden hinnaksi:

$$C_{\text{ker astiat, kok, 10}} = (500 \cdot 0,8\text{€}/\text{kpl}) = 400\text{ €}$$

100 ja 140 litran astioiden hinnat lasketaan myös yhtälön 4 avulla. 100 litran astioiden hinta on 8 €/kpl (Lempinen 2006). 140 litran PWS-astioiden hintana käytetään 35 €/kpl (Tykkyläinen 2009). Nyt kokonaisastiakustannukset voidaan selvittää:

$$C_{\text{ker astiat, kok, tot}} = (0,0004 + 0,0016 + 0,028) M \text{ €} = 0,03 M \text{ €}$$

Kokonaisastiakustannuksista huomataan, että niiden merkitys lajitteluketjun kokonaiskustannusten kannalta on erittäin vähäinen. Astiat ovat myös onnettomuustilanteessa helposti hankittavia materiaaleja.

7.1.5 Suojapussien kustannukset

Tarvittavien suojapussien määrä saadaan selvitettyä öljyvahinkojätteen tilavuuden avulla. Suojapusseja tarvitaan 10 l, 100 l ja 140 l astioihin. Laskuissa oletetaan, että suojapussit täytetään puolilleen täyteen kapasiteettiinsa nähden, joka vastaa melko hyvin vallitsevaa käytäntöä. Muovipussien hintoina käytetään alla esitettyjä arvoja:

- 0,05 €/kpl (10 l pussi)
- 0,20 €/kpl (100 l pussi)
- 0,8 €/kpl (140 l pussi) (Lempinen 2006, Liite 3/1)

Yhtälön 1 mukaisesti, käsin kerätyn öljyvahinkojätteen määräksi muodostuu 46 400 t. Tonnimäärä tulee kuitenkin muuttaa kuutiomääräksi, jotta voidaan laskea tarvittavien suojapussien kappalemäärä. Öljyvahinkojätteen keskimääräisen ominaistilavuuden avulla voidaan laskea öljyvahinkojätteen tilavuus kuutiometreinä:

$$V_{\text{jäte, käs in}} = Q_{\text{Käs in}} \cdot \delta_{\text{jäte, ka}}, \text{ missä} \quad (5)$$

$$V_{\text{jäte, käs in}} = \text{Käsin kerätyn öljyvahinkojätteen tilavuus [m}^3\text{]}$$

$$\delta_{\text{jäte, ka}} = \text{Öljyvahinkojätteen keskimääräinen ominaistilavuus [m}^3\text{/t]}$$

Sijoittamalla arvot yhtälöön 5, saadaan öljyvahinkojätteen tilavuudeksi:

$$V_{jäte, käs} = 46\,400 \text{ t} \cdot 1,15 \text{ m}^3/\text{t} = 53\,360 \text{ m}^3$$

Nyt voidaan laskea 10 litran suojausseista muodostuva kokonaiskustannus:

$$C_{pussit, 10, tot} = \frac{V_{jäte, käs}}{V_{pussi, 10}} \cdot C_{pussi, 10, kpl} \cdot \chi, \text{ missä} \quad (6)$$

$C_{pussit, 10, tot}$ = 10 l suojaussien kokonaishinta [M€]

$V_{pussi, 10}$ = Pussiin kerättävä öljyvahinkojättemäärä [m³]

$C_{pussi, 10, kpl}$ = 10 l pussin kappalehinta [€]

χ = Suojaussien määrä keräysastiaa kohden [kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 6, saadaan 10 l pussien kokonaishinnaksi:

$$C_{pussit, 10, tot} = \left[\frac{53\,360 \text{ m}^3}{0,005 \text{ m}^3} \cdot 0,05 \text{ €/kpl} \cdot 2 \right] / 10^6 = 1,07 \text{ M €}$$

100 ja 140 l suojaussien hinnat saadaan myös sijoittamalla niiden arvot yhtälöön 6, jolloin 100 l pussien hinnaksi muodostuu 0,43 M€ ja 140 l pusseille 1,22 M€.

Kun kaikkien pussien kustannukset on selvitetty, voidaan laskea suojausseista muodostuvat kokonaiskustannukset:

$$C_{pussit, kok} = C_{pussit, 10, tot} + C_{pussit, 100, tot} + C_{pussit, 140, tot}, \text{ missä} \quad (7)$$

$C_{pussit, kok}$ = Suojausseista muodostuva kokonaishinta [M€]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 7, saadaan muodostuviksi kokonaiskustannuksiksi:

$$C_{pussit, kok} = 1,07 \text{ M €} + 0,43 \text{ M €} + 1,22 \text{ M €} = 2,71 \text{ M €}$$

7.2 Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla-vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset

Tässä kappaleessa esitellään kustannukset, jotka muodostuvat kun öljyvahinkojäte kuljetetaan lajittelematta Riihimäen Ekokem Oy Ab:n käsittelylaitokselle käsiteltäväksi. Keräys-, henkilöstö-, varuste-, astia- ja suojaussien kustannukset on selvitetty kappaleessa 7.1. Kaikki tästä vaihtoehdosta muodostuvat kustannustekijät on esitelty taulukossa 9 ja kuvassa 9.

7.2.1 Välivarastointikustannukset

Tämän lajitteluvaihtoehdon mukaisesti koko öljyvahinkojättemäärä kuljetetaan Riihimäen Ekokem Oy Ab:n laitokselle. On arvioitu, että Riihimäen Ekokem Oy Ab pystyy käsittelemään kiinteää öljyvahinkojätettä 72 000 t/a (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 40). Arvio pitää todennäköisesti paikkansa, mikäli yhdistetään Ekokem Oy Ab:n ja Ekokem-Palvelu Oy:n vastaanottokapasiteetit. Arvio koskee lähinnä siis vastaanottokapasiteettia, eikä välttämättä käsittelykapasiteettia. Kyseisessä raportissa todennäköisesti oletetaan, että suurin osa öljyvahinkojätteestä on öljyllä saastunutta maa-ainesta. (Alonen 2010.)

Jätejaakohtaisesti Riihimäen Ekokemin vastaanottokapasiteetit ovat: öljyiset massat noin 20–40 000 t/a, öljyinen sekajäte 10–15 000 t/a ja öljy-vesiseos 8-15 000 t/a. Kaikki arviot sisältävät oletuksen siitä, että jätejakeet toimitetaan vuoden aikana. Luvut ovat tämän hetken arvioita nykyisille käsittelymenetelmille. Kapasiteettiin vaikuttavat jätteen laatu, käytössä olevat menetelmät ja muu jätetilanne. Edellä mainituista seikoista johtuen vapaa kapasiteetti saattaa olla jotain aivan muuta kuin edellä esitetyt arviot. (Alonen 2010.) Riihimäen Ekokem Oy Ab:n ympäristölupaan sisältyy kohta, jonka mukaisesti esim. suuronnettomuustilanteessa vastaanotto- ja käsittelykapasiteettia voidaan kasvattaa (Uimarihuhta 2010). Koska tämän diplomityön laskuosuus käsittelee juuri suuronnettomuustilannetta, voidaan olettaa, että edellä esitetty 72 000 t/a käsittelykapasiteetti on käyttökelpoinen arvio.

Laskelmassa oletetaan, että sekä kiinteä että nestemäinen jäte välivarastoidaan kokonaisuudessaan. Todellisessa tilanteessa välivarastointitarve on todennäköisesti suurin keräystoiminnan alkuvaiheessa kun koneellisten keräysmenetelmien osuus on yleensä huomattava. Myöhemmässä vaiheessa suoritetaan enää lähinnä rantojen viimeistelevää puhdistusta (yleensä käsityö), jolloin jätettä kerätään enää melko pieniä määriä. Keräystoiminta saattaa joissain tapauksissa kestää jopa useita vuosia, joten välivarastoinnin kestoa on vaikea arvioida. Välivarastoinnin kesto ei kuitenkaan saisi pidentyä yli kahden vuoden, jota pidetään välivarastoinnin järkevänä maksimikestona (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 40).

Kiinteän öljyvahinkojätteen välivarastointikustannukseksi on määritetty 35 €/t ja nestemäiselle käytetään arvoa 20 €/t (Karppanen 2009). Välivarastoinnin kustannukset eivät kasva kyseisistä arvoista, vaikka välivarastointiaika olisi esim. kaksi vuotta (Karppanen 2010). Seuraavassa on laskettu kiinteän öljyvahinkojätteen välivarastoinnista muodostuvat kustannukset:

$$C_{\text{väli var, kiint, tot}} = Q_{\text{väli var, kiint}} \cdot C_{\text{väli var, kiint}}, \text{ missä} \quad (8)$$

$C_{\text{väli var, kiint, tot}}$ = Kiinteän öljyvahinkojätteen välivarastoinnista muodostuvat kokonaiskustannukset [M€]

$C_{\text{väli var, kiint}}$ = Kiinteän öljyvahinkojätteen välivarastointikustannukset [€/t]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 8, saadaan:

$$C_{\text{väli var, kiint, tot}} = [232\,000 \text{ t} \cdot 35\text{€/t}] / 10^6 = 8,12 \text{ M €}$$

Nestemäisen öljyvahinkojätteen välivarastoinnin kustannukset saadaan selville samalla periaatteella kuin edellä lasketut kiinteän öljyvahinkojätteen kustannukset:

$$C_{\text{väli var, neste, tot}} = Q_{\text{väli var, neste}} \cdot C_{\text{väli var, neste}}, \text{ missä} \quad (9)$$

$C_{väli\ var, neste, tot}$ = Nestemäisen öljyvahinkojätteen välivarastoinnista muodostuvat kokonaiskustannukset [M€]

$C_{väli\ var, neste}$ = Nestemäisten öljyvahinkojätteiden välivarastointikustannukset [€/t]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 9, saadaan nestemäisen öljyvahinkojätteen välivarastointikustannukset selvitettyä:

$$C_{väli\ var, neste, tot} = [37\ 500\ t \cdot 20\ \text{€/t}] / 10^6 = 0,75\ M\ \text{€}$$

7.2.2 Kuljetuskustannukset

Seuraavaksi lasketaan öljyvahinkojättemäärän kuljetuksesta käsittelylaitokselle aiheutuvat kustannukset. Kuljetuskustannuksina käytetään arvoja 5,6 €/km, 3,8 €/km ja 2,7 €/km, riippuen siitä onko kuljetusmatka 50, 100 vai 200 km (Saarinen 2009b). Laskuissa valitaan aina jokin näistä kolmesta arvosta, joka parhaiten vastaa kuljetusmatkaa. Tarkkaa kilometrikustannusta ei siis lasketa, vaan kolmella kustannustekijällä saavutetaan tarvittava tarkkuus. Kaikille yli 200 km kuljetusmatkoille käytetään myös arvoa 2,7 €/km. Kustannukset lasketaan edestakaisena matkana ja oletetaan, että kiinteän öljyvahinkojätteen kuljetukset suoritetaan 30 t keskimääräisellä kuormalla. Nestemäisten jätteiden kuljetuksiin käytetään 25 t keskimääräistä kuormaa (säiliöauto). Kuormien suuruudet vastaavat melko hyvin valittujen ajoneuvojen keskimääräisiä kuormakokoja ja ovat siten sovellettavissa myös öljyvahinkojätteiden kuljetusmääriin.

Kuljetuskustannusten laskemisessa oletetaan kuusi kuljetuspistettä, joista kuljetus käsittelylaitokselle alkaa. Valitut paikat on todettu soveltuviksi niin välivarastointiin kuin pitkäkestoisempaan varastointiin, joten niiden käyttö myös kuljetuspisteinä on perusteltua (Pascale 2009). Kuljetuspisteet jakautuvat melko tasaisesti noin 200 km matkalle, jolloin niiden välinen etäisyys ei pääse kasvamaan liian pitkäksi. Valitut kuljetuspisteet on esitelty taulukossa 7, johon on myös laskettu edestakainen kuljetusmatka käsittelylaitokselle sekä kuljetettava öljyvahinkojättemäärä, kiinteät että nestemäiset jätteet eroteltuina. Kuljetusmatka laskettiin Eniron reittihaun avulla, käyttämällä lyhimmän reitin määrittävää toimin-

toa (Eniro 2009). Todellisessa tilanteessa kuljetuksia ei välttämättä ole aina mahdollista suorittaa lyhintä mahdollista reittiä pitkin, johtuen mm. kuljetuskaluston vaatimasta tiestön kunnosta.

Öljyvahinkojätteen oletetaan jakautuvan tasaisesti kaikkien kuljetuspisteiden välille alla esitetyn laskelman mukaisesti:

$$Q_{jäte, kuljiste, kiint, neste} = \frac{Q_{kiint, neste}}{Q_{kuljiste, kpl}}, \text{ missä} \quad (10)$$

$$Q_{jäte, kuljiste, kiint, neste} = \text{Kuljetuspisteestä lähtevä öljyvahinkojätteen määrä [t]}$$

$$Q_{kiint, neste} = \text{Kiinteän tai nestemäisen öljyvahinkojätteen määrä [t]}$$

$$Q_{kuljiste, kpl} = \text{Kuljetuspisteiden lukumäärä [kpl]}$$

Sijoittamalla arvot yhtälöön 10, saadaan kuljetuspisteestä lähtevän kiinteän öljyvahinkojätteen määräksi:

$$Q_{jäte, kuljiste, kiint, neste} = \frac{232\,000\,t}{6} = 38\,667\,t$$

Nestemäisen öljyvahinkojätteen määrä saadaan sijoittamalla sen arvo, eli 37 500 t yhtälöön 10, jolloin kuljetuspisteestä lähtevän nestemäisen öljyvahinkojätteen määräksi muodostuu 6 250 t. Taulukossa 7 on esitetty kuljetuspisteistä lähtevät jätemäärät sekä kuljetusmatkat Riihimäen Ekokem Oy Ab:lle.

Taulukko 7. Öljyvahinkojätteiden kuljetuspisteet, joista kuljetus Riihimäen Ekokem Oy Ab:lle alkaa (Eniro 2009; Pascale 2009).

Lähtöpaikka	Öljyvahinkojättemäärä [t]	Kuljetusmatka (edestakainen) [km]
Valko, Loviisa	kiinteä 38 667, nestemäinen 6 250	308
Domargårdenin jäteasema, Porvoo	kiinteä 38 667, nestemäinen 6 250	232
Mömosseinin jäteasema, Sipoo	kiinteä 38 667, nestemäinen 6 250	148
Inkoon satama	kiinteä 38 667, nestemäinen 6 250	256
Pohjoissatama, Raasepori	kiinteä 38 667, nestemäinen 6 250	272
Hangon jäteasema	kiinteä 38 667, nestemäinen 6 250	334

Todellisessa tilanteessa kuljetuspisteitä on todennäköisesti enemmän ja kuljetuspisteiden yhteydessä suoritetaan myös öljyvähinkojätteen välivarastointia, mikäli jätemäärä muodostuu suureksi. Öljyvähinkojäte ei myöskään todellisessa tilanteessa jakaudu tasaisesti kuljetuspisteiden kesken, vaan alueelliset erot ovat varmasti suuria, johtuen esim. rantojen erityispiirteistä.

Kun tiedetään kuljetettava öljyvähinkojättemäärä ja keskimääräinen kuorma, kilometrikustannus sekä kuljetusmatka, niin voidaan selvittää kuljetuksista aiheutuvat kustannukset. Ensin lasketaan jokaisesta kuljetuspisteestä lähtevien kuormien määrä, joka saadaan jakamalla kuljetuspisteessä oleva öljyvähinkojätteen kokonaismäärä kuljetusauton kapasiteetilla.

$$N_{kuormat, kuljiste} = \frac{Q_{jäte, kuljiste, kiint\ eä, neste}}{L_{kapas}}, \text{ missä} \quad (11)$$

$N_{kuormat, kuljiste}$ = Kuljetuspisteeltä lähtevien kuormien määrä [kpl]

$Q_{jäte, kuljiste, kiint\ eä, neste}$ = Kuljetuspisteeltä lähtevän kiinteän tai nestemäisen öljyvähinkojätteen määrä [t]

L_{kapas} = Auton kuljetuskapasiteetti [t]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 11, saadaan kuljetuspisteestä lähtevän kiinteän öljyvähinkojätteen kuljetuskuormien lukumääräksi:

$$N_{kuormat, kuljiste} = \frac{38\,667\text{ t}}{30\text{ t}} = 1\,289$$

Nestemäisen öljyvähinkojätteen kuljetuskuormien lukumäärä saadaan myös yhtälön 11 avulla, jolloin niiden määräksi muodostuu 250.

Kuormamäärien selvittyä voidaan laskea jokaisesta kuljetuspisteestä lähtevästä jätemäärästä aiheutuvat kustannukset, esimerkkinä lasketaan Loviisasta lähtevän kiinteän ja nestemäisen öljyvähinkojätteen kuljetusten aiheuttamat kustannukset. Muut kustannukset on esitetty taulukossa 8.

Loviisa, Valko:

$$C_{kuormat, kuljipiste} = N_{kuormat, kuljipiste} \cdot D_{kuormat, kuljipiste} \cdot C_{kuormat, km}, \text{ missä} \quad (12)$$

$C_{kuormat, kuljipiste}$ = Kuljetuspisteeltä lähtevistä kuormista aiheutuvat kustannukset
[M€]

$D_{kuormat, kuljipiste}$ = Siirtomatka kuljetuspisteeltä käsittelylaitokselle [km]

$C_{kuormat, km}$ = Keskimääräinen kilometrikustannus [€/km]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 12 saadaan:

$$C_{kuormat, kuljipiste} = (1\,289 \cdot 308 \text{ km} \cdot 2,7 \text{ €/km}) / 10^6 = 1,07 \text{ M€}$$

Myös nestemäisten öljyvahinkojätteiden kuljetusten aiheuttamat kustannukset saadaan yhtälön 12 avulla, jolloin niiden määräksi Loviisan Valkossa muodostuu 0,21 M€. Kaikki muodostuneet kuljetuskustannukset on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Kuljetuksista aiheutuvat kustannukset.

Lähtöpaikka	Kuljetusmatka (edestakainen) [km]	Kustannukset [M€]
Loviisa, Valko	308	kiinteä 1,07, nestemäinen 0,21
Domargårdenin jäteasema, Porvoo	232	kiinteä 0,81, nestemäinen 0,16
Mömosseinin jäteasema	148	kiinteä 0,72, nestemäinen 0,14
Inkoon satama	256	kiinteä 0,89, nestemäinen 0,17
Pohjoissatama, Tammisaari	272	kiinteä 0,95, nestemäinen 0,18
Hangon jäteasema	334	kiinteä 1,16, nestemäinen 0,23
Yhteensä		kiinteä 5,6, nestemäinen 1,09

7.2.3 Käsittelykustannukset

Kun kuljetuskustannukset on saatu selvitettyä, lasketaan vielä öljyvahinkojätteen käsittelystä laitoksella aiheutuvat kustannukset. Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla suoritetaan termodesorptiokäsittelyä tietyille jätejakeille. Ongelmajätteitä voidaan käsitellä kahdessa korkealämpötilauunissa sekä keskilämpötilauunissa, joka soveltuu hyvin esimerkiksi pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyyn. Haihdutuslaitoksella voidaan käsitellä öljyllä, liuottimilla ja

suoloilla likaantunutta vettä. Vedestä erotetut ongelmajätteeksi luokiteltavat jakeet poltetaan polttolaitoksella ja puhdistettu vesi johdetaan kunnalliselle vedenpuhdistamolle. (Ekokem Oy Ab 2010.)

Öljyisen maa-aineksen ja öljyisen sekajätteen muodostama seos voidaan käsitellä laitoksella samassa prosessissa. Kyseiselle seokselle ei kuitenkaan ole julkiseen käyttöön käsittelykustannusta, joten sille lasketaan keskimääräinen käsittelykustannus taulukossa 4 esitettyjen arvojen avulla. (Alonen 2010.) Luvussa 3 on mainittu arvio öljyvahinkojätteen sisältämästä öljymäärästä. Sen mukaan öljyä olisi 10 %, joten taulukosta 4 valitaan öljyiselle maa-ainekselle sitä vastaava arvo. 10 %:n öljyn osuus tarkoittaa sitä, että taulukosta tulee valita maa-ainekselle yli 10 000 mg/kg öljypitoisuutta vastaava arvo, eli 340 €/t. Myös öljyiselle sekajätteelle on taulukossa 4 määritetty käsittelykustannukseksi 340 €/t, joten kyseistä arvoa käytetään tulevassa laskelmassa. Käsittelykustannuksiin tulisi myös lisätä laitoksen vastaanottomaksut, mutta niistäkään ei ole julkiseen käyttöön soveltuvaa arviota, joten ne jätetään laskelman ulkopuolelle (Alonen 2010). Seuraavassa on laskettu kiinteän öljyvahinkojätteen käsittelystä laitoksella aiheutuvat kustannukset.

$$C_{\text{käsit, kiint, tot}} = Q_{\text{maa-aines, seka}} \cdot C_{\text{käsit, maa-aines, seka}}, \text{ missä} \quad (13)$$

$C_{\text{käsit, kiint, tot}}$ = Kiinteän öljyvahinkojätteen käsittelystä laitoksella aiheutuvat kokonaiskustannukset [M€]

$Q_{\text{maa-aines, seka}}$ = Öljyisen maa-aineksen ja öljyisen sekajätteen määrä [t]

$C_{\text{käsit, maa-aines, seka}}$ = Öljyisen maa-aineksen ja öljyisen sekajätteen keskimääräinen käsittelykustannus [€/t]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 13, saadaan:

$$C_{\text{käsit, kiint, tot}} = (232\,000\,t \cdot 340\,€/t) / 10^6 = 78,88\,M\,€$$

Myös nestemäisen öljyvahinkojätteen käsittelystä laitoksella aiheutuvat kokonaiskustannukset saadaan yhtälön 13 avulla. Käsittelykustannukseksi on määritetty 150 €/t (Karppa-

nen 2009). Tällöin nestemäisen öljyvahinkojätteen käsittelykustannuksiksi muodostuu 5,63 M€.

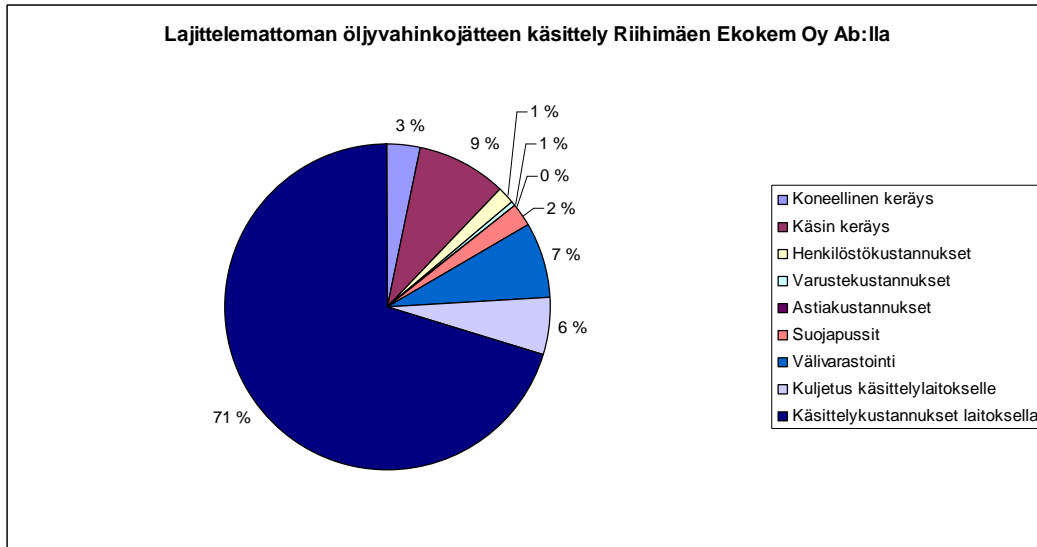
7.2.4 Kokonaiskustannukset

Kun kaikki yksikkökustannukset on saatu selvitettyä, voidaan laskea muodostuvat kokonaiskustannukset. Kokonaiskustannuksiksi muodostui noin 120 M€. Yksikkökustannukset on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla-vaihtoehdosta aiheutuvat yksikkökustannukset.

Yksikkökustannukset	Kustannus [M€]
Koneellinen keräys	4,08
Käsin keräys	10,67
Henkilöstökustannukset	1,78
Varustekustannukset	0,76
Astiakustannukset	0,03
Suojapussit	2,71
Välivarastointi	8,87
Kuljetus käsilaitokselle	6,69
Käsittelykustannukset laitoksella	84,51
Yhteensä	120,11

Kuvassa 9 on esitetty eri kustannustekijöiden väliset suhteet. Kuvasta nähdään, että käsittelykustannukset ovat selvästi suurin yksittäinen kustannustekijä.



Kuva 9. Lajittelematta käsittelylaitokselle-vaihtoehdosta muodostuvien kustannusten suhteet.

Muodostuva kokonaiskustannus on sängen suuri, mutta öljyvahingon jälkityön luonteen huomioiden oli jo ennalta selvää, että kustannukset nousevat huomattavan korkeiksi. Kuvasta huomataan, että suurimmiksi yksikkökustannuksiksi muodostuivat öljyvahinkojätteen käsittelykustannukset laitoksella, käsityönä suoritettava öljyvahinkojätteen keräys, välivarastointikustannukset sekä kuljetuskustannukset. Tämä onkin varsin luontevaa, koska öljyvahinkojätteen uniikin luonteen johdosta, myös sen käsittely on usein tavanomaisesta jätteestä poikkeavaa, jolloin myös kustannukset nousevat korkeiksi. Käsityönä suoritettava öljyvahinkojätteen keräys on myös usein hidasta ja paljon työpanosta vaativaa toimintaa, jolloin kustannukset nousevat suuriksi. Myös kuljetus- ja välivarastointikustannukset muodostuivat melko huomattaviksi, koska laskuesimerkissä öljyvahinkojätettä muodostui suuria määriä, jolloin myös kuljetus- ja välivarastointitarve kasvoivat melko merkittäviksi.

7.3 Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla-vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset

Kaikki tästä vaihtoehdosta muodostuvat yksikkökustannukset on esitetty taulukossa 10 ja kuvassa 10. Välivarastointi- ja kuljetuskustannukset ovat samat kuin edeltävässä vaihtoehdossa. Käsittelykustannukset kuitenkin eroavat, joten ne on esitetty seuraavassa kappaleessa.

7.3.1 Käsittelykustannukset

Kiinteää öljyvahinkojätettä on taulukon 2 mukaisesti 232 000 t. Öljyisen sekajätteen osuuden öljyvahinkojätteen kokonaismäärästä on arvioitu olevan kokonaisuuden kannalta pieni, vain muutamia prosentteja kokonaismäärästä (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 25). Öljyisen sekajätteen määräksi oletetaan 10 % kiinteästä öljyvahinkojättemäärästä. Tällöin sen määräksi muodostuu: $232\,000\text{ t} \times 0,1 = 23\,200\text{ t}$. Tällöin öljyisen maa-aineksen osuudeksi jää 208 800 t.

Kun öljyinen maa-aines ja öljyinen sekajäte tuodaan laitokselle erillään (lajiteltuna), ne myös käsitellään eri prosesseissa (Alonen 2010). Käsittelykustannukset on esitetty taulukossa 4. Öljyisen maa-aineksen oletetaan sisältävän öljyä yli 10 000 mg/kg, joten sen kohdalla käytetään arvoa 340 €/t. Öljyiselle sekajätelle on määritetty käsittelykustannuksiksi 340 €/t. Öljyvesiseoksen käsittelykustannuksena käytetään 150 €/t. (Karppanen 2009.)

Seuraavassa on laskettu kiinteän öljyvahinkojätteen käsittelystä aiheutuvat kustannukset:

$$C_{\text{käsit, kiint, tot}} = (Q_{\text{maa-aines}} \cdot C_{\text{käsit, maa-aines}}) + (Q_{\text{seka}} \cdot C_{\text{käsit, seka}}), \text{ missä} \quad (14)$$

$C_{\text{käsit, kiint, tot}}$ = Kiinteän öljyvahinkojätteen käsittelystä laitoksella aiheutuvat kokonaiskustannukset [M€]

$Q_{\text{maa-aines}}$ = Öljyisen maa-aineksen määrä [t]

$C_{\text{käsit, maa-aines}}$ = Öljyisen maa-aineksen käsittelykustannus [€/t]

Q_{seka} = Öljyisen sekajätteen määrä [t]

$C_{\text{käsit, seka}}$ = Öljyisen sekajätteen käsittelykustannus [€/t]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 14, saadaan:

$$C_{\text{käsit, kiint}} = [(208\,800\text{ t} \cdot 340\text{ €/t}) + (23\,200 \cdot 340\text{ €/t})] / 10^6 = 78,88\text{ M€}$$

Öljy-vesiseoksen käsittelykustannukset on laskettu jo kappaleessa 7.2.3, jonka mukaan niiksi muodostui 5,63 M€.

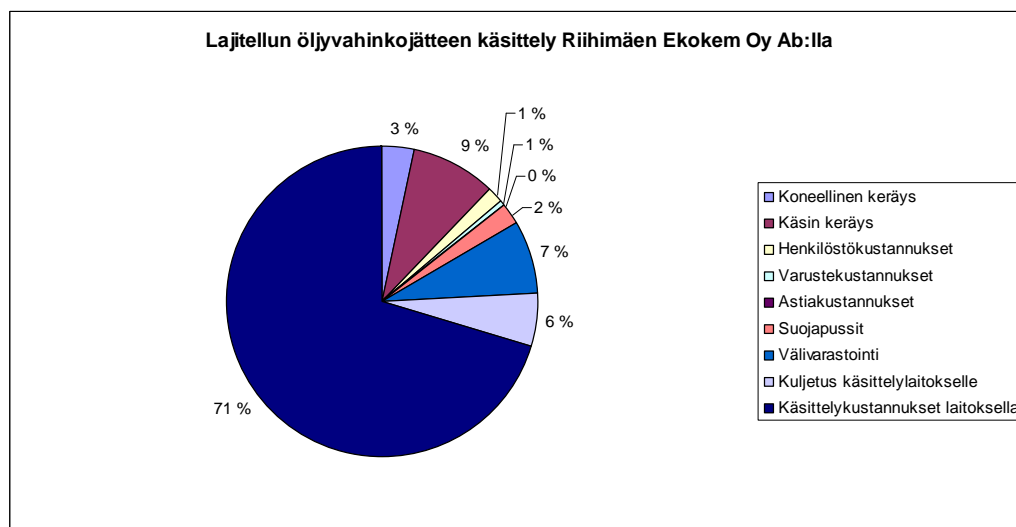
7.3.2 Kokonaiskustannukset

Yksikkökustannusten selvittyä, voidaan laskea muodostuvat kokonaiskustannukset. Kokonaiskustannukset ovat täsmälleen samat kuin edeltävässä vaihtoehdossa (lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla). Yksikkökustannukset on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittelystä Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla muodostuvat yksikkökustannukset.

Yksikkökustannukset	Kustannus [M€]
Koneellinen keräys	4,08
Käsin keräys	10,67
Henkilöstökustannukset	1,78
Varustekustannukset	0,76
Astiakustannukset	0,03
Suojapussit	2,71
Välivarastointi	6,15
Kuljetus käsittelylaitokselle	8,87
Käsittelykustannukset laitoksella	84,51
Yhteensä	120,11

Kuvassa 10 on esitetty kustannustekijöiden väliset suhteet. Kokonaiskustannukset ovat samat kuin edeltävässä vaihtoehdossa (lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla), joten luonnollisesti myös kustannustekijöiden suhteet ovat identtiset.



Kuva 10. Lajiteltuna käsittelylaitokselle-vaihtoehdosta muodostuvien kustannusten suhteet.

Muodostuneet kokonaiskustannukset ovat täysin samat kuin edeltävässä vaihtoehdossa. Tämä johtuu siitä, että lajittelun ei oletettu hidastavan keräystä, jolloin keräyskustannukset olivat identtiset edeltävän vaihtoehdon kanssa. Myös käsittelykustannukset osoittautuivat samansuuruisiksi. Tulee kuitenkin muistaa, että edeltävän vaihtoehdon käsittelykustannuksena käytettiin keskimääräistä arvoa, koska todellista kustannusta ei ollut saatavilla.

7.4 Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset

Tässä vaihtoehdossa oletetaan, että koko öljyvahinkojättemäärä käsitellään rannan läheisyydessä siirrettävän termodesorptiolaitoksen avulla. Termodesorptiolaitoksen toiminta perustuu polttotekniikkaan, jonka avulla lähes kaikki haitta-aineet voidaan käsitellä. Tämä kuitenkin edellyttää prosessin toimintojen ja polttolämpötilojen säätämistä. Käyttämällä korkeita 850–1 100 °C polttolämpötiloja voidaan haitta-aineet tuhota lopullisesti. Laitteistot eivät saastuta ympäristöään tai aiheuta puhdistuksen yhteydessä irtoavia haitta-aineita luontoon, vaan hävittävät ne polttamalla. Pilaantunut maa-aines puhdistetaan tulevaan käyttötarkoitukseen, esim. viherrakentamiseen soveltuvaksi. (Savaterra Oy.)

Siirrettäviä termodesorptiolaitoksia on Suomessa sekä Niska&Nyyssönen Oy:llä että Savaterra Oy:llä. Niska&Nyyssönen Oy:llä on käytössä yksi laitos, joka on mahdollista saada käyttökuntoon muutaman viikon kuluessa onnettomuustilanteesta. Laitteiston siirtoihin ja käyttökuntoon asentamisessa menee molempiin noin pari viikkoa, riippuen tietysti esim. onnettomuuspaikan sijainnista. (Rantsi 2010.)

Niska&Nyyssönen Oy:n laitos on kapasiteetiltaan melko pieni, joten ainoat todelliset vaihtoehdot suuronnettomuustilanteessa ovat Savaterra Oy:n kaksi laitosta. Toinen laitoksista on kapasiteetiltaan hieman suurempi ja tarkoitettu lähinnä ongelmajätteen käsittelyyn. Pienempi laitos on suunnattu pääasiassa öljyn käsittelyyn. Yleisesti laitosten saatavuustilanne riippuu esim. vuodenajasta. Kesällä vain toinen laitoksista on valmiustilassa. Yleisesti rannikon öljyntorjuntavalmiutta tulisi nostaa siten, että laitosten käytöstä tehtäisiin selvät sopimukset. Laitosten ylläpito valmiustilassa on melko kallista, joten asiassa tulisi olla selvät pelisäännöt. Valtio voisi esim. ostaa tai vuokrata yhden laitoksen, jolloin varmistettaisiin,

että laitos olisi heti käyttövalmiina suuronnettomuustilanteessa. Nykykäytännön mukaan vastuu laitoksen käyttövalmiudesta on yrityksillä, mikä osaltaan nostaa niiden työtaakkaa. (Uotila 2010a.)

Siirrettävistä termodesorptiolaitoksista aiheutuu monia samoja yksikkökustannuksia kuin Riihimäen käsittelylaitoksellakin, joten laskelmissa esitellään vain eroavat kustannustekijät. Keräys-, henkilöstö-, varuste-, astia ja suojapussikustannukset ovat samat kuin edeltävässä vaihtoehdossa, joten niiden laskelmia ei enää esitetä. Kuljetuskustannuksia muodostuu öljy-vesiseoksesta ja öljyisestä sekajätteestä muodostuvasta tuhkasta. Termodesorptio-käsittelystä yli jäävä puhdistettu maa-aines voidaan sijoittaa takaisin rannalle (Uotila 2010a).

7.4.1 Välivarastointikustannukset

Laskelmassa tehdään oletus, jonka mukaan sekä kiinteä että nestemäinen jäte välivarastoidaan kokonaisuudessaan. Välivarastointipaikoiksi oletetaan kappaleessa 7.2.2 esitetyt kuljetuspisteet. Niiden on todettu soveltuvan lyhyt- ja pitkäaikaiseen välivarastointiin. Kustannustietoina käytetään Domargårdenin jäteaseman kustannustietoja, jotka ovat todennäköisesti yleistettävissä myös muihin välivarastointipaikkoihin. Satamissa muodostuvia välivarastointikustannuksia on vaikea arvioida, joten Domargårdenin tiedoilla saavutetaan riittävä tarkkuus. Öljy-vesiseoksen kohdalla tehdään oletus, että se kuljetetaan käsiteltäväksi Riihimäen Ekokem Oy Ab:n laitokselle samoin kuin edeltävässä vaihtoehdossa, joten sen välivarastoinnin aiheuttamat kustannukset (0,75 M€) on jo selvitetty.

Domargårdenin jäteasemalla on arvioitu, että siellä voitaisiin varata noin 2,5 ha alue öljy-vahinkojätteiden välivarastointiin. Kyseisellä alueella voitaisiin arviolta välivarastoida erillisinä varastoaumoina noin 50 000 t (kerrallaan varastossa oleva määrä). Läpivirtauksen nopeus määrittelee vuosikapasiteetin, jos viipymä on esim. kuusi kuukautta, saadaan vuosikapasiteetiksi 100 000 t/a. Varastoitava määrä riippuu myös luonnollisesti mm. kasattavien jätekasojen muodosta. (Heikkonen 2010.)

Väliavarastointiin soveltuvan alueen osuus koko jätteenkäsittelyalueen vuokratuluista on noin 20 000 €/a. Myös öljyvahinkojätteiden koneellisesta vastaanotosta ja lastauksesta aiheutuu kustannuksia noin 5 €/t. (Heikkonen 2010.)

Laskussa oletetaan, että koko väliavarastoitava öljyvahinkojättemäärä vastaanotetaan ja lastataan koneellisesti. Kaikkien kappaleessa 7.2.2 esitettyjen kuuden kuljetuspisteen kustannukset oletetaan samansuuruisiksi kuin Domargårdenin jäteasemalla muodostuvat kustannukset. Laskun yksinkertaistamiseksi vuokratulot lasketaan kahdelle vuodelle. Vuokratuloksi muodostuu siis $2 \times 6 \times 20\,000 \text{ €/a} = 240\,000 \text{ €/a}$. Domargårdenin jäteaseman tietojen mukaan kyseisellä kustannuksella voitaisiin väliavarastoida jopa 300 000 t, vaikka väliavarastointitarve on 232 000 t. Saadulla arvolla kuitenkin saavutetaan riittävä tarkkuus. Koneellisesta vastaanotosta ja lastauksesta aiheutuvat kokonaiskustannukset ovat: $(232\,000 \text{ t} \times 5 \text{ €/t})/10^6 = 1,16 \text{ M€}$. Kiinteän jätteen kokonaisväliavarastointikustannuksiksi muodostuu siis: $(0,24 + 1,16) \text{ M€} = 1,4 \text{ M€}$. Öljy-vesiseoksen väliavarastointi suoritetaan samalla tavalla kuin edeltävissä vaihtoehdoissa (käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla), joten sen kustannukset (0,75 M€) on jo laskettu. Kokonaisväliavarastointikustannuksiksi muodostuu siis: $(1,4 + 0,75) \text{ M€} = 2,15 \text{ M€}$

Tulee kuitenkin muistaa, että laskussa ei huomioitu esim. kenttäalueen puhdistuksen ja viemäriinjojen, pumppaamoiden sekä tasausalaiden mahdollisia puhdistuskustannuksia, jotka voivat pahimmillaan nousta erittäin korkeiksi. Tämä riippuu siitä, lähteekö öljymassoista valumia eteenpäin. (Heikkonen 2010.)

Lisäksi tulee huomioida, että tämän hetkisten ympäristölupien mukaisesti Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy:n toimialueella ei edes voida vastaanottaa kyseisiä jätteitä, sillä ne todennäköisesti ylittävät huomattavasti pilaantuneiden maiden raja-arvot. Suuronnettomuustilanteessa alueellinen pelastusviranomais voi kuitenkin päätöksellään osoittaa jonkin paikan käytettäväksi kyseisten jätteiden väliavarastointiin. Tällöin vastuut öljyvahinkojätteiden väliavarastoinnista mahdollisesti aiheutuvista ympäristötuhoista ja rakenteille aiheutuvista vaurioista eivät ole väliavarastointipaikan haltijalla. Tämä liittyy keskeisesti väliavarastoinnista muodostuviin kustannuksiin. Väliavarastointipaikkojen lähiympäristön ja rakenteiden/laitteiden kunnostamistyön kustannuksista kertyy pahimmissa tapauksissa paljon suurempi kustannus kuin itse väliavarastoinnin kustannuksista. (Heikkonen 2010.)

7.4.2 Kuljetuskustannukset

Öljy-vesiseos kuljetetaan Riihimäen Ekokem Oy Ab:n käsittelylaitokselle prosessoitavaksi. Laskussa oletetaan, että öljy-vesiseoksen kuljetus tapahtuu samalla tavalla kuin edeltävissä vaihtoehtoissa, joten sen kustannukset on jo laskettu kappaleessa 7.2.2. Taulukon 8 mukaisesti, öljy-vesiseoksen kokonaiskuljetuskustannuksiksi muodostui 1,09 M€.

Myös öljyisestä sekajätteestä aiheutuu kuljetuskustannuksia, koska sen poltosta muodostuva tuhka kuljetetaan kaatopaikalle. Sijoitusvaihtoehdoksi oletetaan Ekokem Oy Ab:n Riihimäen loppusijoituspaikka. Kuljetusten lähtöpaikkoina käytetään samoja paikkoja kuin edeltävissä vaihtoehtoissa. Tuhkan oletetaan jakautuvan tasaisesti kuljetuspisteiden kesken. Sekajätteen poltossa tuhkaa muodostuu yleensä alle 10 %. Tuhkan määrä riippuu runsaasti poltettavan materiaalin ominaisuuksista. (Uotila 2010b). Laskussa oletetaan tuhkaa muodostuvan 5 % poltettavasta öljyisestä sekajättemäärästä (23 200 t), eli 1 160 t. Kyseinen määrä kuljetetaan 30 t autolla, käyttäen samoja kuljetuspisteitä kuin kappaleessa 7.2.2. Tällöin kustannuksiksi muodostuu yhtälön 12 mukaisesti 0,03 M€. Kustannuksia aiheutuu myös loppusijoituksen vastaanottomaksuista. Vastaanottomaksuna käytetään 150 €/t, joka vastaa ongelmajätteen kaatopaikalle toimittavasta tuhkasta aiheutuvia kustannuksia (Lounais-suomen ympäristökeskus 2009, 43). Tällöin vastaanottomaksuiksi muodostuu: $(1\ 160\ t \times 150\ €/t)/10^6 = 0,17\ M€$

7.4.3 Käsittelykustannukset

Oletetaan, että käytettävissä on yksi siirrettävä termodesorptiolaitos, kapasiteetiltaan n. 100 000 t/a. Muovipusseihin kerätty jäte kuitenkin hidastaa käsittelyä jopa 50 %, koska sen käsittely vaatii ainakin murskaimen, mahdollisesti myös repijän ennen varsinaista termistä käsittelyä. Laitteiston vakiovarustukseen kuuluu kiinteästi asennettu seula, mutta murskaimen käyttötarve arvioidaan aina tapauskohtaisesti. Yleisesti ottaen, 10–15 cm palakoon ylittävät jätejakeet seulotaan pois prosessista käsittelyn helpottamiseksi. (Uotila 2010a.)

Kappaleen 7.1.1 mukaisesti koneellisesti kerätyn öljyvahinkojätteen osuus on 80 %. Loppuosa jätteestä on pakattuna muovipusseihin, mikä siis alentaa termodesorptiolaitoksen

kapasiteettia, joksi oletetaan muovipussien aiheuttaman kapasiteetin alennuksen jälkeen 70 000 t/a.

Öljiyisen maa-aineksen käsittelykustannus riippuu hyvin runsaasti maa-aineksen laadusta ja öljypitoisuudesta. Mineraalipitoisilla maa-aineksilla käsittelykustannus on huomattavasti alhaisempi kuin esimerkiksi paljon imeytysturvetta sisältävän maa-aineksen kohdalla. Pienillä öljypitoisuuksilla käsittelykustannus on yleensä noin 50–100 €/t. Suuremmilla öljypitoisuuksilla käsittelykustannus on yli 100 €/t, korkeimmillaan jopa 200 €/t. (Uotila 2010b.)

Tämän työn laskuosuudessa on öljypitoisuudeksi oletettu 10 %, joka on melko korkea öljypitoisuus. Tällöin öljyiselle maa-ainekselle käytetään käsittelykustannusta 150 €/t. Sekajätteen käsittelykustannus riippuu myös hyvin paljon poltettavan materiaalin laadusta. Sekajätteen poltto alentaa huomattavasti laitoksen tuntitehoa, mikä lisää käsittelykustannuksia. Sekajätteellä käsittelykustannusten on arvioitu olevan vähintään kaksinkertaiset maa-ainekseen verrattuna, joten sen kustannuksiksi oletetaan 300 €/t. (Uotila 2010b.) Käsittelylaitoksen siirroista (rantaan ja sieltä pois) ja vuokrakuluista aiheutuvat kustannukset sisältyvät käsittelykustannuksiin (Uotila 2010a). Öljyvesiseoksen käsittelykustannukset on jo laskettu kappaleessa 7.2.3, jolloin niiksi muodostui 5,63 M€.

Seuraavassa on esitetty öljyisestä maa-aineksesta aiheutuvat kustannukset:

$$C_{maa-aines, käsit, kok} = Q_{Maa-aines} \cdot C_{Maa-aines, käsit}, \text{ missä} \quad (15)$$

$C_{maa-aines, käsit, kok}$ = Öljyisen maa-aineksen käsittelystä aiheutuvat kokonaiskustannukset [M€]

$C_{maa-aines, käsit}$ = Öljyisen maa-aineksen käsittelykustannus [€/t]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 15, saadaan:

$$C_{maa-aines, käsit, kok} = (208\,800 \text{ t} \cdot 150 \text{ €/t}) / 10^6 = 31,32 \text{ M€}$$

Öljyisen sekajätteen käsittelykustannukset saadaan myös yhtälön 15 avulla, jolloin niiksi muodostuu 6,96 M€. Kiinteiden jätejakeiden kokonaikäsittelykustannuksiksi muodostuu siis 38,28 M€.

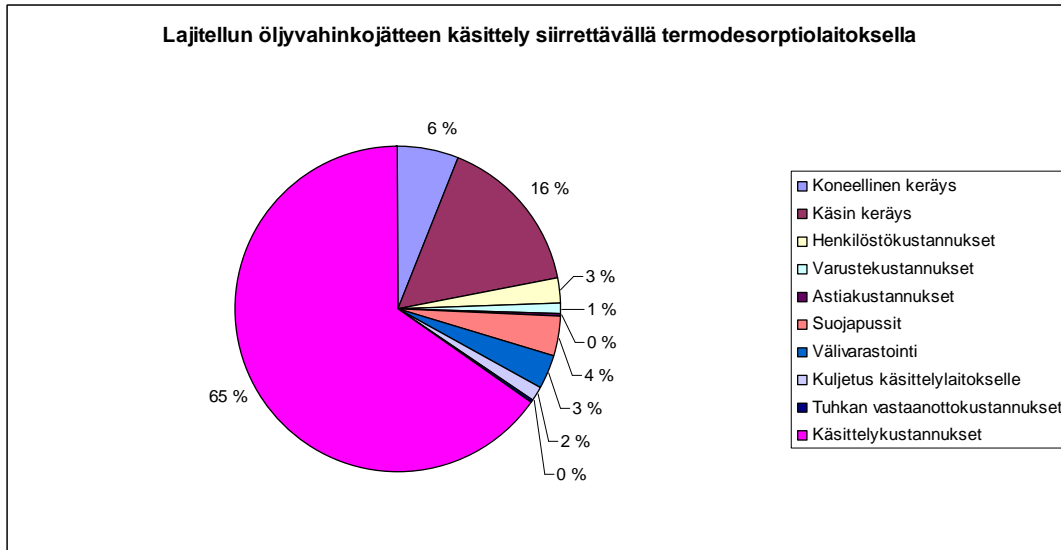
7.4.4 Kokonaiskustannukset

Yksikkökustannusten selvittyä, voidaan laskea muodostuvat kokonaiskustannukset. Kokonaiskustannuksiksi muodostuu noin 67 M€, joka on huomattavasti vähemmän kuin edeltävien vaihtoehtojen (käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla) kustannukset. Kaikki yksikkökustannukset on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta aiheutuvat yksikkökustannukset.

Yksikkökustannukset	Kustannus [M€]
Koneellinen keräys	4,08
Käsin keräys	10,67
Henkilöstökustannukset	1,78
Varustekustannukset	0,76
Astiakustannukset	0,03
Suojapussit	2,71
Välivarastointi	2,15
Kuljetus käsittelylaitokselle	1,12
Tuhkan vastaanottomaksu	0,17
	43,91
Käsittelykustannukset	
Yhteensä	67,39

Kuvassa 11 on esitetty kustannustekijöiden väliset suhteet. Myös tässä vaihtoehdossa käsittelykustannukset ovat selvästi suurin yksittäinen kustannustekijä.



Kuva 11. Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta muodostuvien kustannusten suhteet.

Käsittelykustannukset ovat noin kaksi kolmasosaa kokonaiskustannuksista. Käsin suoritettavan keräyksen kustannukset ovat seuraavaksi suurin kustannustekijä. Muiden kustannustekijöiden osuudet ovat melko pieniä. Kustannustekijöiden suhteet ovat samansuuntaisia kuin edeltävissä vaihtoehdoissa (käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla). Suurimmat erot ovat käsittely-, välivarastointi- ja kuljetuskustannuksissa. Laskelman perusteella siirrettävän termodesorptiolaitoksen käsittelykustannukset olisivat siis merkittävästi alhaisemmat kuin Riihimäen Ekokem Oy Ab:n käsittelylaitoksella. Kuljetuskustannusten pienuus selittyy luonnollisesti sillä, että kiinteä öljyvahinkojäte käsiteltiin rannan läheisyydessä ja käsittelylaitokselle kuljetettiin prosessoitavaksi ainoastaan öljy-vesiseos. Öljyisestä sekajätteenä muodostuneen tuhkan kuljetuskustannukset olivat myös todella marginaaliset.

Tulee kuitenkin muistaa, että siirrettävää termodesorptiolaitosta ei käytetä konkreettisesti rantahietikolla, vaan yleensä rantahietikon läheisyyteen perustetulla käsittelyalueella, joka yleensä sijaitsee välivarastojen läheisyydessä (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 27). Käytännössä tarvitaan asfalttikenttä, jonka vedenkeräys ja sadevesien prosessointi on järjestetty, jotta ympäristöluvan määreet täyttyvät (Hupponen et al. 2007, 54). Kiinteästäkin öljyvahinkojätteestä muodostuu siis jonkin verran kuljetuskustannuksia, koska jätettä kuljetetaan rannan eri pisteistä käsittelyalueelle. Kiinteän jätteen kuljetuskustannukset ovat kuitenkin todella pieni osa kokonaiskustannuksista.

7.5 Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset

Tässä vaihtoehdossa öljyinen maa-aines ja öljyinen sekajäte käsitellään yhtenä kokonaisuutena (232 000 t), joten käsittelykustannuksena käytetään niiden keskimääräistä käsittelykustannusta 225 €/t (maa-aines 150 €/t ja sekajät 300). Sijoittamalla se yhtälöön 13 saadaan kiinteän jätteen käsittelykustannuksiksi 52,2 M€. Öljy-vesiseos käsitellään samalla tavalla kuin edeltävissä vaihtoehdoissa, joten sen kustannukset (5,63 M€) on jo selvitetty.

Välivarastointi suoritetaan samalla tavalla kuin edeltävässä vaihtoehdossa (lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella). Tällöin sen kustannukset (2,15 M€) on jo selvitetty.

7.5.1 Kuljetuskustannukset

Tuhkan kuljetuslaskelmassa oletetaan, että sekajäte ja maa-aines käsitellään eri aikoina niin, että niiden jäännösmateriaalit voidaan erotella (maa-aines rannalle ja sekajätteen tuhka kaatopaikalle). Maa-aineksen poltosta muodostunut tuhka ja kuona voidaan sijoittaa rannalle (Uotila 2010a). Sekajätteen tuhkan kuljetuskustannuksiksi muodostuu siis yhtä suuret kustannukset (0,03 M€), kuin lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdon yhteydessä. Myös tuhkan vastaanottomaksu on samansuuruinen (0,17 M€) kuin edeltävässä vaihtoehdossa. Öljy-vesiseos kuljetetaan samalla tavalla kuin edeltävissä vaihtoehdoissa, joten sen kustannukset ovat 1,09 M€.

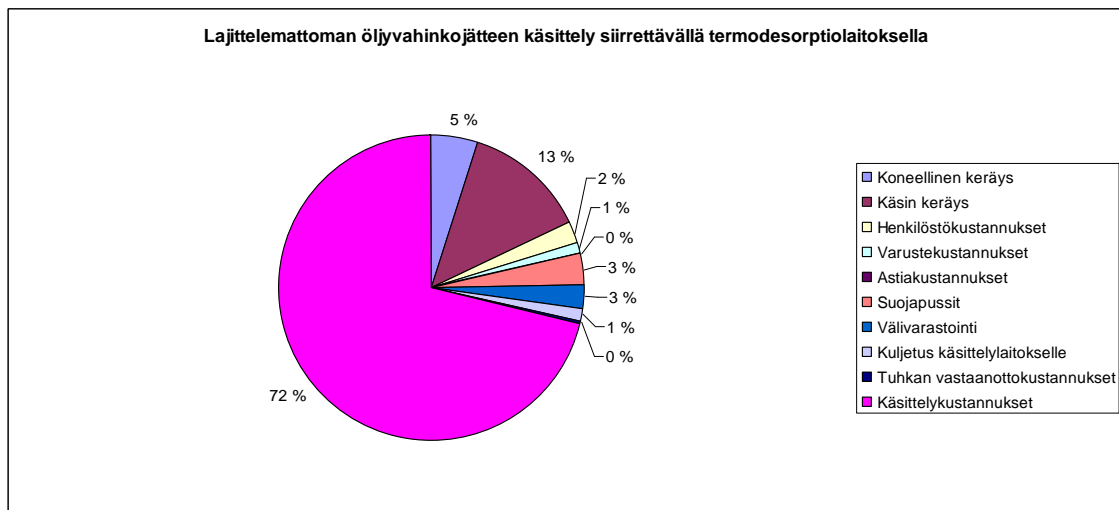
7.5.2 Kokonaiskustannukset

Tästä vaihtoehdosta muodostuneet kokonaiskustannukset on esitetty taulukossa 12. Kokonaiskustannuksesta havaitaan, että se on huomattavasti suurempi kuin edeltävässä vaihtoehdossa (lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella).

Taulukko 12. Lajittelematta käsittely rannalla-vaihtoehdon yksikkökustannukset.

Yksikkökustannukset	Kustannus [M€]
Koneellinen keräys	4,08
Käsin keräys	10,67
Henkilöstökustannukset	1,78
Varustekustannukset	0,76
Astiakustannukset	0,03
Suojapussit	2,71
Välivarastointi	2,15
Kuljetus käsittelylaitokselle	1,12
Tuhkan vastaanottomaksu	0,17
Käsittelykustannukset	57,83
Yhteensä	81,31

Kuvasta 12 nähdään kustannustekijöiden väliset suhteet. Käsittelykustannusten osuus kokonaiskustannuksista (72 %) on suurin tähän asti esitetyistä vaihtoehdoista.

**Kuva 12.** Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta muodostuvien kustannusten suhteet.

Muodostuneet kokonaiskustannukset ovat jonkin verran suuremmat kuin edeltävän vaihtoehdon (lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella), mutta huomattavasti alhaisemmat kuin Riihimäen Ekokem Oy Ab:n sisältävät kaksi vaihtoehtoa.

7.6 Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Kotkan hyötyvoimalaitoksella ja siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta aiheutuvat kustannukset

Kotkan hyötyvoimalaitos on arinapolttotekniikkaan perustuva laitos. Laitoksen pääasiallinen energianlähde on kierrätykseen kelpaamaton kotitalousjäte (Kotkan Energia Oy). Kotkan hyötyvoimalaitoksella voidaan käsitellä tämän hetkisen ympäristöluvan mukaisesti öljyvahinkojätejakeista pelkästään öljyistä sekajätettä. Sitäkin voidaan käsitellä ainoastaan pieniä määriä, maksimikapasiteetti vuodessa on n. 10 000 t. Kapasiteettiin vaikuttaa suuresti jätteen öljypitoisuus. Mikäli öljypitoisuus on korkea, joudutaan jätettä käsittelemään vähemmän öljyyntyneiden jätteiden seassa. Öljypitoisuus vaikuttaa luonnollisesti myös käsittelystä aiheutuviin kustannuksiin. Käsittelykustannukset ovat kuitenkin luokkaa 100 €/t, jota myös käytetään tulevilla laskelmissa. (Lanki 2010.)

Suuronnettomuustilanteessa laitoksen ympäristölupaan voidaan hakea muutosta, jonka jälkeen myös muiden öljyvahinkojätejakeiden käsittely on todennäköisesti mahdollista. Käsittelykapasiteetin arvioiminen on kuitenkin todella haastavaa. (Lanki 2010.)

Käsittely- ja kuljetuskustannukset luonnollisesti eroavat edeltävistä vaihtoehdoista. Kotkan hyötyvoimalaitoksella ei voida suorittaa käsittelemättömien jätteiden välivarastointia, joten välivarastointi oletetaan suoritettavan samalla tavalla kuin kahdessa edeltävässä siirrettävän termodesorptiolaitoksen sisältävässä vaihtoehdossa. Kotkan hyötyvoimalaitoksella on käytössä ainoastaan jätteiden vastaanottobunkkeri, jonka kapasiteetti on n. 3 500 m³. Koska laitoksen käyttöaste on korkea jo normaalitilanteessa, voidaan olettaa, että välivarastointikapasiteettia öljyvahinkojätteelle ei käytännössä ole käytettävissä. Välivarastointia hyötyvoimalaitoksella suoritetaan ainoastaan käsitellyille jätteille. (Lanki 2010.)

Laskennassa oletetaan, että myös öljyinen sekajäte välivarastoidaan samalla tavalla kuin kahdessa edeltävässä vaihtoehdossa ja sitä kuljetetaan Kotkaan lähes suorassa suhteessa laitoksen käsittelykapasiteetin mukaan.

Öljy-vesiseos kuljetetaan Riihimäelle kuten kaikissa edellisissäkin vaihtoehdoissa. Sekajätteen kuljetuksissa on käytetty samoja kuutta kuljetuspistettä kuin edeltävissäkin vaihtoeh-

doissa. Öljyisen sekajätteen oletetaan jakautuvan tasaisesti kuljetuspisteiden kesken. Kuljetusmatkat kuljetuspisteistä Kotkan hyötyvoimalaitokselle on esitetty taulukossa 13. Kuljetusmatkat on laskettu Eniron reittihaun avulla, käyttämällä lyhimmän reitin määrittävää toimintoa (Eniro 2009). Kustannukset laskettiin edestakaisena matkana. Sekajätteen kuljetuskustannuksiksi muodostuu yhtälön 12 mukaisesti 1,28 M€. Öljy-vesiseos kuljetettiin samalla tavalla kuten edeltävissä vaihtoehtoissa, joten sen kustannukset (1,09 M€) on jo selvitetty.

Taulukko 13. Öljyisen sekajätteen kuljetusmatkat Kotkan hyötyvoimalaitokselle (Eniro 2009).

Lähtöpaikka	Kuljetusmatka (edestakainen) [km]
Valko, Loviisa	102
Domargårdenin jäteasema, Porvoo	154
Mömosseinin jäteasema, Sipoo	200
Inkoon satama	388
Pohjoissatama, Raasepori	448
Hangon jäteasema	512

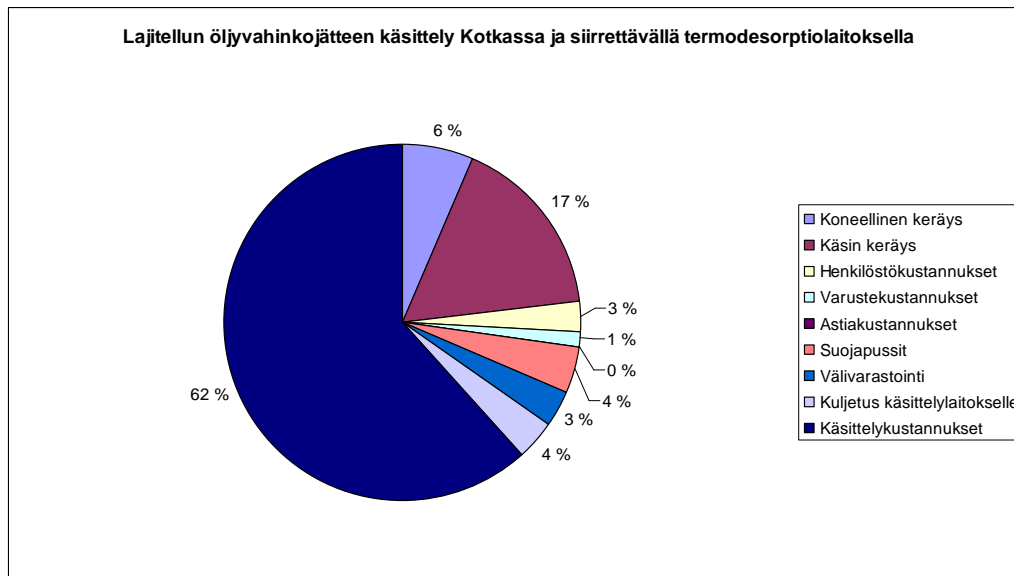
Käsiteltävä öljyinen sekajättemäärä on 23 200 t, jonka käsittelykustannuksiksi muodostuu yhtälön 14 mukaisesti: $(23\,200\text{ t} \times 100\text{ €/t})/10^6 = 2,32\text{ M€}$. Kokonaiskäsittelykustannuksissa on huomioitu aiemmin laskettu siirrettävällä termodesorptiolaitoksella maa-aineksen käsittelystä muodostuneet kustannukset (31,32 M€) ja öljyisen veden käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla (5,63 M€).

Yleisesti laskenta etenee samalla tavalla kuin edeltävissä vaihtoehtoissa, joten muita väli-vaiheita ei enää esitetä. Tulokset on esitelty taulukossa 14.

Taulukko 14. Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Kotkassa ja siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehtoon yksikkökustannukset.

Yksikkökustannukset	Kustannus [M€]
Koneellinen keräys	4,08
Käsin keräys	10,67
Henkilöstökustannukset	1,78
Varustekustannukset	0,76
Astiakustannukset	0,03
Suojapussit	2,71
Välivarastointi	2,15
Kuljetus käsittelylaitokselle	2,37
Käsittelykustannukset	39,27
Yhteensä	63,82

Kuvasta 13 nähdään kustannustekijöiden väliset suhteet. Myös tässä vaihtoehdossa käsittelykustannukset ovat selvästi suurin kustannustekijä, vaikkakin sen osuus kokonaiskustannuksista (62 %) on kaikista vaihtoehdoista pienin.



Kuva 13. Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Kotkan hyötyvoimalaitoksella ja siirrettävällä termodesorptiolaitoksella-vaihtoehdosta muodostuvien kustannusten suhteet.

Tämä vaihtoehto osoittautui kustannuksiltaan kaikkein edullisimmaksi. Kotkan hyötyvoimalaitosta kannattaakin pitää yhtenä vaihtoehtona käsittelylaitoksia kartoitettaessa. Tulee kuitenkin muistaa, että tämän hetkisen ympäristöluvan mukaisesti siellä voidaan käsitellä vain öljyistä sekajätettä, ja sitäkin melko pieniä määriä.

7.7 Lajitteluvaihtoehdoista muodostuvien kokonaiskustannusten vertailu

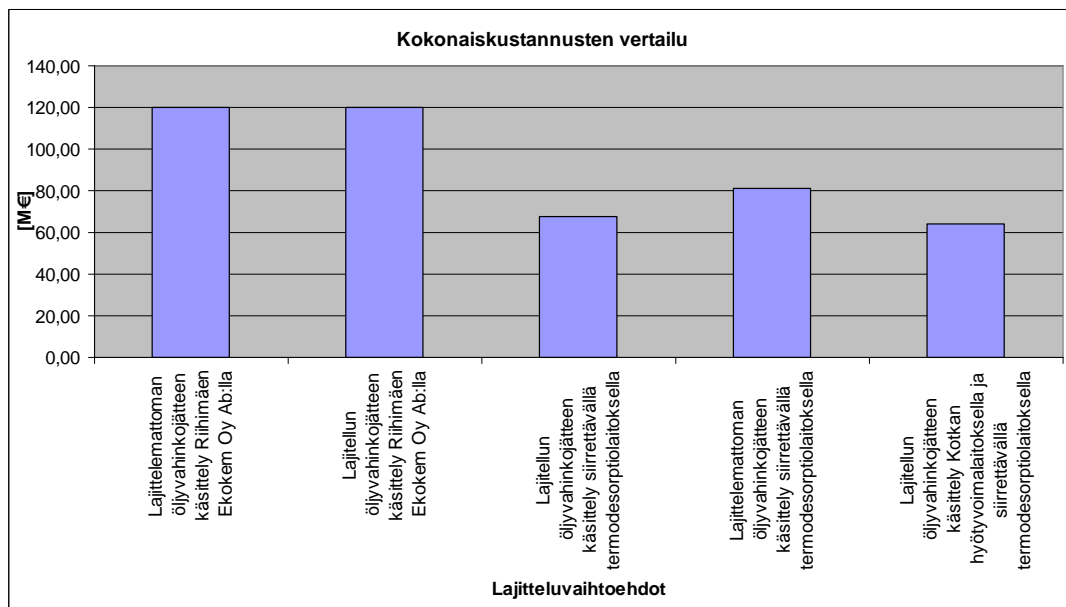
Tässä kappaleessa esitetään eri lajitteluvaihtoehdoista muodostuneet kokonaiskustannukset. Tulee kuitenkin muistaa, että laskelmissa on jouduttu tekemään monia oletuksia, koska jokainen alusöljyvahinko on luonteeltaan erityinen. Tällöin edes edeltävistä onnettomuuksista ei useinkaan saada kuin hyvin yleistä arvioita eri kustannustekijöistä. Monia kustannustekijöitä asiantuntijoilta selvitettyä kävi ilmi myös, että edes heillä ei ole useinkaan esittää kuin hyvin yleistä arvioita. Muodostuva öljyvahinkojäte on jokaisessa alusöljyvahingossa erilaista, jolloin esim. käsittely- ja kuljetuskustannuksia on mahdotonta ennustaa tarkasti etukäteen. Todelliset kustannukset selviävätkin usein vasta sen jälkeen kun onnettomuudesta on kulunut jo useita vuosia. Laskelmien lopputuloksiin tuleekin suh-

tautua lähinnä suuruusluokka-arvioina, jotka antavat viitteitä eri kustannustekijöiden välistä suhteista alusöljyvahinkotilanteessa. Taulukossa 15 on esitetty eri lajittelutavoista muodostuneet kokonaiskustannukset.

Taulukko 15. Lajitteluvaihtoehdoista muodostuneet kokonaiskustannukset.

Lajitteluvaihtoehdot	Kustannukset [M€]
Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla	120,11
Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla	120,11
Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	67,39
Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	81,31
Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Kotkan hyötyvoimalaitoksella ja siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	63,82

Kuvassa 14 on esitetty lajitteluvaihtoehdoista muodostuneet kokonaiskustannukset. Kuvasta havaitaan, että lajittelun sisältävä yhdistetty siirrettävän termodesorptiolaitoksen ja Kotkan hyötyvoimalaitoksen muodostama vaihtoehto osoittautui edullisimmaksi. Lajittelun sisältävä siirrettävä termodesorptiolaitos vaihtoehto osoittautui vain hieman kalliimmaksi. Muut vaihtoehdot olivat selvästi kalliimpia.



Kuva 14. Lajitteluvaihtoehdoista muodostuvien kokonaiskustannusten vertailu.

Riihimäen Ekokem Oy Ab:n käsittelylaitoksen sisältävät vaihtoehdot aiheuttivat huomattavasti suuremmat kustannukset kuin siirrettävän termodesorptiolaitoksen sisältävät vaihtoehdot. Öljyisen sekajätteen kuljetus Kotkan hyötyvoimalaitokselle alentaa sekajätteen kä-

sittelykustannuksia. Kyseisen laitoksen öljyisen sekajätteen käsittelykapasiteetti on kuitenkin melko rajallinen.

7.8 Herkkyystarkastelu

Herkkyystarkistus on prosessi, jossa tutkitaan kuinka suuri vaikutus eniten epävarmuutta sisältävillä tekijöillä on kokonaistuloksiin. Herkkyystarkistukseen tulee sisällyttää herkkyys- ja epävarmuusanalyysien tulokset, jos tällaiset analyysit on toteutettu edeltävissä vaiheissa. (SFS-EN ISO 14044: 2006, 60.)

Herkkyystarkistuksessa tulisi kiinnittää huomiota ainakin selvityksen tavoitteissa ja soveltamisalassa määritettyihin asioihin. Lisäksi tulisi huomioida selvityksen muiden vaiheiden tulokset, asiantuntija-arviot sekä aiemmat kokemukset. Herkkyystarkistuksen tulokset määrittävät sen, onko tarvetta laajemman tai tarkemman herkkyysanalyysin tekemiseen. (SFS-EN ISO 14044: 2006, 60.)

Diplomityön laskuosuuden melko yleistävästä luonteesta johtuen, herkkyysanalyysiä ei ole suoritettu, vaan käsitellään pelkästään herkkyystarkastelulla saatavia tietoja. Herkkyystarkastelu suoritetaan muodostamalla kaksi skenaariota, joissa tiettyjä alkuarvoja muutetaan melko radikaalisti. Tällöin pyritään saamaan selville, kuinka herkkiä tulokset ovat eri olettusten muutoksille.

Käsin keräyksen kustannukset on valittu herkkyystarkasteluun, koska ei ole tiedossa onko lajittelemattomuudella tai lajittelulla vaikutusta muodostuviin kustannuksiin. Muodostettavassa skenaariossa lajittelemattomuuden ja lajittelun välistä kustannuseroa muutetaan sitten, että lajittelun sisältävissä vaihtoehdoissa käsin keräyksen kustannukset puolitoistakertaistetaan. Tällöin myös henkilöstö- ja varustekustannuksia muutetaan samassa suhteessa, koska ne ovat suoraan riippuvaisia käsin keräyksen kustannuksista.

Toiseksi skenaarioksi valitaan koneellisen keräyksen kustannusten kaksinkertaistaminen. Koneellisen keräyksen nopeuden ja tarvittavien resurssien arviointi on haastavaa, joten sen valinta herkkyystarkasteluun on perusteltua.

Skenaariot on esitetty seuraavassa:

- Käsin suoritettavan keräyksen kustannusten puolitoistakertaistaminen lajittelun sisältävien vaihtoehtojen kohdalla.
- Koneellisen keräyksen kustannusten kaksinkertaistaminen.

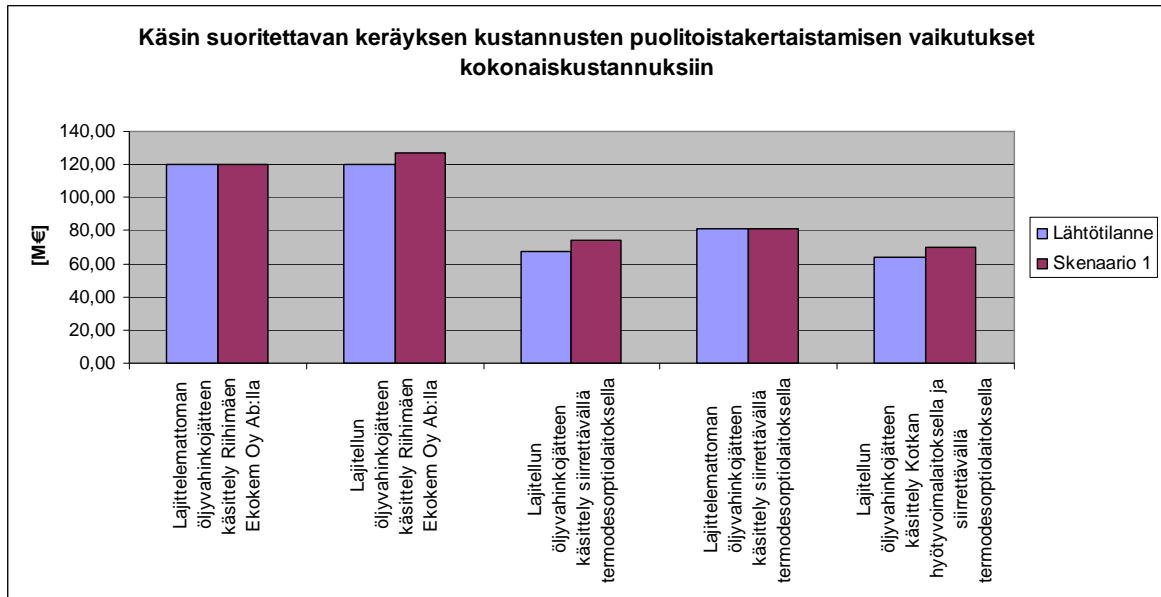
7.8.1 Skenaario 1, käsin suoritettavan keräyksen kustannusten puolitoistakertaistaminen lajittelun sisältävien vaihtoehtojen kohdalla

Tämän skenaarion mukaisesti käsin keräyksen kustannusten oletetaan muuttuvan lajittelun myötä. Lajittelun oletetaan siis hidastavan keräystä sen verran, että kustannukset puolitoistakertaistuvat lajittelun sisältävien vaihtoehtojen kohdalla. Tällöin myös henkilöstö- ja varustekustannukset muuttuvat samassa suhteessa, koska työtunteja ja varusteita kuluu enemmän. Taulukossa 16 on esitetty skenaarion vaikutukset kokonaiskustannuksiin.

Taulukko 16. Käsin suoritettavan keräyksen kustannusten puolitoistakertaistamisen vaikutukset kokonaiskustannuksiin.

Lajitteluvaihtoehdot	Kustannukset [M€]	Kok. kust, SK 1 [M€]
Lajittelemattoman öljyvähinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla	120,11	120,11
Lajitellun öljyvähinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla	120,11	126,71
Lajitellun öljyvähinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	67,39	73,99
Lajittelemattoman öljyvähinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	81,31	81,31
Lajitellun öljyvähinkojätteen käsittely Kotkan hyötyvoimalaitoksella ja siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	63,82	70,43

Kuvasta 15 havaitaan skenaarion vaikutukset kokonaiskustannuksiin. Kuvasta nähdään, että skenaarion oletuksilla on vaikutusta muodostuviin kokonaiskustannuksiin.



Kuva 15. Skenaario 1:n vaikutukset.

Kuvasta havaitaan, että käsin keräyksen kustannusten muutoksella on jonkin verran vaikutusta kokonaiskustannuksiin. Euromääräisesti kustannukset lisääntyvät noin 6,60 M€. Käsin keräyksen nopeudella ja siitä aiheutuvilla kustannuksilla on siis jonkin verran vaikutusta koko lajitteluketjun kustannuksiin.

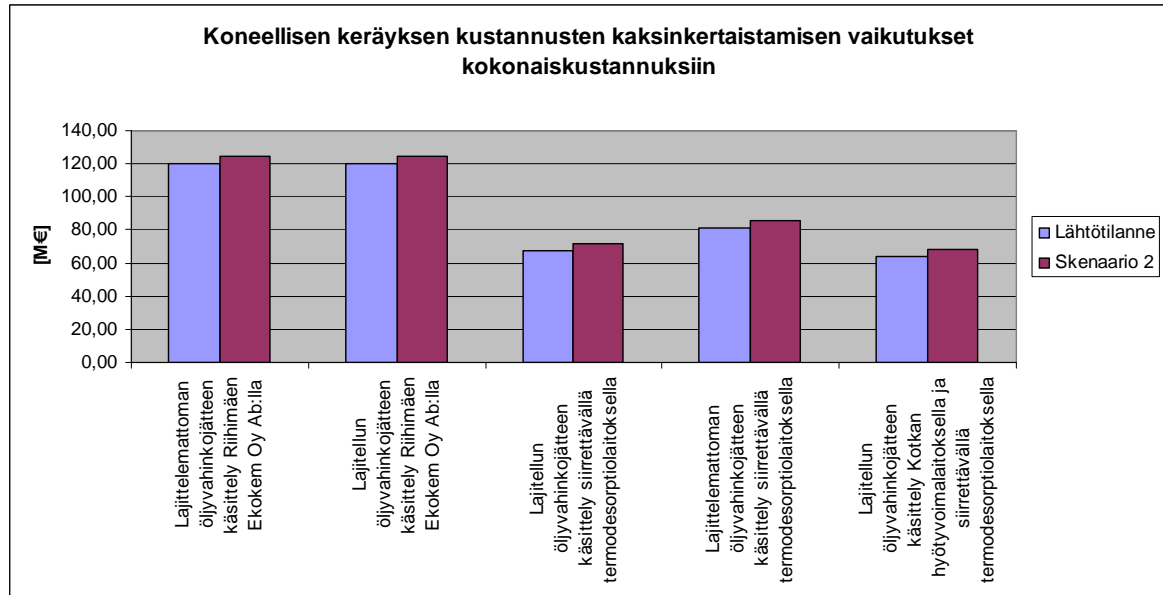
7.8.2 Skenaario 2, koneellisen keräyksen kustannusten kaksinkertaistaminen

Tässä skenaariossa oletetaan, että koneellisen keräyksen kustannukset kaksinkertaistuvat. Koneellisen keräyksen kustannuksiin vaikuttavat monet seikat, kuten koneiden saatavuus, kerättävä jätemäärä ja maaston muodot. Tällöin muodostuvat kustannukset saattavat vaihdella tapauskohtaisesti melko merkittävästikin. Taulukossa 17 on esitetty skenaarion vaikutukset kokonaiskustannuksiin.

Taulukko 17. Koneellisen keräyksen kustannusten kaksinkertaistamisen vaikutukset kokonaiskustannuksiin.

Lajitteluvaihtoehdot	Kustannukset [M€]	Kok. kust, SK 2 [M€]
Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla	120,11	124,19
Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla	120,11	124,19
Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	67,39	71,47
Lajittelemattoman öljyvahinkojätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	81,31	85,39
Lajitellun öljyvahinkojätteen käsittely Kotkan hyötyvoimalaitoksella ja siirrettävällä termodesorptiolaitoksella	63,82	67,91

Kuvasta 16 nähdään skenaarion vaikutukset kokonaiskustannuksiin. Saatujen tulosten perusteella skenaarion oletuksella ei ole kovin merkittävää vaikutusta kokonaiskustannuksiin.



Kuva 16. Skenaario 2:n vaikutukset.

Kokonaiskustannusten muutos on melko pieni. Tulee kuitenkin huomioida, että joissain tapauksissa (haastavat maasto-olosuhteet, koneiden heikko saatavuus yms.), kustannukset saattavat olla suuremmat kuin skenaariossa on oletettu. Keräyskustannukset (koneellinen ja käsityö) ovat merkittävä kustannustekijä kokonaiskustannusten kannalta, joten niihin kannattaa kiinnittää huomiota.

8 MUITA LAJITTELUUN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA TALOUDELLISEN TARKASTELUN LISÄKSI

8.1 Keräysastioiden määrä ja niistä muodostuvat kustannukset

SÖKÖ I-hankkeessa on selvitetty käsityönä suoritettavassa öljyvahinkojätteen keräyksessä tarvittavaa teoreettista astiamäärää. Astiat ovat pääsääntöisesti muovisia ja kooltaan 10, 100 ja 140 l. Joissain tapauksissa myös suurempien astioiden käyttö on perusteltua. Jokai-

selle keräyskaistaleelle on sijoitettu kahdeksan astiaa: kolme öljy-vesiseokselle, kolme öljyiselle maa-ainekselle ja kaksi öljyiselle sekajätteelle. Pelastuslaitoksen arvion mukaan kerrallaan voidaan puhdistaa n. 20 km mittainen alue, joka jakautuu 15 km pituiseen pätkään mantereella ja 5 km saarella. 20 km matkalla tarvitaan 100 l astioita: 300 öljy-vesiseokselle, 300 öljyiselle maa-ainekselle ja 200 öljyiselle sekajätteelle. Astiamäärän jako on harvoin näin yksinkertaista, koska rantojen ja saarien saastuneisuus ei jakaudu tasan ja esim. yhteiskunnallisesti tärkeisiin kohteisiin kohdennetaan huomattavia lisäresursseja. (Lempinen 2006, 11–12.)

Tulevaisuuden öljyntorjuntatyössä tarvittavien keräysastioiden määrä voi olla edellä esitetystä mallista hyvinkin poikkeava, mikäli luvussa 6 esitetyt astiatyypit osoittautuvat toimiviksi ja niitä aletaan käyttää laajamittaisesti. Esimerkiksi 1300 l syväkeräysBioska-jätesäkit ja monissa eri kokovaihtoehdoissa saatavilla oleva Smart Drum saattavat muuttaa keräysastioiden tarvetta melko merkittävästi.

Suuria säkkejä on käytetty monissa maailmalla sattuneissa alusöljyvahingoissa (Cedre 2007, 34). Aiemmissa onnettomuuksissa on pääsääntöisesti käytetty muovisia säkkejä, mutta myös joidenkin nykyisten biojätessäkkien tulisi saavuttaa riittävät ominaisuudet öljyvahinkojätteen keräykseen (Avellan 2009). Suurten säkkien myötä rannalla tapahtuvan keräystoiminnan rakenne muuttuisi merkittävästä, koska jätteet voitaisiin kerätä suoraan niihin. Tällöin 100 l saavit jäisivät keräysketjun ulkopuolelle, mikä pidentäisi astioiden tyhjennysväliä.

Seuraavassa on laskettu öljyntorjuntatyöhön käytännön harjoituksissa käytettyjen vaihtoehtojen, eli Smart Drumin ja öljyntorjuntasäkkien teoreettiset määrät ja niistä aiheutuvat kustannukset. Taulukossa 18 on esitetty laskennan lähtötiedot. SÖKÖ I-mallin mukaisten astioiden ja suojaussien määrät ja niistä aiheutuvat kustannukset on jo laskettu kappaleissa 7.1.4 ja 7.1.5, joten niiden tiedot sisällytetään vain tulosten esittelytaulukkoon 19.

Taulukko 18. Astioiden hintatiedot.

Astiatyyppi	Hinta [€/kpl]	Lähde	Huomautukset
Smart Drum	20, sisältäen sisä- ja ulko-osan. Pelkkä sisäosa 1,8	Laasanen (2010)	Tarvitsee kaksinkertaisen sisäosan
Öljyntorjuntasäkki	30	Laasanen (2010)	

Smart Drumien kohdalla on oletettu, että jätteet kerätään rannalla suoraan 100 l eli 0,1 m³:n Smart Drumeihin, joiden sisäosat kuljetetaan mahdollisen välivarastoinnin kautta loppukäsittelyyn. Keräyksen oletetaan tapahtuvan nykymallin mukaisilla 10 l ämpäreillä, joten niiden aiheuttamat kustannukset tulee lisätä kokonaiskustannuksiin. Smart Drumia ei kannata täyttää aivan täyteen, joten laskennassa oletetaan sisäosan tilavuudeksi 0,075 m³.

Kappaleessa 6.2 on myös selostettu, että Smart Drumien sisäosan lisäksi kannattaa käyttää ylimääräistä jäte- tai sisäsäkkiä, jotta nesteiden tihkuminen seinämän läpi varmasti estetään (Mäkinen 2010; Laasanen 2010). Laskussa oletetaan, että käytössä on kaksi kappaletta sisäsäkkejä. Smart Drumien ulko-osaa voi käyttää jopa 20 kertaa, mutta asiaan vaikuttavat runsaasti esim. käyttöolosuhteet ja yleiset huolellisuus- ja varovaisuusperiaatteet (Laasanen 2010). Laskennassa oletetaan, että ulko-osia voidaan käyttää 10 kertaa. Sisäsäkit hävitetään aina kun ne on saatu kerättyä edellä määritettyyn maksimitilavuuteen (0,075 m³).

Laskennan perustana on se, että koko käsin kerättävä öljyvahinkojättemäärä kerätään Smart Drumeihin. Öljyvahinkojättemäärä on laskettu yhtälössä 5 ja sen määräksi on saatu 53 360 m³. Kun tiedetään kerättävä öljyvahinkojättemäärä, voidaan laskea siitä aiheutuvat kustannukset. Laskussa tarvitaan vielä sisäsäkin hinta, joka on esitetty taulukossa 18. Koska sisäsäkkejä oletetaan tarvittavan kaksi kappaletta, saadaan kertakäyttöisten osien kokonaiskustannuksiksi 3,6 €/vaihtokerta.

Nyt voidaan laskea Smart Drumien ulko-osista muodostuvat kokonaiskustannukset:

$$C_{SD, ulko, kok} = \left[\left(\frac{V_{jäte, käs}}{V_{SD}} \cdot \theta \right) \cdot C_{SD, ulko} \right] / 10^6, \text{ missä} \quad (16)$$

$C_{SD, ulko, kok}$ = 100 l Smart Drumien ulko-osien kokonaishinta [M€]

V_{SD} = 100 l Smart Drumien täyttötilavuus [m³]

θ = 100 l Smart Drumien käyttökertojen määrä [kpl]

$C_{SD, ulko}$ = 100 l Smart Drumien ulko-osien kappalehinta [€]

Sijoittamalla 100 l Smart Drumien ulko-osien tiedot yhtälöön 16 saadaan:

$$C_{SD, ulko, kok} = \left[\left(\frac{53\,360\, m^3}{0,075\, m^3 \cdot 10} \right) \cdot 18,20\, \text{€} \right] / 10^6 = 1,29\, M\, \text{€}$$

Ulko-osista muodostuviin kustannuksiin tulee vielä lisätä sisäosien muodostamat kustannukset. Myös 10 l muoviastioiden käytöstä aiheutuvat kustannukset (0,0004 M€) ja niissä tarvittavien suojaussien aiheuttamat kustannukset (1,07 M€) tulee lisätä kokonaiskustannuksiin. Sisäosien kokonaiskustannukset saadaan myös yhtälön 16 avulla vaihtamalla yhtälöön asianmukaiset hintatiedot (käyttökertojen lukumäärä on luonnollisesti 1). Tällöin sisäosien kustannuksiksi saadaan 2,56 M€. Smart Drumien kokonaiskustannuksiksi saadaan siis: $(1,29 + 2,56 + 0,0004 + 1,07)\, M\text{€} = 4,92\, M\text{€}$

Öljyntorjuntasäkkien kooksi on valittu 470 l eli $0,47\, m^3$. Valittua kokoa on käytetty onnistuneesti öljyntorjuntaharjoituksissa, joten se on luonteva valinta laskennan perustaksi (Mäkinen 2010). Keräyksen oletetaan tapahtuvan nykymallin mukaisilla 10 l ämpäreillä, joten niiden aiheuttamat kustannukset (0,0004 M€) tulee lisätä kokonaiskustannuksiin. Myös suojaussien aiheuttamat kustannukset (1,07 M€) tulee huomioida. Myöskään öljyntorjuntasäkkejä ei kannata täyttää aivan täyteen, jotta nostot ja säkin sulkeminen onnistuvat ilman ongelmia (Mäkinen 2010). Oletetaan, että öljyntorjuntasäkki täytetään $0,4\, m^3$ tilavuuteen. Öljyntorjuntasäkki on kertakäyttöinen, eli se täytetään ja kuljetetaan loppukäsittelypaikalle, jossa se hävitetään muun jätteen mukana.

Myös öljyntorjuntasäkeistä muodostuvat kokonaiskustannukset voidaan selvittää yhtälön 16 avulla, vaihtamalla siihen asianmukaiset hinta- ja tilavuustiedot. Kokonaiskustannuksiksi muodostuu tällöin 5,07 M€, sisältäen siis 10l ämpäreiden ja suojaussien aiheuttamat kustannukset.

Astiovaihtoehtoista muodostuvien kustannusten yhtälö sisälsi myös astioiden määrän, joka saatiin jakamalla käsityönä kerättävä öljyvahinkojättemäärä astioiden tilavuudella. Astiatarpeet ja niistä muodostuvat kustannukset on esitetty taulukossa 19.

Taulukko 19. Astiavaihtoehtojen kappalemäärät ja niistä muodostuvat kustannukset.

Astiatyyppi	Astiatarve [kpl]	Suojapussit [milj. kpl]	Astioiden hinta [M€]	Suojapussin hinta [M€]	Kokonaishinta [M€]	Huomautukset
Muoviastiat (SÖKÖ I-toimintamallin mukaiset)	10 l: 500 100 l: 200 140 l: 800	10 l: 21,34 100 l: 2,13 140 l: 1,52	10 l: 0,0004 100 l: 0,0016 140 l: 0,028	10 l: 1,07 100 l: 0,43 140 l: 1,22	2,74	
Smart Drum	0,071 milj. kpl	22,76	1,29	3,63	4,92	Sisäsäkit ja 10 l ämpäreiden suojapussit
Öljyntorjuntasäkki	0,13 milj. kpl	21,34	4	1,07	5,07	10 l ämpäreiden suojapussit

Taulukosta huomataan, että kokonaiskustannuksissa on merkittävä ero. SÖKÖ I-toimintamallin mukaiset muoviastiat osoittautuivat edullisimmaksi vaihtoehdoksi. Niitä on myös käytetty runsaasti esim. öljyntorjuntaharjoituksissa, joten ne ovat tuttu vaihtoehto keräystyöhön. Muoviastioita on myös helppo hankkia suuronnettomuustilanteessa, joka osaltaan puhuu niiden valinnan puolesta.

Kustannusten valossa Smart Drumit ja öljyntorjuntasäkit voisivat olla melko varteenotettava vaihtoehto tulevaisuuden öljyntorjuntatyössä. Smart Drumien kohdalla tulee muistaa, että laskussa oletettiin käytettävän kahta sisäsäkkiä. Läheskään aina tämä ei kuitenkaan ole tarpeellista, vaan yksikin sisäsäkki riittää, kunhan sen laatu on tarpeeksi hyvä. Kaksinkertaisella sisäsäkillä voidaan kuitenkin varmistaa tuotteen kestävyys- ja pitävyysominaisuuksia entisestään (Laasanen 2010).

Keräysastioiden laadusta ja siitä johtuen myös niiden määrästä on kuitenkin vaikeaa antaa tarkkaa suositusta ilman tarpeeksi kattavia kenttäkokeita. Kokeet, kuten öljyntorjuntaharjoitukset tulisi suorittaa mahdollisimman vaihtelevissa sää- ja maasto-olosuhteissa, jotta erilaisten astiatyyppien ominaisuudet ja soveltuvuus öljyntorjuntatyöhön saataisiin luotettavasti selville. Selvitettäviä seikkoja ovat mm. kuinka kauan astioiden materiaali kestää välivarastoinnissa raakaöljyn ja muiden öljytuotteiden vaikutukset. Myös käytetyn pakkausmateriaalin luokittelu ja hävittäminen tulee selvittää. Siihen vaikuttavat mm. kerättä-

vän jätteen ja pakkausmateriaalin laatu. Myös kuljetusjärjestelyissä on ratkaistavia seikkoja. Tulee selvittää, kuinka kuljetus tapahtuu huomioiden kuljetusmääräykset suhteessa pakkausmateriaaliin ja kuljetettavaan aineeseen. Tämä on myös merkittävä kustannustekijä. (Kilpeläinen 2010.)

8.2 Öljyvahinkojätteiden kuljetukset

Käytettävillä kuljetusmenetelmillä on vaikutusta myös öljyvahinkojätteiden lajitteluun. Joissain tapauksissa lajittelua saatetaan joutua modifioimaan käytettävien kuljetusvaihtoehtojen mukaan. Maasto-olosuhteet voivat joskus olla niin haastavia, että lajittelua on järkevää yksinkertaistaa jatkokuljetusten helpottamiseksi.

Maakuljetusten ensiarvoisena tehtävänä on huolehtia kerätyn jätteen toimittamisesta loppusijoituspaikkaan, joka edellyttää rantakeräyskaluston tyhjentämistä määräajoin. Ilman toimivaa maakuljetuslogistiikkaa keräystoiminta keskeytyy astioiden täytyttyä, joten kuljetukset ovat ensiarvoisen tärkeitä keräystoiminnan jatkuvuuden takaamiseksi. Maakuljetusten tehtävänä on toiminnan jatkuvuuden takaamiseksi myös huolehtia tarvittavien huoltokuljetusten järjestämisestä. Osa huoltotoiminnoista kannattaa todennäköisesti ainakin toiminnan alkuvaiheessa suorittaa ostopalveluna omien alojensa ammattilaisilta, jotta torjuntaorganisaatio saadaan mahdollisimman nopeasti toimimaan täydellä teholla. Maakuljetustoimintojen johtajan tulee varmistaa, että torjuntajoukot saavat tarvitsemansa muona-, varuste-, ja polttoainehuollon. (Pynnönen 2010, 6.)

Alusöljyvahingossa muodostuneiden öljyvahinkojätteiden kuljettaminen rannikon keräysalueilta välivarastoon, suoraan käsittelyyn tai välivarastosta käsittelyyn vaatii runsaasti kuljetuskapasiteettia (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 22). Kuljetuskaluston tarpeeseen vaikuttaa merkittävästi myös nopeus, jolla jätettä pystytään rannoilta keräämään. Kuljetustoiminnan onnistumisen kannalta on oleellista, että kalustoa on riittävästi. Toisaalta liiallinen kaluston määrä aiheuttaa tarpeettomia kustannuksia ja pahimmillaan ruuhkia. Kaluston tarpeeseen vaikuttaa myös kunkin keräysalueen etäisyys välivarastointi- tai loppukäsittelypisteestä. (Pynnönen 2010, 22.)

Ongelmia kuljettamiseen aiheuttaa mm. saaristoista kerättävä öljyvahinkojätteen kuljetus mantereelle käsiteltäväksi. Joissain tapauksissa on mahdollista käyttää esim. helikopterikuljetuksia, jos maaston vaikeakulkuisuus tai muut seikat sitä vaativat. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009a, 22.) Helikopterikuljetusten yhteydessä jokainen nosto on harkittava ja suunniteltava tarkasti. Nostoissa tulee noudattaa lentomiehistöön antamia ohjeita ja säädöksiä. Tulee myös huomioida, että helikopterin kuormakoukku ja sen kantavuus rajoittavat nostokykyä, mikä vähentää kuljetettavan kuorman määrää. (Lempinen 2006, 17.)

Rantojen läheisyydestä pumppaamalla kerätty öljy-vesiseos kannattaa ohjata mahdollisimman suoraan joko kuljetusastioihin, kuten IBC-kontteihin tai säiliöautoihin (Pynnönen 2010, 31). Kaikki ylimääräiset välivaiheet kuljetuksissa nostavat luonnollisesti kustannuksia ja mahdollisesti alentavat kuljetusketjun toimintatehokkuutta.

Eri asiantuntijatahot ovat esittäneet mielipiteitä siitä, miten öljyvahinkojätteen kuljetuksia voitaisiin tulevaisuudessa suorittaa. Erään arvion mukaan, keräyslohkoille voitaisiin sijoittaa suuret tyhjennettävät jätteastiat. Näin keräysauto voisi liikkua ”rannan suuntaisesti” ja kerätä kuorman täyteen muutamalta eri lohkolta. Tällä hetkellä käytössä olevan järjestelmän mukaan astiat ja kontit kuljetetaan vastaanottopisteeseen tyhjennettäväksi, josta ne palautetaan tyhjinä keräyslohkoille. Paikan päällä tyhjennettävät astiat vähentäisivät siten huomattavasti turhaa ajoa, joka vähentäisi kokonaisliikennemääriä onnettomuusalueella. Näin myös raskaan kuljetuskaluston tiestölle aiheuttamat kuormitukset vähenisivät. Keräysautoissa olisi myös vaa’at, jolloin keräyslohkoilta kerätty jätemäärä voidaan kirjata välittömästi. (Halonen 2008.)

Ehdotettu järjestelmä edellyttää, että eri jätetyypeille tulisi olla omien keräysastioiden lisäksi myös omat keräysautot. Tämän hetkisen toimintamallin mukaan keräysautot ovat erittäin työllistettyjä öljyvahinkojätteen siirtokuljetuksiin, joten lisäkalustoa jouduttaisiin joka tapauksessa lisäämään. (Halonen 2008.)

Tulevaisuus näyttää, tullaanko ehdotettua järjestelmää kokeilemaan käytännön öljyntorjuntatyössä. Idea vaikuttaa erittäin käytännölliseltä ja kehityskelpoiselta, mutta lisäselvityksiä esim. öljyntorjuntaharjoitusten yhteydessä varmasti vielä tarvitaan. Näin voitaisiin varmistaa järjestelmän toimivuus ja riittävä kustannustehokkuus käytännön alusöljyvahinkotilanteissa.

9 SUOSITUS LAJITTELUOHJEEKSI

Yksityiskohtaisen ja kaikkiin onnettomuustilanteisiin soveltuvan lajitteluohjeen muodostaminen on käytännössä mahdotonta. Kaikki onnettomuudet ovat luonteeltaan uniikkeja, jolloin myös onnettomuuksien jälkiseuraamuksia on erittäin vaikeaa ennustaa. Rannoille ajautuvan ja siellä muodostuvan öljyvahinkojätteen ominaisuudet ovat erilaisia, riippuen esim. rantojen erityispiirteistä ja öljyalaaduista. Kaikissa onnettomuuksissa ei edes välttämättä muodostu kaikkia öljyvahinkojätelaatuja, jolloin lajittelun luonne on väkisin melko suppea.

Käytännön öljyntorjuntatyössä eri jätelaatujen erottaminenkaan ei ole aina täysin itsestään selvää. Vaikuttavia seikkoja ovat mm. öljyntorjuntaa suorittavien henkilöiden koulutus ja motivoituneisuus sekä vallitsevat sääolot.

Vaikka kaikkiin olosuhteisiin soveltuvan ohjeistuksen muodostaminen on haastavaa, voidaan joitain yleistäviä ohjeita kuitenkin antaa. Taloudellisen tarkastelun perusteella parhaimpana vaihtoehtona voidaan pitää lajitellun öljyvahinkojätteen käsittelyä siirrettävällä termodesorptiolaitoksella yhdistettynä Kotkan hyötyvoimalaitokseen. Lajitellun jätteen käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella oli toiseksi edullisin vaihtoehto. Näiden tulosten perusteella öljyinen sekajäte ja öljyinen maa-aines kannattaa lajitella erillisiin jakkeisiin. Vaikuttavia seikkoja on kuitenkin paljon, joten pelkän kustannustehokkuuden perusteella valintaa ei voida suorittaa. Lajitteluohjeessa tulee huomioida mm. jatkokuljetusten helppous ja koordinointi sekä käytännön työntekijän näkökulma. Lisäksi on muistettava eri viranomaistahojen suositus, jonka mukaan lajittelu kannattaisi suorittaa jakamalla kerätty öljyvahinkojäte maksimissaan kolmeen jakeeseen.

Kun kaikki edellä esitetyt seikat huomioidaan, on selvää, että kovin suuria muutoksia tällä hetkellä vallitsevaan lajitteluohjeeseen (SÖKÖ I-hankkeessa muodostettu lajitteluohje) ei ole järkevää tehdä. Riskijäte on rajattu työn ulkopuolelle, joten sen lajitteluun ei oteta kantaa. Riskijäte voidaan kuitenkin käsitellä siirrettävällä termodesorptiolaitoksella yhdessä öljyisen maa-aineksen ja öljyisen sekajätteen kanssa. Riskijätteen lajitteluun liittyvät seikat selviävät, kun siihen liittyvä diplomityö valmistuu (Brunila 2010).

Lajitteluohjeen väreiksi on valittu SÖKÖ I-hankkeessa käytetyt värikoodit. Suositus tulevaksi lajitteluohjeeksi on esitetty alla:



Punainen: Öljy-vesiseos



Keltainen: Öljyinen maa-aines



Musta/antrasiitti: Öljyinen sekajäte

10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Taloudellisessa tarkastelussa edullisimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui lajiteltujen öljyvahinkojättejakeiden siirrettävä termodesorptiokäsittely yhdistettynä Kotkan hyötyvoimailaitokseen. Toiseksi edullisimmaksi vaihtoehdoksi muodostui lajiteltujen jätejakeiden käsittely siirrettävällä termodesorptiolaitoksella. Näiden tulosten johdosta tultiin siihen johtopäätökseen, että öljyinen maa-aines ja öljyinen sekajäte kannattaa lajitella erillisiin jätejakeisiin.

Lähes kaikissa onnettomuusskenaarioissa on öljyvahinkojätteiden käsittelyvaihtoehdoksi valittu Riihimäen Ekokem Oy Ab. Taloudellisen tarkastelun perusteella se tulee kuitenkin huomattavasti kalliimmaksi kuin yhdistetty Kotkan hyötyvoimailaitoksen ja siirrettävän termodesorptiolaitoksen muodostama vaihtoehto tai pelkästään siirrettävällä laitoksella suoritettava termodesorptiokäsittely. Siirrettävien termodesorptiolaitteistojen käyttöä tulisi harkita lisättäväksi suuronnettomuusskenaarioita muodostettaessa. Tulee kuitenkin muistaa, että vain Ekokem Oy Ab:lla on ympäristölupa vastaanottaa ja käsitellä ongelmajätteenä luokiteltavaa öljyvahinkojätettä. Muiden käsittelylaitosten tulee tarvittaessa hakea joko ympäristölupaa tai tietyin edellytyksin YSL:n 62–64 §:n mukaista poikkeuksellista tilannetta koskevaa päätöstä, voidakseen käsitellä öljyvahinkojätettä.

Taloudellisen tarkastelun tulosten yhteydessä tulee myös muistaa, että useiden kustannustekijöiden arvioiminen on todella haastavaa jopa kyseisten alojen ammattilaisille. Alusöljyvahingot ovat luonteeltaan hyvin tapauskohtaisia, joten monia tekijöitä ei voida tarkasti ennustaa etukäteen. Esimerkiksi käsin suoritettavan öljyvahinkojätteen keräysnopeuden

arvioiminen on haasteellista. Taloudellisessa tarkastelussa selvitettiin öljyvahinkojätteen kulkeutuminen rannalta käsittelylaitokselle asti, joten kaikki tärkeimmät kustannustekijät on pyritty huomioimaan. Tällöin eri lajitteluvaihtoehtoista muodostuvat kustannukset ovat keskenään vertailukelpoisia.

Keräysastioiden laadusta ja määrästä on vaikeaa antaa tarkkaa suositusta ilman tarpeeksi kattavia kenttäkokeita. Kokeet, kuten öljyntorjuntaharjoitukset tulisi suorittaa mahdollisimman vaihtelevissa sää- ja maasto-olosuhteissa, jotta erilaisten astiatyyppien ominaisuudet ja soveltuvuus öljyntorjuntatyöhön saataisiin luotettavasti selville. Taloudellisen tarkastelun perusteella SÖKÖ I-toimintamallin mukaiset muoviastiat osoittautuivat edullisimmiksi. Niiden käyttöä puoltaa myös mm. niiden helppo saatavuus suuronnettomuustilanteissa. Myös muita vaihtoehtoja voitaisiin tulevaisuudessa kuitenkin harkita.

Työssä selvitettiin myös tärkeimmät lainsäädännön vaikutukset öljyvahinkojätteiden käsittelyyn ja hallintaan. Tässä yhteydessä havaittiin, että lainsäädäntö on tietyiltä osin melko epäselvää. Aina ei ole täysin selvää, missä vaiheessa toimivalta siirtyy öljyntorjuntaviranomaisilta ympäristönsuojelusta vastaaville viranomaisille. Jätehuollon osalta epäselvyyttä aiheuttaa se, kuka on jätteen haltija, tai millä päätösmenettelyllä jätteiden käsittely voidaan toteuttaa. Asian selkeyttämiseksi onkin julkistettu esitys uudeksi öljyvahinkojen torjuntalaki. Tavoitteena on, että kyseinen laki selkiyttäisi mm. öljyvahinkojätteisiin liittyviä vastuukysymyksiä.

Tulevissa jatkotutkimuksissa voitaisiin selvittää esimerkiksi työssä esiteltyjen keräysastioiden lopullista soveltuvuutta öljyvahinkojätteiden keräykseen ja pidempiaikaiseen välivarastointiin. Myös lajittelun vaikutusta käsin suoritettavaan keräykseen voitaisiin tutkia, jolloin selviäisi minkä verran se hidastaa (jos hidastaa) keräystoimintaa.

LÄHTEET

A 1390/1993. Jäteasetus. [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 5.10.2009]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931390>

Aaltojen alla. Läntinen Suomenlahti (Hanko-Pellinki) [verkkoartikkeli]. Helsinki: Aaltojen alla, [viitattu 26.5.2009]. Saatavissa: http://www.aaltojenalla.fi/cgi-bin/bsbw/search.cgi?loc=1&21=21&lang=fin&file=Elinymparistot&mark=&tm=universal_1&tm_d=content_1&menu=menu3

Alonen, Juhani. 2010. Tuotantopäällikkö, Ekokem Oy Ab. Sähköpostiviesti 10.3.2010.

Ansell et. al. 2001. A review of the problem posed by spills of heavy fuel oils [pdf-dokumentti]. Tampa, Florida: ITOPF [viitattu 8.2.2010]. 16 s. Saatavissa: http://www.itopf.org/_assets/documents/iosc2001.pdf

Avellan, Jani. 2009. Tutkimus- ja kehityspäällikkö, Plastiroll Oy. Sähköpostiviesti 20.10.2009.

Brunila, Olli-Pekka. 2010. Alusöljyvahingossa kuolleiden eläinten turvallinen käsittely. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenranta. Työtä ei ole vielä julkaistu.

Cedre. Worksite management, waste management. Cedren julkaisu [pdf-dokumentti]. Zierbena, Espanja: Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution [viitattu 8.2.2010]. 1 s. Saatavissa: <http://www.cedre.fr/en/response/response-on-land/>

Cedre. 2007. Oil spill waste management. Cedren julkaisu. Zierbena, Espanja: Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution. 59 s. Sally Fergusonin käännös vuonna 2004 julkaistusta ranskankielisestä versiosta.

Dicks et. al. 2000. Management and work force requirements for effective shoreline cleaning operations [pdf-dokumentti]. Brighton, UK: ITOPF [viitattu 8.2.2010]. 14 s.

Saatavissa: http://www.itopf.com/_assets/documents/interspill.pdf

Ekholm, Leif. 2009. Palomestari, Itä-Uudenmaan pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 27.10.2009.

Ekholm, Leif. 2010. Palomestari, Itä-Uudenmaan pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 5.3.2010.

Ekokem Oy Ab. 2010. Käsittelyprosessit [verkojulkaisu]. Riihimäki: Ekokem Oy Ab, [viitattu 19.2.2010]. Saatavissa: <http://www.ekokem.fi/portal/fi/ekokem-yhtiot/kasittelyprosessit/>

Eniro. 2009. Eniro reittihaku. Saatavissa: <http://kartat.eniro.fi/>

Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council. 2009. The Exxon Valdez Oil Spill: Have We Recovered? [video]. Anchorage: Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council, [viitattu 29.6.2009]. Saatavissa: <http://www.evostc.state.ak.us/>

Halonen, Justiina. 2007. SÖKÖ - Toimintamalli suuren öljyntorjuntaoperaation koordinointiin rannikon öljyntorjunnasta vastaaville viranomaisille - Kymenlaakson pelastustoimialueelle laadittu toimintamalli itäisellä Suomenlahdella tapahtuvan merkittävän öljy-onnettomuuden varalle. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja - sarja A 15. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. 155 s + 45 liitesivua. ISBN 978-952-5214-93-2. ISSN 1239-9086.

Halonen, Justiina. 2008. Projektipäällikkö, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, SÖKÖ II-hanke. Sähköpostiviesti 11.9.2008.

Heikkonen, Vesa. 2010. Kehityspäällikkö, Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. Sähköpostiviesti 26.2.2010.

Helenius, Timo. 2009. Tuotepäällikkö, Lassila & Tikanoja Oyj, suurvahingot-yksikkö. 19.11.2009.

Hietala, Meri ja Lampela, Kari. 2007. Öljyntorjuntavalmius merellä [pdf-dokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, [viitattu 25.5.2009]. 43 s. ISBN 978-952-11-2913-1. ISSN 1796-1637

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=77247&lan=fi>

Hupponen, Mari. 2007. Öljyvahinkojätteiden käsittely Kymenlaakson alueella alusonnettomuuden jälkeen. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenranta. 186 s.

Hupponen, Mari et al. 2007. Öljyvahinkojätteiden käsittely alusonnettomuuden jälkeen Kymenlaakson alueen näkökulmasta [pdf-dokumentti]. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, [viitattu 3.9.2009]. 133 s. ISBN 978-952-214-521-5. ISSN 1459-2630.

Saatavissa:

<http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/environment/research/projects/oswat/Documents/Loppuraportti.pdf>

Högström, Rune. 2009. Tekninen johtaja, Lamor Group Oy. Sähköpostiviesti 29.9.2009.

Ipieca. 2004. Guidelines for oil spill waste minimization and management [pdf-dokumentti]. Lontoo, Englanti: Ipiecan julkaisu [viitattu 3.9.2009]. 20 s. Saatavissa: http://www.ipieca.org/activities/oilspill/downloads/publications/reports/english/Vol12_WasteManagement.pdf

ITOPF. 2009. Case Histories – E [verkkosivu]. Lontoo, Englanti: ITOPFin julkaisu [viitattu 9.2.2010]. Saatavissa: <http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/case-histories/elist.html>

Itä-Uudenmaan pelastuslaitos. 2009. Öljyvahinkojen torjuntasuunnitelma 2006 – 2010 [Excel-dokumentti]. Porvoo: Itä-Uudenmaan pelastuslaitos. Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen arkisto. Saatavissa: Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen tietokannasta, henkilökuntaan kuuluvien henkilöiden sisäisessä käytössä, vaatii salasanan.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2009a (luonnos). Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma, taustaraportti - Jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa [pdf-dokumentti]. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus [viitattu 2.10.2009]. 137 s. ISBN 978-952-11-XXX-X. ISSN 1796-1823.

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=108206&lan=fi>

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2009b. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma, taustaraportti - Jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa [pdf-dokumentti]. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus [viitattu 20.4.2009]. 143 s. ISBN 978-952-11-3566-8. ISSN 1796-1823. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=114267&lan=fi>

Karppanen, Jari. 2009. Aluepäällikkö, Ekokem Oy Ab. Sähköpostiviesti 1.10.2009.

Karppanen, Jari. 2010. Aluepäällikkö, Ekokem Oy Ab. Sähköpostiviesti 16.3.2010.

Kilpeläinen, Olli. 2010. Öljyntorjuntamestari, Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 2.3.2010.

Kotkan Energia Oy. Hyötyvoimalaitos [verkkosivu]. Kotka: Kotkan Energia Oy, [viitattu 17.2.2010]. Saatavissa: <http://www.kotkanenergia.fi/index.php?l=1&path=124,0,0>

L 30.3.2007/348. Laki julkisista hankinnoista [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 4.2.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070348>

L 3.12.1993/1072. Jätelaki [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 23.5.2009 ja 5.10.2009]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931072>.

L 4.2.2000/86. Ympäristönsuojelulaki [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 5.10.2009]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>.

Laasanen, Petri. 2009. Markkinointipäällikkö, Oy Alfa-Bag Ab. Puhelinhaastattelu 21.10.2009.

Laasanen, Petri. 2010. Markkinointipäällikkö, Oy Alfa-Bag Ab. Sähköpostiviesti 16.2.2010.

Lahtonen, Unto O. 2004. Öljyntorjunnan kehitys Suomessa 1968 lähtien 1990-luvulle. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston julkaisu Suomen ympäristö 680. Helsinki: Edita Publishing Oy. 487 s. ISBN 952-11-1634-X. ISSN 1238-7312.

Lanki, Antti. 2010. Käyttöpäällikkö, Kotkan Energia Oy, hyötyvoimalaitos. Puhelinhaastattelu 22.2.2010.

Lehmuskoski, Antti. 2006. Öljyntorjuntaopas [pdf-dokumentti]. Helsinki: WWF, [viitattu 25.5.2009]. 19 s. ISBN 952-5242-09-9. ISSN 0788-0804. Saatavissa: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/oljyntorjuntaopas_suomi_2painos.pdf

Lempinen, Hanna-Kaisa. 2006. Öljyvahingon torjunnassa käytettävät keräys- ja kuljetusastiat. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, logistiikan koulutusohjelma. Kotka. 27 s.

Lounais-Suomen ympäristökeskus. 2009. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu, taustaraportti – tuhkat ja kuonat [pdf-dokumentti]. Lounais-Suomen ympäristökeskus, [viitattu 30.3.2010]. 70 s. ISBN 978-952-11-3538-5.

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=108204&lan=fi>

Länsi-Suomen ympäristökeskus. 2005. Pohjanlahden alueen alusöljy- ja aluskemikaalivahinkojen torjunnan yhteistoimintasuunnitelma [pdf-dokumentti]. Länsi-Suomen ympäristökeskus, [viitattu 11.2.2010]. 35 s.

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=79247&lan=fi>

McDonagh et al. Handling and disposal of oily waste from oil spills at sea [pdf-dokumentti]. Abingdon Oxfordshire, United Kingdom: National Environmental Technology Centre [viitattu 8.2.2010]. Saatavissa:

<http://www.iosc.org/papers/00922.pdf#search=%22Exxon%20Valdez%20debris%20separation%22>

Mäkinen, Jussi. 2010. Kalustomestari, Helsingin pelastuslaitos. Puhelinhaastattelu 16.2.2010.

Nurminen, Vesa. 2009. Ylipalomies, Helsingin Pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 23.11.2009.

Oy Alfa-Bag Ab. 2009. Smart Drum [pdf-dokumentti]. Vierheim, Saksa: Oy Alfa-Bag Ab, [viitattu 21.10.2009].

Saatavissa: <http://www.storsack.com/uploads/products/smartdrum/smart%20drum-big%20drum.pdf>

Pascale, Melinda. 2008. WWF/Kilpilahden pelastustoimi koulutus 18.4.2008 [kuva]. Helsinki: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu [viitattu 3.9.2009]. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun Moodle-oppimisympäristön kuva-arkisto. Saatavissa: Moodle, Kyamk:n verkko-opiskeluympäristöalusta, opiskelijoiden ja opetushenkilökuntaan kuuluvien henkilöiden sisäisessä käytössä, vaatii salasanan.

Pascale, Melinda. 2009. Kohderekisteri 13.8 [Excel-taulukko]. Helsinki: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu [viitattu 8.10.2009]. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun SÖKÖ II-hankkeen arkisto. SÖKÖ II-hankkeeseen kuuluvien henkilöiden sisäisessä käytössä, vaatii salasanan.

Perkiökangas Jaakko et al. 2006. Öljyonnettomuuden jälkeen – Johdatus öljyyntyneiden rantojen puhdistamiseen, Osa 2: Toiminta rannalla [video]. WWF, ELF. Kuvattu 7.-9.11.2005 [viitattu 3.9.2009]. Saatavissa:

http://www.wwf.fi/ymparisto/meret_sisavedet/oljyntorjuntajoukot/koulutusmateriaali.html

Pfister Klaus (toim.) 1980. Itämeren öljyvahinko 1979 - ympäristötutkimukset. Sisäasiainministeriön ympäristönsuojeluosaston julkaisu A:2 1980. Helsinki: Valtion painatuskeskus. 299 s. ISBN 951-46-4862-5.

Pirinen, Tanja. 2009. Suojelubiologi, WWF. Sähköpostiviesti 28.10.2009.

Pirkanmaan ympäristökeskus. 2008. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu I osaraportti [pdf-dokumentti]. Tampere: Pirkanmaan ympäristökeskus [viitattu 4.9.2009]. 56 s. ISBN 978-952-11-3262-9.

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=92629&lan=fi>

Pirkanmaan ympäristökeskus, yhdyskuntatekniikan osasto. 2009. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2020 [pdf-dokumentti]. Tampere: Pirkanmaan ympäristökeskus [viitattu 29.3.2010]. 95 s. ISBN 978-952-11-3663-4.

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=114625&lan=fi>

Polaris Applied Sciences Inc. 2009. Guidelines and strategies for oil spill waste management in Arctic regions [pdf-dokumentti]. Bainbridge Island, USA: Polaris Applied Sciences Inc. [viitattu 8.2.2010]. Saatavissa: http://eppr.arctic-council.org/pdf/EPPRWasteManagement_FINALReport_April2009.pdf

Pynnönen, Simo. 2010. Maakuljetusten järjestäminen alusöljyvahingon torjunnassa. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma. Helsinki. 46 s.

Raikunen, Kati. 2009. SÖKÖ II –hankkeen esittely [verkkajulkaisu]. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, päivitetty 28.8.2009 [viitattu 3.9.2009]. Saatavissa: <http://www.kyamk.fi/KyAMK/Toimialat%20ja%20osaamisalat/Tekniikka%2C%20mets%2C%20A4%20ja%20liikenne/Merenkulku%20ja%20logistiikka/Tutkimus%20ja%20kehityst%20ota/K%2C%20A4ynniss%2C%20olevat%20hankkeet/S%2C%20K%2C%20II%202007-2011>

Rantala, J. SÖKÖ II-hankkeen toimialue [Kuva]. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun SÖKÖ II-hankkeen kuva-arkisto viitattu [11.2.2010]. Saatavissa: <http://picasaweb.google.fi/sokoteam/MoodlenKuvagalleria#5176847272585378402>

Rantsi, Riina. 2010. Ympäristöasiantuntija, Niska&Nyyssönen Oy. Puhelinhaastattelu 16.2.2010.

Saarinen, Stig. 2009a. Palopäällikkö, Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 16.10.2009.

Saarinen, Stig. 2009b. Palopäällikkö, Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 4.11.2009.

Savaterra Oy. 2010. Saastuneiden maa-ainesten käsittely ja tuotteistus [verkkosivu]. Rovaniemi: Savaterra Oy, [viitattu 11.2.2010].

Saatavissa: <http://www.savaterra.fi/fi/index.php?os=2>

SFS-EN ISO 14044. 2006. Ympäristöasioiden hallinta, elinkaariarviointi - vaatimukset ja suuntaviivoja. 1. Painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. 97 s.

Suomen ympäristökeskus. 2006. Tapahtuneet alusöljyonnettomuudet [pdf-dokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, [viitattu 2.10.2009]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=49681&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus. 2007a. Öljy- ja kemikaalivahinkojen torjunta merialueilla [verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, päivitetty 5.12.2007 [viitattu 23.5.2009]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=645&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus. 2007b. Valtion öljyntorjunta-alukset [verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, päivitetty 19.1.2007 [viitattu 13.6.2009]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=99724>

Suomen ympäristökeskus. 2008. Öljyn vaikutukset meriympäristöön [verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, päivitetty 30.4.2008 [viitattu 1.9.2009]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=179244&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus. 2009a. Öljyvahinkojen korvaaminen öljysuojarahastosta [verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, päivitetty 12.1.2009 [viitattu 1.9.2009]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=309449&lan=FI>

Suomen ympäristökeskus. 2009b. Öljy- ja kemikaalivahinkojen torjunta Suomessa [pdf-dokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, [viitattu 27.6.2009]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=14115&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus. 2009c. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu ja jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa [verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, päivitetty 26.8.2009 [viitattu 23.7.2009].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=23614&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus. 2009d. Valtion öljyntorjunta-alukset [verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, päivitetty 30.10.2009 [viitattu 17.11.2009].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=338931&lan=FI>

SÖKÖ II viranomaistyöryhmän kokous. 2009. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 16.6.2009.

Tani, Mauri. 2008. Tarkastaja, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Sähköpostiviesti 16.9.2008.

Tanskanen, Anna-Liisa. 2007. Öljyalusonnettomuuksissa syntyvien jätteiden käsittelyn sääntely. Pro gradu -tutkielma. Joensuun yliopisto, Kauppa- ja oikeustieteiden tiedekunta, Ympäristöoikeus. Joensuu. 90 s.

The IncidentNews. 2007. Exxon Valdez - cleanup debris [verkkajulkaisu]. Seattle: Emergency Response Division, [viitattu 17.11.2009].

Saatavissa: <http://www.incidentnews.gov/entry/517501>

Tolonen, Ilpo. 2009. Pelastuspäällikkö, Kymenlaakson pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 27.10.2009.

Tykkyläinen, Tero. 2009. Asiakkuus- ja tuotepäällikkö, SITA Finland Oy. Sähköpostiviesti 1.2.2010.

Uimarihuhta, Heli. 2010. Projektipäällikkö, Ekokem-Palvelu Oy. Puhelinhaastattelu 9.3.2010.

Uotila, Jussi. 2010a. Tekninen johtaja, Savaterra Oy. Puhelinhaastattelu 23.2.2010.

Uotila, Jussi. 2010b. Tekninen johtaja, Savaterra Oy. Puhelinhaastattelu 8.4.2010.

VNa 4.9.1997/861. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 29.3.2010].

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861>

VNa 15.5.2003/362. Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 29.3.2010].

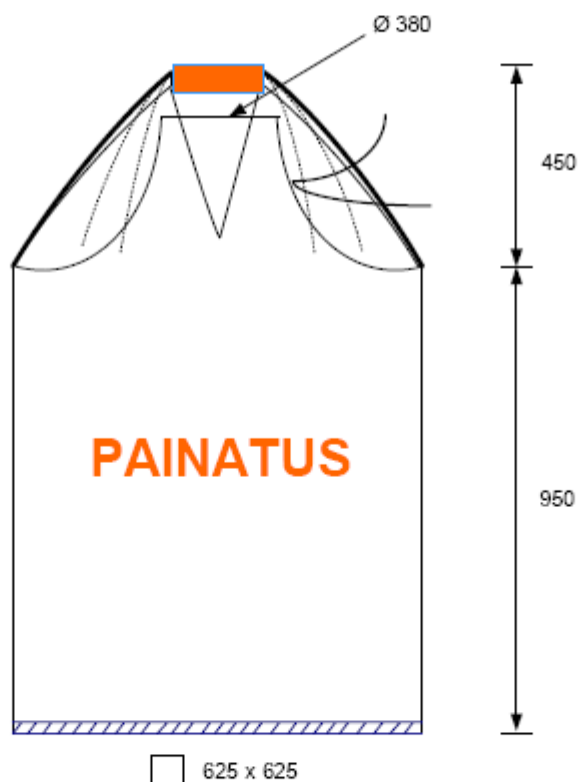
Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030362>

Westerholm, Henrik. 2003. WWF:n öljyntorjuntakoulutus - Öljyt ja niiden käyttäytyminen meressä [verkkodokumentti]. Espoo: Fortum Oil and Gas Oy, öljyn tutkimus ja teknologia. Päivitetty 21.8.2003 [viitattu 1.9.2009]. Saatavissa:

http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/Oljyilaadut_Westerholm.pdf

ÖLJYNTORJUNTASÄKKI 470 LITRAA

Malli	OKT/L - ÖT-SÄKKI 470, tilavuus noin 470 litraa
Koko	625 x 625 x 950 mm (leveys x syvyys x korkeus)
SWL & SF	600 kg 5:1 (kertakäyttöinen)
Nosto	1-pistenosto teipatulla kahvalla
Täyttöventtiili	Ø 380 mm, pituus 650 mm
Materiaalit	Säkin runko päällystettyä PP -kangasta (2 -kerros)
Sisäsäkki	Monikerros, öljynpitävä LDPE -kalvo



Säkki pyöristyy täytettäessä ja on halkaisijaltaan noin 80 cm, öljyalaadusta (paino) riippuen

