LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Teknillinen tiedekunta
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Olli-Pekka Brunila

ALUSÖLJYVAHINGOSSA KUOLLEIDEN ELÄINTEN TURVALLINEN KÄSITTELY

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen
Diplomi-insinööri Mari Hupponen

Ohjaaja: Merikapteeni (AMK) Justiina Halonen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknillinen tiedekunta
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Olli-Pekka Brunila

Alusöljyvahingossa kuolleiden eläinten turvallinen käsittely

Diplomityö

2010

100 sivua, 21 kuvaa ja 10 taulukkoa

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen
DI Mari Hupponen

Hakusanat: alusöljyvahinko, öljyyntyneet kuolleet eläimet, ongelmajäte, eläinjätteen käsittelymenetelmät
Keywords: oil tanker accident, oil-coated dead animals, hazardous waste, animal waste treatment

Diplomityö on osa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun SÖKÖ II-hanketta, missä tehdään toimintamalli suuren öljyntorjuntaoperaation koordinointiin rannikon öljytorjunnasta vastaaville viranomaisille. Työn tavoitteena oli selvittää alusöljyvahingossa kuolleiden eläinten sekä eläinten keräilystä ja hoidosta syntyvien jätteiden käsittelymenetelmät ja soveltuvat käsittelylaitokset. Lisäksi tavoitteena oli selvittää kuolleiden eläinten välivarastointialueen tekniset vaatimukset ja öljyiselle eläinjätteelle soveltuva kuljetuskalusto.

Työn teoriaosuudet toteutettiin kirjallisten lähteiden ja asiantuntijahaastatteluiden avulla. Tärkeäksi osaksi työtä muodostui kustannuslaskelma, missä laskettiin kuolleiden eläinten keräilystä aina loppukäsittelyyn asti muodostuvat kustannukset. Työn teoriaosuudet loivat pohjan kustannuslaskelmalle. Kuolleiden eläinten loppukäsittelyyn valittiin kolme eri laitosta ja kolme eri käsittelytekniikkaa, mitkä ovat: rumpu-uuni, siirrettävä termodesorptio ja renderöinti.

Kuolleet eläimet kannattaa keskitetysti kerätä ja kuljettaa yhdelle alueelle, missä suoritetaan kuolleiden eläinten välivarastointi kylmäkonteissa ja tilastointi sekä elävien eläinten pesu ja hoito. Kustannuslaskelman perusteella siirrettävä termodesorptiolaitos on halvin käsittelyvaihtoehto, mutta kustannuserot muihin laitoksiin ovat pienet. Koko kuolleiden eläinten turvallisen käsittelyn kustannukset ovat alle promillen koko suuren öljyvahingon kustannuksista. Loppukäsittelylaitosta valittaessa on käsittelykustannuksia tärkeämpää selvittää laitoksen sen hetkinen jätteenkäsittelytilanne ja vapaa käsittelykapasiteetti kuolleille eläimille.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology
Environmental Technology Programme

Olli-Pekka Brunila

Dead animal waste treatment after an oil tanker accident

Master's thesis

2010

100 pages, 21 figures and 10 tables

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

Keywords: oil tanker accident, oiled dead animals, hazardous waste, animal waste treatment

This Master's thesis was a part of the SÖKÖ II project (a joint development the coordination of clean-up operations for oil spills) lead by the Kymenlaakso University of Applied Sciences. The aim of the study was to determine the treatment methods and suitable treatment plants for the oiled dead animals coated in oil. The aim was also to establish which technical specifications the intermediate storage for the oil-coated animals and animal waste requires and determine suitable transportation modes for oil-coated dead animals.

The theory part was carried out in the form of a literature review and interviews with experts. An important part of this study was calculating the costs of the entire treatment process for animal carcasses. The costs were calculated from the beginning of collection to the end-treatment of the carcasses. The theory parts of this thesis served as a basis for the calculations. Three different treatment plants and treatment methods were chosen: a reel oven, conveyable thermo desorption and the rendering process were chosen for the dead animal waste finishing process.

It is recommended that oil-coated animals be collected and transported in a centralized manner to the animal treatment area, where carcasses are stored inside the freezer containers and statistics of the animals are compiled. Live animals are washed and treated. On the basis of the cost calculations, the conveyable thermo desorption treatment was the most inexpensive method, but the cost difference to the other treatment methods was not remarkable. The overall costs for safe animal waste treatment are under one per mil of the costs of a large oil spill. It is more important to determine the present waste treatment status and free treatment capacity for dead animals than treatment costs when choosing a suitable treatment plant for oil-coated dead carcasses.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa ja on osana Kymenlaakson ammattikorkeakoulun SÖKÖ II-hanketta. Työn aiheen löysin pitkän etsinnän tuloksena.

Haluan kiittää työni tarkastajia professori Mika Horttanaista ja DI Mari Hupposta sekä työni ohjaajaa Justiina Halosta hyvistä kommenteista ja ohjauksesta. Kiitän myös muita työssä mukana olleita tahoja tiedoista ja neuvoista. Lisäksi haluan kiittää Maa- ja vesitekniikan tuki ry:tä saamastani stipendistä.

Kotkassa 24.5.2010

Olli-Pekka Brunila

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO....4
1 JOHDANTO....7
1.1 Työn tausta....8
1.2 Työn tavoitteet....10
2 TUTKIMUSMENETELMÄT....11
3 KUOLLEIDEN ELÄINTEN KÄSITTELY AIEMMISSA ALUSÖLJYVAHINGOISSA 12
3.1 Viro 2006....13
3.2 Baltic Carrier 2001....14
4 LAIN VAATIMAT TOIMENPITEET ELÄINJÄTTEELLE....15
4.1 Lain määritelmät eläinjätteelle....16
4.2 Määritelmät öljyyntyneelle eläinjätteelle....16
4.3 Ympäristöluvat eläinjätteen käsittelylle....17
4.4 Poikkeamat ympäristölupamääräyksissä onnettomuustilanteissa....18
5 KUOLLEIDEN ELÄINTEN KERÄILY JA LAJITTELU....19
5.1 Kuolleiden eläinten keräily....19
5.2 Eläinten puhdistus ja hoito....21
5.3 Lintujen hoitokonteista kerättävät kuolleet linnut ja muut jätteet....22
6 KUOLLEIDEN ELÄINTEN VÄLIVARASTOINTI....24
6.1 Välivarastoinnin vaatimuksia....24
6.2 Lintujen hoitokonttien sijoitus....25
7 ÖLJYYNTYNEEN ELÄINJÄTTEEN KULJETUS....28
7. 1 Eläinjätteen kuljetukseen soveltuva kuljetuskalusto....29
7.2 Eläinjätteen lastaus ja purkaus....31
8 ÖLJYYNTYNEEN ELÄINJÄTTEEN JA VARUSTEIDEN KÄSITTELYMENETELMÄT JA KÄSITTELYLAITOKSET ETELÄISESSÄ-SUOMESSA....33
8.1 Käsittelytekniikat öljyyntyneille eläimille ja varusteille....35
8.1.1 Poltto arinakattilassa....35
8.1.2 Poltto leijupetikattilassa....37
8.1.3 Termodesorptiomenetelmä....39

8.1.4 Liikuteltava termodesorptiomenetelmä 41
8.1.5 Renderöintimenetelmä 42
8.2 Eläinjätteen käsittelylaitokset 43
9 KUSTANNUSTARKASTELUT KUOLLEIDEN ELÄINTEN KERÄILYSTÄ AINA LOPPUKÄSITTELYYN ASTI 47
9.2 Kokonaiskustannukset kuolleiden eläinten käsittelystä Riihimäki Ekokem Oy Ab:lla 48
9.2.1 Kuolleiden eläinten keräilyn henkilöstö- ja varustekustannukset 49
9.2.2 Kuolleiden eläinten pussitus- ja jäteastiakustannukset 51
9.2.3 Kuljetuskustannukset välivarastointialueelle 55
9.2.4 Välivarastointikustannukset 58
9.2.5 Kuolleiden eläinten tilastointikustannukset 61
9.2.6 Kuolleiden eläinten ja käytettyjen varusteiden kuljetuskustannukset loppukäsittelylaitokselle 64
9.2.7 Loppukäsittelylaitoksen kustannukset kuolleille eläimille ja käytetyille varusteille 66
9.2.8 Kustannuslaskelman tulosten yhteenveto Ekokem Oy Ab Riihimäen käsittelyvaihtoehdosta 68
9.3 Kokonaiskustannukset kuolleiden eläinten käsittelystä Honkajoki Oy:llä 70
9.4 Kokonaiskustannukset kuolleiden eläinten käsittelystä Savaterra Oy:llä 73
9.5 Kuolleiden eläinten käsittelyvaihtoehtojen kustannusvertailu 76
9.6 Kustannustarkastelujen epävarmuustekijät 78
10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET 82
LÄHTEET 87

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Symbolit	Selite	Yksikkö
D	Edestakainen matka	[km]
E	sähkönkulutus	[kWh]
K	kustannus	[€]
M	lukumäärä	[kpl]
P	prosentuaalinen osuus	[%]
T	aika	[h]
V	tilavuus	[m³]
W	massa	[kg]

Alaindeksit

10	10 litraa
100	100 litraa
200	200 litraa
d	työpäivän kesto
eläin	kuolleet eläimet
hlö	henkilö
ft	jalka (0,3048 m)
j.säkit	jätesäkit
k-a	kuorma-auto
kulj	kuljetus
kuorma	kippiauton kuorma
k-v	etäisyys keräilyalue - välivarastointialue
k.tyn.	kartonkitynnyri
kok	kokonais
km	kilometri
kpl	kappale
ks	kumisaappaat
l	litra
m&h	muonitus ja hygienia

oj.kontti	ongelmajätekontti
paino	massa
palkka	tuntipalkka
p.kontti	pakastekontti
pv	perävaunu
sh	suojahaalarit
tilast.	tilastointi
to.kontti	toimistokontti
v-lk	etäisyys välivarastointialue - loppukäsittelyalue
var	varuste

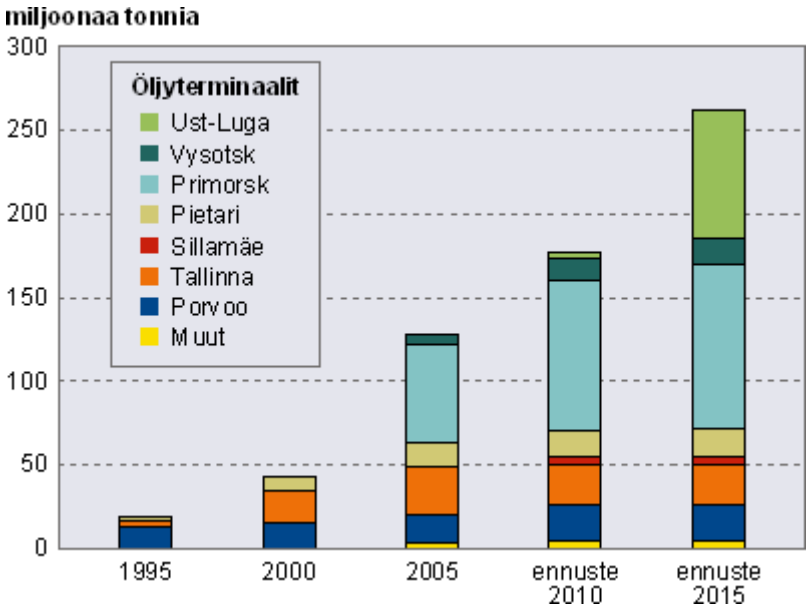
Lyhenteet

A	Asetus
bulk	Rahtikuljetuksissa käytetään nimityksenä irtotavarasta
Cedre	Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution, ranskalainen merionnettomuuksien tutkimuslaitos
ELSU	Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma
EY	Euroopan yhteisö
HESY	Helsingin eläinsuojeluyhdistys ry
IFAW	International Fund for Animals, Kansainvälinen eläinten hyvinvointisäätiö
L	Laki
OSWAT-hanke	Oil Spill Waste Treatment, Öljyvahinkojätteiden käsittely alusonnettomuuden jälkeen
RSPCA	The Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals, Englantilainen eläinten hyvinvointijärjestö
SYKE	Suomen ympäristökeskus
SÖKÖ I-hanke	Toimintamalli suuren öljyntorjuntaoperaation koordinointiin Kymenlaakson pelastusalueella rannikon öljytorjunnasta vastaaville viranomaisille

SÖKÖ II-hanke	Toimintamalli suuren öljyntorjuntaoperaation koordinointiin rannikon öljyntorjunnasta vastaaville viranomaisille
TSE	Tarttuva sienimäinen aivorappeuma
US	United States Of America, Amerikan Yhdysvallat
VNa	Valtioneuvoston asetus
WWF	World Wide Fund For Nature, Maailman luonnonsäätiö

1 JOHDANTO

Vuosia jatkunut öljykuljetusten kasvu Suomenlahdella on tasaantunut vuoden 2008 loppupuolella alkaneen taantuman johdosta. Vuonna 2009 öljykuljetusten määrä Suomenlahdella oli kaikkiaan n. 150 miljoonaa tonnia eli suurin piirtein samanlainen kuin edeltävänä kolmena vuotena. (STT 2009.) Vuonna 2008 tilastoitiin, että Venäjän koko öljyntuotannosta puolet laivataan ja laivatusta määrästä puolet kuljetetaan Suomenlahden kautta muualle maailmalle. Primorskin satamasta kuljetetaan tällä hetkellä puolet kaikesta Suomenlahdella liikkuvasta öljystä. (Hietala 2008.) Tulevaisuudessa öljykuljetusten määrä tulee kasvamaan, koska vuonna 2010 valmistuvasta Ust-Lugan satamasta olisi tarkoitus kuljettaa öljyä, bulk-tuotteita ja kontteja vuosittain yhteensä 50-120 miljoonaa tonnia. Näistä noin puolet tulee olemaan öljyä ja loput konttiliikennettä. (Ust-Luga 2009.) Kuvassa yksi on esitetty Suomenlahden öljykuljetukset satamittain vuodesta 1995 ja ennusteet vuosille 2010 ja 2015.



Kuva 1. Suomenlahden öljykuljetukset satamittain (Hietala 2008).

Koska liikenteen ennustetaan tulevaisuudessa kasvavan, lisää tämä myös mahdollisten öljyvahinkojen riskien määrää. Suomenlahdella ja Suomen aluevesillä on tapahtunut vuosien saatossa lukuisia alusonnettomuuksia, mutta vakavia onnettomuuksia ei ole tapahtunut. Tähän asti vakavimmat vahingot ovat tapahtuneet 1960- ja 70-luvuilla, josta pahin on ollut

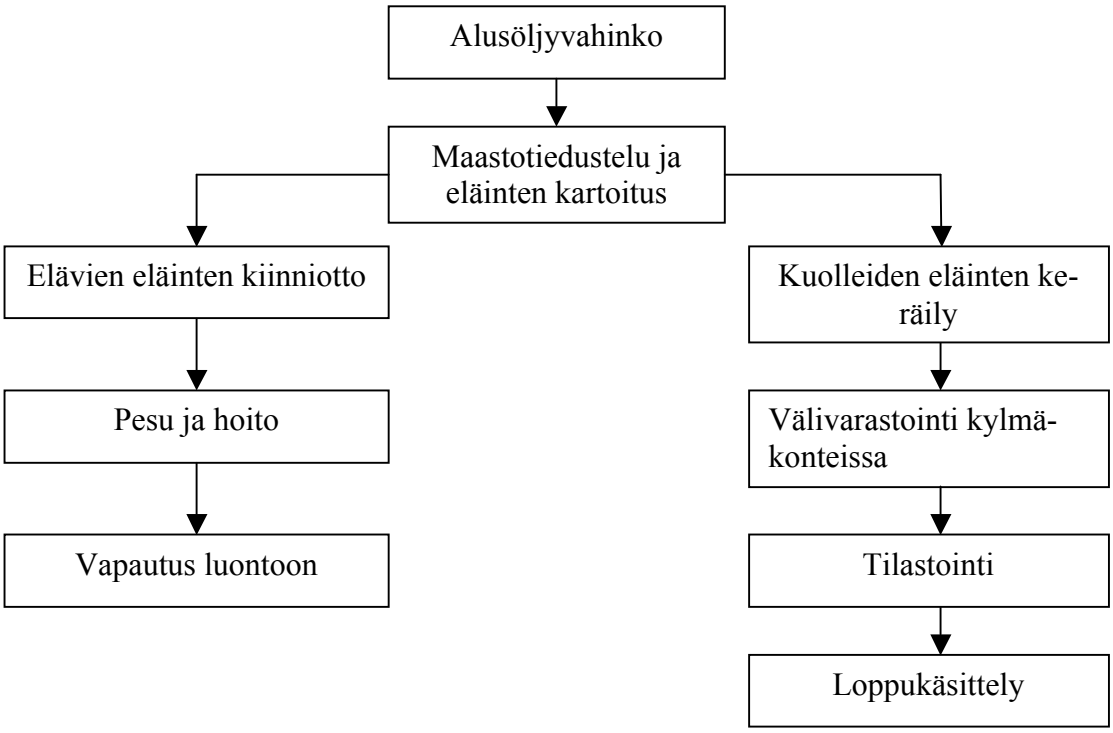
säiliöalus Antonio Gramscin karilleajo vuonna 1979, missä mereen pääsi raakaöljyä arviolta 5 500 – 6 000 tonnia. (Pfister 1980, 5.) Tällä hetkellä suurimman ongelman muodostavat jatkuvat laivojen pilssivesien tyhjennykset suodattamattomana suoraan mereen. Näitä vuotoja ja pumppauksia on hyvin hankala havaita valvonnasta huolimatta ja on lisäksi oltava riittävät todisteet, jotta varustamot voitaisiin asettaa vastuuseen. (Itämeriportaali 2009.)

On tärkeää, että eri viranomaisilla olisi suunnitelma ja selkeät ohjeet onnettomuuden varalle. Maailmalla on sattunut pahoja öljyvahinkoja kuten esimerkiksi Exxon Valdez vuonna 1989 Alaskassa, missä raakaöljyä valui mereen 38 500 tonnia (Cedre 2006). Tämä vastaa noin 1900 säiliöautollista öljyä (Pascale 2008). Kokonaiskustannukset öljyvahingosta olivat 2,5 miljardia US dollaria ja öljyvahinko vaikutti 250 000 merilinnun, 2 800 saukon ja 300 hylkeen elämään (Cedre 2006). Toinen vakava onnettomuus sattui vuonna 2002 Espanjan rannikolla, missä Prestige tankkerista valui 64 000 tonnia öljyä mereen (Cedre 2006). Molemmissa onnettomuuksissa öljy aiheutti suurta vahinkoa niin eläimille, rannikolle ja koko ekosysteemiin. Öljyn puhdistus ja kerääminen vie tilanteesta riippuen jopa useita vuosia ja muutokset ekosysteemissä ovat pitkävaikutteiset (Itämeriportaali 2009).

1.1 Työn tausta

Diplomityö on yksi osa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun projektia, jossa kartoitetaan toimintamallia suuren öljyntorjuntaoperaation koordinointiin rannikon öljyntorjunnasta vastaaville viranomaisille eli SÖKÖ II-hanketta. Hankkeessa laaditaan Itä-Uudenmaan, Helsingin ja Länsi-Uudenmaan pelastusalueille toimintamallit Suomenlahdella tapahtuvan mahdollisen alusöljyvahingon varalle. SÖKÖ II -hanke on jaettu kahteenkymmeneen eri aiheeseen ja on suoraa jatkoa vuonna 2003–2007 toteutetulle Itäiselle Suomenlahdelle suunnattuun SÖKÖ –pilottihankkeelle. SÖKÖ II –hankkeessa ovat mukana Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Kaakkois-Suomen ja Uudenmaan ympäristökeskukset, koko Uudenmaan alueen pelastuslaitokset, Metsähallitus, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Haaga-Helia ammattikorkeakoulu, Helsingin yliopiston koulutus- ja kehittämiskeskus Palmenian Kotkan yksikkö ja WWF (World Wide Fund for Nature) Suomi. Hanke toteutetaan 1.8.2007-31.7.2011 välisenä aikana. (SÖKÖ II.)

Tässä osiossa SÖKÖ II-hanketta tutkitaan öljyvahingossa kuolleiden eläinten käsittelyä, mitä on jo osittain käsitelty OSWAT-hankeessa (Oil Spill Waste Treatment). Vuonna 2007 valmistuneessa OSWAT-hankkeessa tutkittiin öljyvahinkojätteiden käsittelymahdollisuuksia ja loppusijoituspaikkoja Kymenlaakson alueella ja sen ulkopuolella (Hupponen 2007). SÖKÖ-pilottihankkeessa ei tutkittu kuolleiden eläinten käsittelyä lainkaan, joten viranomaisilla ja pelastustoimilla ei ole siten riittävää ohjeistusta ja toimintamallia eläinten tunnistamiseen, kirjaamiseen, välivarastointiin ja käsittelytekniikoihin. Seuraavassa kuvassa (kuva 2) on esitetty yksinkertaistettu prosessikuvaus elävien ja kuolleiden eläinten käsittelystä öljyvahingossa. Kuvassa ei ole huomioitu kuljetuksia.



Kuva 2. Yksinkertaistettu prosessikuvaus eläinten käsittelystä öljyvahingossa.

SÖKÖ – pilottihankkeessa selvitettiin Kymenlaakson rannikko- ja saaristoalueilla tapahtuvan suuren öljyonnettomuuden torjunnan hallintaa. Tähän kuului torjunnan organisointi, rahoituksen järjestäminen eri tahoilta, henkilöstön organisoiminen, oikeanlaisen kuljetuskaluston hankinta ja öljyisen jätteen välivarastointi. Lopuksi hankkeesta laadittiin toimintamanuaali, jossa selvitettiin yksityiskohtaisesti eri toimenpiteet. (Halonen 2007, 23–24.)

1.2 Työn tavoitteet

Diplomityössä tutkitaan alusöljyvahingossa kuolleiden eläinten turvallista käsittelyä lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Alueeksi on rajattu Suomenlahti, joka on esitetty kuvassa kolme.

Kuva 3. Suomenlahti ja SÖKÖ II –alueen kunnan rajat (Rantala).

Työssä tavoitteena on selvittää:

- sopivimmat eläinjätteen käsittelytekniikat
- eläinjätteelle soveltuvat käsittelylaitokset
- eläinjätteelle soveltuvat välivarastointipaikat ja niiden tekniset vaatimukset
- lintujen pesu- ja hoitokonteille soveltuvat paikat ja puhdistuksesta syntyvän jätteen käsittelymenetelmät
- eläinjätteen kuljetukselle sopiva kuljetuskalusto
- kustannustarkastelu kuolleiden eläinten keräämisestä aina loppukäsittelyyn asti.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Työssä käytetyt tutkimusmenetelmät ovat pääasiassa kvalitatiivisia menetelmiä. Pääasiallisina lähteinä käytetään erilaisia tutkimuksia, raportteja, sekä merkittävässä osassa ovat asiantuntijahaastattelut. Lainsäädäntöä tutkimalla selvitetään lain vaatimat määritykset turvalliselle eläinjätteen käsittelylle. Lainsäädännön tulkitsemisessa on turvauduttu asiantuntija apuun. Lain tulkintaa tarvitaan myös valittaessa turvallisia välivarastointipaikkoja eläinjätteelle.

Eläinjätteelle soveltuvat käsittelylaitokset kartoitetaan aluksi internetsivustoja ja muita tutkimuksia tutkimalla. Esimerkiksi OSWAT-raportissa on kattavasti kartoitettu kaikki Kymenlaakson alueella eläinjätettä käsittelevät laitokset. Jotta saatiin riittävä tekninen tieto käsittelylaitosten soveltuvuudesta ja ominaisuuksista, oli suoritettava haastatteluja puhelimitse, sähköpostitse. Haastatteluista ja muista lähteistä saadut tiedot jalostettiin taulukoksi, missä vertaillaan erilaitoksen teknisiä ominaisuuksia ja käsittelykapasiteettia kuolleille eläimille.

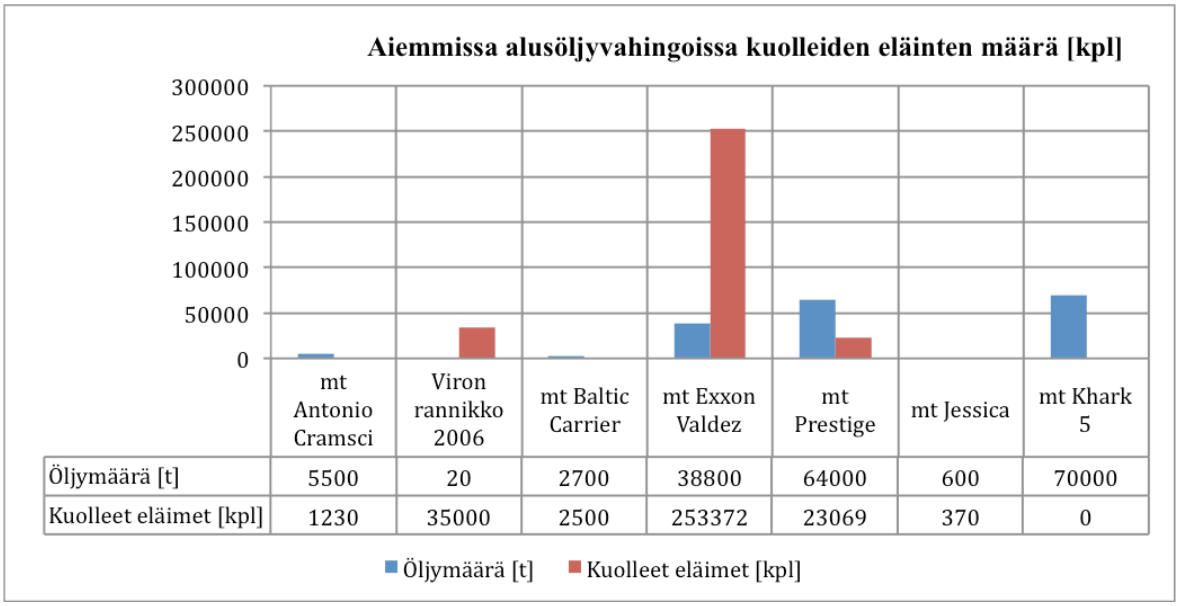
Lintujen pesu- ja hoitokonteista on selvitys käynnissä Helsingin pelastustoimen ja WWF:n toimesta. Selvitystyön on tarkoitus valmistua vuonna 2010. Selvitystyö on melko kattava ja siinä kartoitetaan lintujen pesuun ja hoitoon tarvittavia resursseja ja kalustoa. Lisäksi tarkastelun kohteena ovat sopivien hoitokonttien sijoitus Uudenmaan alueella. Diplomityössä tullaan käyttämään lähteenä tätä selvitystyötä sekä selvitystä tekevän ryhmän haastatteluja.

Kustannuslaskelmassa selvitetään kuolleiden eläinten keräilystä aina loppukäsittelyyn asti syntyvät kokonaiskustannukset. Tarkasteluun otetaan mukaan keräilystä ja varusteista syntyvät kustannukset, eläinten kirjaaminen ja tutkiminen, välivarastointi, kuljetukset ja loppukäsittely. Kustannuslaskelmaan tarvittavat tiedot saatiin asiantuntijahaastattelujen pohjalta.

3 KUOLLEIDEN ELÄINTEN KÄSITTELY AIEMMISSA ALUSÖLJYVAHINGOISSA

Suomessa ei ole toistaiseksi tapahtunut vakavaa alusöljyvahinkoa. Vakavin onnettomuus sattui 4.5.1979 tapahtuneen MT Antonio Gramscin haveri. Tuolloin mereen vuosi 5 500-6 000 t raakaöljyä, mikä ajelehti Ahvenanmaalle. Itämeren öljyvahinko 1979-raportin mukaan on tilastoitu, että kuolleita lintuja havaittiin 1 228 kappaletta ja Ruotsissa löydettiin kaksi öljyyn menehtynyttä harmaahyljettä. (Pfister Klaus 1980, 185, 187-191, 204-205.) Eläinten kannalta merkittävin asia alusöljyvahingossa on tapahtuman vuodenaika. Jos alusöljyvahinko tapahtuu keväällä eläinten pesimä ja lintujen muuttovirtojen aikana, voivat vahingot olla merkittävät. Välttämättä suuretkaan öljymäärät eivät aiheuta eläimille suurta vahinkoa, jos vahingon tapahtuma-aika on syksy. (Helle 2010.) Seuraavassa taulukossa (1) on esitetty eräitä alusöljyvahinkoja ympäri maailman.

Taulukko 1. Aiemmissa alusöljyvahingoissa kuolleiden eläinten ja öljyn määrä (Cedre 2006).



Mt Khark 5 alusöljyvahinko sattui vuonna 1989 Kanarian saarilta 740 km pohjoiseen. Öljyä valui mereen 70 000 t, mutta yhtään kuollutta eläintä ei raportoitu. Syy miksi kuolleita eläimiä ei löydetty, oli öljyvahingon tapahtumapaikka Atlantin valtamerellä. Vastaavasti samana vuonna tapahtunut Mt Exxon Valdez vahinko sattui ympäristölle herkällä alueella, missä erilaisia eläimiä asui erittäin runsaasti. Kuolleita eläimiä löydettiin kaiken kaikkiaan

253 372 kpl. Mt Jessica öljyvahinko sattui vuonna 2001 Etelä-Amerikassa Ecuadorissa. Öljyä valui 600 t, mutta herkällä ja eläinrikkaalla alueella raportoitiin vain 370 kuollutta eläintä. Arvioiden mukaan kuolleita eläimiä oli huomattavasti enemmän, mutta ne ovat kuolleet meressä ja uponneet. Muita mereneläviä kuten kaloja ja rapuja arveltiin kuolleen tuhansista kymmeniin tuhansiin. (Cedre 2006.) Seuraavissa luvuissa tarkastellaan tarkemmin Viron rannikolla vuonna 2006 tapahtunutta öljyvuotoa ja Tanskan rannikolla vuonna 2001 tapahtunutta Mt Baltic Carrierin öljyvahinkoa.

3.1 Viro 2006

Tammikuun 28. päivänä vuonna 2006 havaittiin tuntemattomaksi jääneestä öljytankkerista peräisin oleva öljypäästö Viron koillisrannikolla ja Suomenlahden saarilla. Arviolta 20 t öljyä oli päässyt valumaan mereen ja uhkasi Virossa talvehtivia tuhansia lintuja. (Cedre 2006.) Öljypäästön on arvioitu olevan peräisin venäläisestä öljytankkerista ja asiaa tutkitaan edelleen, mutta on erittäin epätodennäköistä, että tämä nimenomainen alus tulee koskaan selviämään. Kyseisellä merilinjalla liikennöi tapahtuma hetkellä 100 öljytankkeria ja mikä tahansa alus näistä voi olla vastuussa vuodosta. (Davies 2006.) Kun päästön kokonaislaajuus ja vaikutukset hahmottuivat, pyysivät Eestin ympäristöministeriö ja Eestin Luontosäätiö kansainvälistä apua. Viikko öljypäästön jälkeen saapui Tallinnaan kansainvälinen eläinten hätäsuojeluorganisaatio IFAW ER Team (International Fund for Animals), Saksasta tuli auttamaan Blue Seas projekti ja Englannista RSPCA (The Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals). Ulkomaiset avustusryhmät kartoittivat pikaisesti paikallisten organisaatioiden ja vapaaehtoisten avustusryhmien kanssa sen hetkisen tilanteen eli mitä oli jo tehty ja mitä oli odotettavissa. Tallinnan lähelle Keilaan perustettiin yhteinen johto- ja käsittelykeskus, minne tuotiin kaikki pelastettavissa olevat eläimet. Ennen käsittelykeskusta löydetyt eläimet olivat sijoitettuna mm. Tallinnan eläintarhaan. (IBRRC 2006.)

Eestin ympäristöministeriön omistama rakennus soveltui parhaiten eläinten puhdistus- ja hoitotehtäviin. Rakennuksen huoneista muokattiin pesu-, ruokinta- ja kuntoutustilat. Kellutusaltaat sijoitettiin ulos suureen telttaan, missä lintujen annettiin levätä ja toipua ennen kunnon tarkistusta ja vapauttamista. (IBRRC 2006.) Öljyisille pesuvesille varattiin ulos

erilliset tankit. Eläinten käsittelytilojen muokkaaminen ja tarvikkeiden saaminen vaati tiivistä yhteistyötä Viron viranomaisten, Viron Luontosäätiön, Ulkomaisten vapaaehtoisryhmien ja lukuisten muiden vapaaehtoisryhmien kanssa. (IFAW 2008.)

Eläinten pelastamisen teki hankalaksi pelastusolosuhteet, mitkä olivat erittäin raskaat. Tapahtuma hetkellä lämpötila oli -20 °C ja meri ei ollut kokonaan jäänpeitossa. Vähemmän tahriintuneet linnut pakenivat pelastustyöntekijöitä heikoille ja ohuille jäille, mikä suuresti hidasti ja vaikeutti pelastustoimia. Yli 3 000 kuollutta lintua kerättiin melko nopeasti öljypäästön jälkeen ja löydetyt linnut olivat täysin öljyn peittämiä. Lintukuolemia oli odotettavissa vielä tuhansia, koska suurin osa linnuista pääsi pelastustyöntekijöitä karkuun. Tahriintuneet linnut kuolivat nopeasti hypotermiaan ja ravinnon puutteeseen. Tapahtumahetkestä muutaman viikon kuluttua lintuja oli arvioitu kuolleen yli 5000 (Ekman 2006). Virolaisten lintutieteilijöiden ja asiantuntijoiden mukaan öljyvahingon todelliset luvut lintujen kuolinmäärissä ovat moninkertaiset, koska öljyyn kuolleista linnuista löydetään yleensä keskimäärin vain noin 10%. Kuolleitten lintujen kokonaismääräksi arvioitiin noin 35 000 kappaletta (Davies 2006.) Pelastusoperaatiossa onnistuttiin saamaan kiinni 156 pelastettavaa lintua, joista takaisin luontoon vapautettiin 61 lintua (IFAW 2008). Löydetyt kuolleet eläimet käsiteltiin polttamalla, mutta tarkempaa tietoa menetelmästä ja laitoksesta ei ole. (Nijkamp 2010, 48).

3.2 Baltic Carrier 2001

Maaliskuun 28 päivänä vuonna 2001 sattui rahtialus Ternin ja öljytankkeri Baltic Carrierin yhteentörmäys. Yhteentörmäys sattui yöllä kovassa merenkäynnissä Tanskan ja Saksan välissä. Rahtialus Ternillä oli lastina 5 tonnia raakasokeria ja Baltic Carrierilla 30 000 t raakaöljyä, mikä oli viskositeetiltaan erittäin tiheää. Öljyn koostumus muistutti kelluvaa asfalttia (Danish Emergency Management Agency 2001, 3). Yhteentörmäyksessä Baltic Carrierin komentosillan lähellä ollut lastitankki repesi auki. Yhteentörmäyksen johdosta mereen valui 2 700 t raakaöljyä. (Cedre 2006.)

Samana päivänä Tanskan ilmavoimat kartoittivat öljyn levinneisyyden. Iltapäivällä öljy oli ajautunut Grønesundin kolmelle saarelle; Falsterille, Mønille ja Bogølle. Ensimmäisinä

päivinä öljyntorjuntatoimia merellä rajoitti kova merenkäynti. Puhdistusoperaatioon osallistui Tanskasta, Ruotsista ja Saksasta yhteensä 15 alusta. Neljä päivää onnettomuuden jälkeen oli merestä saatu kerättyä yhteensä 940 tonnia öljyä. Keräys merellä suoritettiin pääasiassa imemällä. Arviolta 30-50 km rantaviivaa öljyyntyi onnettomuudessa. Erityisesti herkät veden ja rannan väliset alueet saastuivat pahoin. Alueet olivat myös osittain Tanskan lailla rauhoitettuja lintujen pesimäalueita. Rantojen puhdistusoperaation osallistui yhteensä 220 henkilöä ja erilaisia raskaita koneita. Rannoilta saatiin kerättyä yhteensä 630 tonnia öljyyntynyttä jätettä. (Vincent et al. 2001, 2-3.)

Öljyvahingon tapahduttua linnut olivat jo aloittaneet pesimäkautensa. Heti öljyvahingon sattuessa löydettiin öljyyntyneitä eläimiä runsaasti. Kuitenkin Tanskan viranomaiset tekivät periaatepäätöksen, että öljyyntyneitä eläimiä ei puhdisteta, vaan löydetyt eläimet lajista riippumatta lopetetaan. Arviolta 2 500 kuollutta lintua löydettiin mereltä ja rannoilta. (Ceder 2006.) Kuolleet eläimet käsiteltiin liikuteltavassa polttolaitoksella Nyborgissa, mikä on suunniteltu käsittelemään kiinteitä, pastamaisia ja nestemäisiä ongelmajätteitä. Laitoksen kapasiteetti vaihtelee käsiteltävästä materiaalista riippuen 2 000 – 4 000 t/a. Polttolaitos on kontteihin rakennettu ja sisältää jätteensyöttöjärjestelmän, pyörivän rummun, jälkipolttimen ja puhdistuslaitteistot savukaasuille. Polttolämpötila on 1 100 °C ja jälkipolttimessa varmistetaan orgaanisten aineiden tuhoutuminen. (Soil Recovery A/S 2010.)

Kahden viikon kuluttua alusöljyvahingosta oli saatu kerättyä 3 950 tonnia öljyä ja öljyistä jätettä. Lopullisesti alueet olivat saatu puhdistettua heinäkuun loppuun mennessä. Vahinkoalueilta saatiin kerättyä yhteensä 6 800 tonnia öljyä ja öljyyntynyttä jätettä. (Danish Emergency Management Agency 2001, 3.)

4 LAIN VAATIMAT TOIMENPITEET ELÄINJÄTTEELLE

Öljyvahingon sattuessa on suuri merkitys tapahtuma-ajankohdalla, jos vahinko sattuu keväällä lintujen muutto ja muiden eläinten pesimäaikana voivat eläinkuolemat olla merkittäviä. Lain tulkinta eläinten kohdalla on hankalaa ja monimutkaista, koska öljyvahingossa kuolleet eläimet ovat villieläimiä ja lajikirjo voi olla mittava. Öljyvahingossa linnut kärsi-

vät todennäköisesti eniten, mutta myös hylkeet, kalat sekä rannan lähistöllä asuvat eläimet kuten minkit ja supikoirat voivat altistua öljylle tai syödä öljyyn kuolleita kaloja tai lintuja.

4.1 Lain määritelmät eläinjätteelle

Eläinjätteen kohdalla on hankala tulkita mitä jätettä ne ovat ja mitä lakia siten soveltaa. Jätelain (1072/1993) mukaan kuolleet villieläimet eivät kuulu jätelain piiriin. Kuolleet eläimet jäävät ulos jätelaista, jos ne kuuluvat jonkin toisen lain piiriin. Jos eläimet kantavat ihmisille tai muille eläimille tarttuvia tauteja, on tällöin sovellettava Euroopan Yhteisön sivutuoteasetusta (2002/1774/EY). Vaikka tätä lakia ei sovelleta luonnonmukaisten eläinten ruhoihin, nahkoihin ja muihin eläintuotteisiin, on kuitenkin artiklassa 4 asetus, minkä mukaan luokkaan 1 kuuluvat eläimet, joilla epäillään olevan tarttuva sienimäinen aivorappeuma (TSE)-tartunta asetuksen (2001/999/EY) mukaisesti tai joissa TSE on virallisesti todettu, on luokkaan 1 kuuluva aines viipymättä 7 artiklan mukaisesti kerättävä, kuljetettava ja tunnistemerkittävä ja käsiteltävä seuraavasti:

- hävitettävä suoraan jätteenä polttamalla se 12 artiklan mukaisesti hyväksytyssä polttolaitoksessa
- käsiteltävä 13 artiklan mukaisesti hyväksytyssä käsittelylaitoksessa, jolloin syntyvä aines on merkittävä pysyvästi, sekä hävitettävä lopullisesti jätteenä polttamalla tai rinnakkaispolttamalla 12 artiklan nojalla hyväksytyssä poltto- tai rinnakkaispolttolaitoksessa
- käsiteltävä 13 artiklan mukaisesti hyväksytyssä käsittelylaitoksessa ensimmäistä käsittelymenetelmää käyttäen, jolloin syntyvä aines on merkittävä pysyvästi sekä hävitettävä lopullisesti jätteenä hautaamalla kaatopaikalle
- tieteellisen tiedon kehityksen pohjalta hävitettävä muulla tavalla. (Tanskanen Anna-Liisa 2007, 51–52 ; 2002/1774/EY.)

4.2 Määritelmät öljyyntyneelle eläinjätteelle

Öljyyntyneet eläimet, mitkä eivät kanna tarttuvia tauteja luokitellaan ympäristökeskuksen mukaan ongelmajätteeksi. Jos öljyvahinkoalueelta löydetään kuolleita eläimiä, mitkä eivät

ole öljyn tahrimia, on tällöin eläinlääkärin tutkittava eläimet. (Asikainen 2009.) ELSU:n (Etelä – ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma): Jätehuolto poikkeuksellisissa olosuhteissa mukaan öljyllä tahriintuneet kuolleet eläimet ja linnut ovat ongelmajätettä ja muodostavat oman jätejakeensa. On arvioitu, että öljyistä sekajätettä (keräysvälineet, vaatteet, suojavälineet, öljyntorjuntavälineet ja imeytysaineet) ja kuolleita eläimiä syntyy vain muutamia prosentteja öljyvahingon kokonaisjätemäärään verrattuna. Öljyinen sekajäte ja kuolleet eläimet kuljetetaan ja välivarastoidaan öljyisenä keräysjätteenä. Ainoa asianmukainen käsittelymenetelmä on poltto ympäristöluvan saaneessa ongelmajätteiden käsittelylaitoksessa. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 25.)

4.3 Ympäristöluvat eläinjätteen käsittelylle

Ympäristölupaa tarvitaan aina, kun toiminta uhkaa pilata ympäristöä. Ympäristöluvissa määritellään toiminnan laajuudet, syntyvät päästöt ja päästöjen vähentäminen. Luvan myöntämiselle edellytyksenä on, ettei toiminnasta aiheudu terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista. (Ympäristöhallinto 2009.)

Alusöljyvahingossa syntyneitä eläinjätteitä käsittelevien laitosten on tarvittaessa haettava muutosta ympäristölupaan, jos aiemmin myönnetyssä ympäristöluvassa määritelty laitoksen käsittelemä kokonaisjätemäärä ylittyy. Jätteenkäsittelylaitosten ympäristöluvissa voi olla varauksia onnettomuuden varalle, jotta voidaan ylittää normaali käsittelykapasiteetti. Uudessa muutosluvassa tulee ilmetä ympäristönsuojeluasetuksen 14 §:n mukaan muutos verrattuna aikaisempaan toimintaan ja muutoksesta aiheutuvat ympäristövaikutukset (A 18.2.2000/169). Lisäksi hakemuksessa tulee ilmetä käsiteltävät jätteet ja niiden erityispiirteet. Koska alusöljyvahingossa jätettä voi tulla huomattavat määrät, tulee jätteen ammattimaista hyödyntämistä tai käsittelyä harjoittavalta vaatia myös taloudelliset selvitykset ja edellytykset. Tällaiset riittävät vakuudet ovat tarpeen, koska siten pystytään varmistamaan tarvittava jätehuolto jätteille. (Tanskanen 2007, 64.)

Ympäristönsuojelulain 100 §:n 1 momentissa sanotaan, että ”toimintaa ei saa aloittaa tai muuttaa ennen kuin siihen oikeuttava lupapäätös on lainvoimainen.” Saman lain 101 §:ssä

sanotaan, ”että toiminnan hakija voi aloittaa siitä huolimatta, vaikka lupakäsittely olisikin vielä kesken”. Toiminnan aloittamiseen tarvitaan riittävät vakuudet. (Tanskanen 2007, 68.)

4.4 Poikkeamat ympäristölupamääräyksissä onnettomuustilanteissa

Ympäristöluvassa määritellään ympäristönsuojelulain 43 §:n 1 momentin mukaiset määräykset häiriötilanteen sattuessa. Häiriöt ovat yleensä käsittelylaitoksessa tapahtuvia prosessihäiriöitä, joita saattaa tapahtua prosessia käynnistäessä tai alasajoissa. Laki velvoittaa toiminnanharjoittajalta ehkäiseviä toimenpiteitä tai suunnitelmia miten voidaan estää tai minimoida ylimääräiset päästöt tai vahingot. Jos häiriötilanteessa syntyy ylimääräisiä päästöjä ja päästörajat tilapäisesti ylittyvät, voi ympäristöluvassa olla maininta joustavista päästöluvista, mikä sallii tämän pienen ylityksen. Toisaalta tämä tilapäinen ylitys voi olla EY säädöksissä kielletty. (Tanskanen 2007, 75-76.)

Ympäristöluvissa on poikkeuksia kaatopaikkojen ja jätteen käsittelypaikkojen osalta. Luvissa voidaan määrätä, että esimerkiksi öljyonnettomuuden sattuessa, voidaan öljyyntynyttä jätettä varastoida kaatopaikalle tai muualle jätteen käsittelypaikan alueelle. Esimerkiksi Kymenlaakson Jäte Oy:llä on öljyisten ja pilaantuneiden maiden vastaanotto- ja käsittelyalue sekä katettua allastilaa. Allastilaan otetaan vastaan esimerkiksi onnettomuustilanteissa öljyllä pilaantuneita maamassoja. (Kymenlaakson Jäte Oy 2009.)

Tanskanen (2007, 76) mainitsee, että jätteenpolttolaitoksille olisi myös lupamääräyksissä annettava mahdollisuus polttaa muualla tapahtuneen onnettomuuden jätteitä, jos se vain olisi teknillisesti mahdollista. Tällainen toiminta toisi tarvittavaa joustavuutta jätteiden käsittelyyn ilman lupamenettelyn tuomia viiveitä. Myös muille jätteidenkäsittelylaitoksille olisi annettava mahdollisuus käsitellä alueen ulkopuolisia jätteitä siten, että siihen on riittävät tekniset edellytykset ja ettei ympäristönsuojelun taso kärsisi.

Ympäristönsuojelulain 55 §:n mukaan toistaiseksi voimassa olevaa ympäristölupaa voidaan tarkistaa määräajoin, jos lupa koskee ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi annetun neuvoston direktiivin (96/61/EY) mukaan luvanva-

raista toimintaa. Luvan myöntänyt viranomainen, luvanhaltija, valvontaviranomainen, asianomainen tai yleistä etua valvova viranomainen on muutettava lupaa seuraavissa tapauksissa:

1) toiminnasta aiheutuva pilaantuminen tai sen vaara poikkeaa olennaisesti ennalta arvioidusta;

2) toiminnasta aiheutuu tässä laissa kielletty seuraus;

3) parhaan käyttökelpoisen tekniikan kehittymisen vuoksi päästöjä voidaan vähentää olennaisesti enemmän ilman kohtuuttomia kustannuksia;

4) olosuhteet ovat luvan myöntämisen jälkeen olennaisesti muuttuneet; tai

5) se on tarpeen Suomea sitovan kansainvälisen velvoitteen täytäntöönpanemiseksi annettujen säädösten noudattamiseksi. (Tanskanen 2007, 76–77; L 4.2.2000/86.)

5 KUOLLEIDEN ELÄINTEN KERÄILY JA LAJITTELU

Suuren alusöljyvahingon sattuessa erilaista öljyistä jätettä voi tulla satoja tai jopa tuhansia tonneja. Alusöljyvahingot aiheuttavat suurta vahinkoa eläimille, meren pieneliöstölle ja koko alueen ekosysteemille. Öljyvahingon sattuessa ja riippuen vuodenajasta linnut sekä muut eläimiä voivat tahriintua öljystä. Määrät voivat olla muutamista yksilöistä aina kymmeniin tuhansiin asti. Tämä tuo haastetta elävien eläinten kiinniottamiseen ja kuolleiden keräilyyn rannoista, saarista, luodoista ja merestä.

5.1 Kuolleiden eläinten keräily

Suurin osa kuolleista eläimistä ajautuu aaltojen ja virtausten mukana rantaan. Eläimet on lajiteltava muusta jätteestä eroon, koska ne tulee tunnistaa ja tilastoida. Keräily tulee tapahtua johdetusti. Ennen puhdistusten aloittamista suoritetaan alustava kartoitus virka-apua käyttäen. Puolustusvoimat voivat kartoittaa suurenkin alueen nopeasti sijoittamalla tiedustelijat, joihin kuuluu varusmiehiä, maakuntajoukkoja ja reserviläisiä eri sektoreille. Tiedus-

telijat kirjaavat vahinkojen laadut ja löydetyt eläimet ylös. Maastontiedostelun avulla saadaan tarkka tieto siitä, missä ja kuinka paljon öljyyntyneitä eläimiä on. (Tani 2009.)

Öljyntorjuntaoperaatiota merialueella johtaa Suomen ympäristökeskus. Öljyntorjuntaan osallistuu myös puolustusvoimat, rajavartiolaitos ja muut organisaatiot antamalla Suomen ympäristökeskuksen käyttöön henkilöstöä ja kalustoa. Suomen ympäristökeskus määrää öljyntorjuntatöidenjohtajan, jonka alaisuudessa kaikki yksiköt toimivat sekä rannalla että merellä. (Tani 2009.) Alueelliset pelastustoimet huolehtivat oman alueensa öljyvahinkojen torjunnasta yhdessä kunnan eri viranomaisten ja vapaaehtoisjärjestöjen kanssa (Suomen ympäristökeskus, 2009b).

Elävien lintujen kiinniottoon on WWF kouluttanut vapaaehtoisia, joilla on tarvittava koulutus lintujen ja muiden eläinten käsittelyyn (Nurminen 2009a). Elävien lintujen ja muiden eläinten kiinniotossa kiinniottoryhmän koko olisi vähintään neljä henkilöä ja yksi ajoneuvo ja enintään yhdeksän henkeä ja kaksi ajoneuvoa. Kiinniottoryhmään kuuluu ryhmänjohtaja, kirjuri, biologi/lintutieteilijä ja 3-6 kiinniottajaa. Samainen ryhmä kerää myös kuolleet eläimet pois. (Mattila, 2009a.) Tapauskohtaisesti eläinlääkäri voi olla ryhmän mukana pienissä öljyvahingoissa, missä kiinniotettavien eläinten määrä on pieni. Suurissa alusöljyvahingoissa eläinlääkäri on aina lintujen hoitoyksikössä, koska on tehtävä päätös hoidetaanko vai lopetetaanko eläin. (Palo 2009b.) Vahingon laajuudesta riippumatta tarvitaan seuraavat tiedot onnettomuustilastoihin:

- eläinlaji
- sukupuoli, jos mahdollista selvittää
- arvioitu ikä
- löytöpaikka
- päivämäärä ja kellon aika
- rengastukset
- muut tiedot (Tani 2009).

Jos kuolleita eläimiä on satoja tai tuhansia, vaatii tunnistus paljon aikaa ja resursseja. Tällaisessa tilanteessa kuolleet eläimet kerätään rannoilta jätesäkkeihin ja laitetaan suljettavaan jäteastiaan, jossa on erillinen jätesäkki, joka suojaa jäteastiaa likaantumasta. (Tani

2009a.) Jäteastian täytyttyä tuodaan se eläinten keräilyryhmän mukana pois välivarastointipaikalle. Tällöin eläinten tunnistus ja tilastointi suoritetaan yhdessä paikassa (Mattila 2009a). Kuolleiden eläinten määrän ollessa suuri tarvitaan vuodenajasta riippuen kylmäkontteja, jotta saadaan tunnistukset ja tilastointi suoritettua. Tarkempaan tutkimukseen joutuvat eläimet tulee säilyttää joka tapauksessa kylmässä, jotta eläimet eivät mätäne. (Nurminen 2009b.)

5.2 Eläinten puhdistus ja hoito

Elävät kiinniotetut eläimet kuljetetaan lintujen hoitokonttien luokse, missä eläinlääkäri tekee nopean tarkastuksen yleiskunnon selvittämiseksi ja mahdollisten muiden vammojen selvittämiseksi. Eläinlääkäri tekee tulotarkastuksessa päätöksen eläimen jatkotoimenpiteistä. Vammautuneet ja heikot yksilöt yleisesti lopetetaan. Suurin osa hoidettavista eläimistä on lintuja, joten jokaiselle hoidettavaksi tulleelle linnulle täytetään potilaskortti, jota täytetään parin päivän välein. Potilaskortilla seurataan linnun kunnon kehittymistä ja siten päätetään hoidon jatkamisesta ja vapauttamisesta luontoon. Potilaskorteista saadaan analysoitua tietoa, mitä voidaan käyttää arvioitaessa hoidon onnistumista. (Jokinen (toim.) 2006, 11.)

Linnut ja muut eläimet on saatava riittävän vakaaseen tilaan, että ne kestävät rankat pesu- ja puhdistusoperaatiot. Öljystä ja kiinniotosta stressaantuneet linnut ovat usein alilämpöisiä, joten ensihoidoksi lintuja lämmitetään kehon lämpötilan nostattamiseksi, nesteytetään ja pakko ruokitaan. Ennen ensihoitoja lintujen silmät ja sierainten alue putsataan öljystä. Nesteytyksessä käytetään suolaliuosta ja lääkehiiltä. Suolaliuos imeytyy nopeammin lintujen elimistöön ja lääkehiili sitoo öljyä. Tilanteesta riippuen eläinlääkäri voi lääkitä eläimiä. Stressaantuneet eläimet kuluttavat paljon energiaa. Stressi ja heikkokunto voivat aiheuttaa ruokahaluttomuutta, joten lintuja ruokitaan letkuilla. (Jokinen (toim.) 2006, 11-12.)

Ensihoitoalueelle rakennetaan lämmitetyt karsinat, missä eläimet rauhoittuvat ja saavat olla lajitovereiden kanssa keskenään. Karsinan lämpötila on lähellä lintujen ruumiinlämpöä 39-41 °C. Karsinat puhdistetaan päivittäin lintujen ulosteista ja ruuista sekä karsinassa on ol-

tava tehokas ilmanvaihto, jotta vaaralliset ja myrkylliset kaasut poistuvat. Linnun kunnon ollessa riittävän vakaa voidaan aloittaa pesu ja puhdistus. (Jokinen (toim.) 2006, 12-13.)

Ennen varsinaista pesua linnuille annetaan sokeriliuosta, jotta linnuilla on riittävästi energiaa pesua varten. Pesuveden on oltava noin 40-42 °C:n lämpöistä. Peseminen tapahtuu linnun koosta riippuen aina vähintään pareittain. Toinen henkilö pesee lintua ja toinen pitelee lintua paikoillaan. Linnut pestään yleisesti käsitiskiaineella, mutta vaikeisiin alueisiin voidaan käyttää vahvempia klooripohjaisia pesuaineita. Öljyä harjataan ja suihkutetaan linnun höyhenpeitteestä. Lopuksi linnuista huuhdellaan liuennut öljy ja saippuat pois. Puhdistetut linnut kiedotaan pyyhkeeseen ja viedään kuivaukseen. Kuivaustilassa on vastaavanlaiset karsinat kuin ensihoitotilassa, missä linnut rauhoittuvat kuivauksen ajaksi. Jokaisessa karsinassa on oma lämpöpuhallin, millä varmistetaan riittävä lämpöinen ilma. Kuivauksen jälkeen lintuja syötetään ja tarkkaillaan puhtaassa odotustilassa. (Jokinen (toim.) 2006, 14-15.)

Hoitoprosessinlopuksi linnut viedään kellutusaltaille, missä tarkkaillaan lintujen vedenpitävyyttä, käytöstä ja ruokahalua. Lintujen käyttäytyessä normaalisti, voidaan linnut jättää omilleen rauhoittumaan. Häiriökäyttäytymisen yhteydessä linnuilla on stressiä tai höyhenpeite on päästänyt vettä lävitse. Tällöin linnut tarkastetaan uudelleen ja tilanteesta riippuen toistetaan pesuprosessi, jotta linnut saadaan puhtaiksi. (Jokinen (toim.) 2006, 16.)

5.3 Lintujen hoitokonteista kerättävät kuolleet linnut ja muut jätteet

Eläimiä yritetään pelastaa mahdollisimman paljon. Rajoittavina tekijöinä eläimen selviämiseen ovat öljytahriintuman laajuus, öljyn vaikutuksen aika eläimessä, käytettävä puhdistuskalusto ja henkilöstöresurssit. Jos eläimiä ei saada riittävissä ajoin pesuun, sitä suuremmalla mahdollisuudella öljy myrkyttää tai ärsyttää lintujen silmiä, sieraimia ja nielua. Pienet öljytahrat lintujen rinnoissa voivat aiheuttaa alilämpöön tai hukkumiseen johtavan kuoleman. Öljy tahrii lintujen alimmaisen untuvakerroksen, mikä heikentää lämmöneristystä ja kellumiskykyä. Hylkeiden tiedetään kestävän öljyn vaikutukset hyvin ja myös hylkeiden

elimistön öljynsietokyky on suuri. Syy on hylkeiden paksunahka ja ihonalainen rasvakerros. (Pfister 1980, 193-194 ja 203.)

Lintujen hoitotyössä puhdistuskapasiteetti on noin 100 lintua vuorokaudessa, jos työtä tehdään noin kymmenen henkilön voimin kahdessa vuorossa eli kaksi kahdeksan tunnin vuoroa. On arvioitu, että noin 30-70 % puhdistettavista linnuista selviytyy. (Nurminen 2009a.) Esimerkiksi Erika öljyvahingossa vuonna 2000 öljyyn tahriintui 63 573 lintua joista saatiin pelastettua 1 945. Tällöin selviytymisprosentti oli 3,1 % (IBRRC 2010). Vastaavasti Viron öljypäästössä öljyn tahrimia lintuja saatiin kerättyä 156 kpl, joista 61 palautettiin takaisiin luontoon. Selviytymisprosentti oli 39,1 % (IFAW 2008). Kahdesta esimerkkitapauksesta voidaan huomata, eläinten selviytymisprosenttien ennalta arvioiminen on erittäin hankalaa. Prosentuaaliset erot voivat olla erittäin suuria ja luvut vaihtelevat tapauskohtaisesti.

Lintujen hoitotyössä syntyy paljon muutakin jätettä, sillä puhdistustyössä kuluu paljon vettä, kuivikkeita, käsittelijöiden suojavarusteita ja vaatteita sekä lintujen hoidossa käytettyjä työvälineitä. Haasteen asettaa, että suurin osa jätteistä on öljyn tahrimaa ja jätemateriaalit vaihtelevat, joten niitä ei voi hävittää normaalin sekajätteen mukana. Lintujen puhdistustyössä syntyy esimerkiksi seuraavanlaista ongelmajätettä:

- öljyyntyneet kertakäyttöhaalarit
- öljyyntyneet pahvilaatikot
- öljyistä sanomalehtipaperia
- öljyiset hansikkaat
- öljyiset kertakäyttöhansikkaat
- käytetyt letkutusputket
- käytetyt letkutusruiskut
- käytetyt injektioneulat
- käytetyt kapillaariputket. (Mattila 2009c.)

6 KUOLLEIDEN ELÄINTEN VÄLIVARASTOINTI

Alusöljyvahingossa öljyistä jätettä kertyy yleensä niin paljon, että jätettä on pakko välivarastoida johonkin muualle ennen lopullista käsittelyä. Vahingon sattuessa pyritään aina ensisijaisesti torjumaan merellä öljyvahinko, mutta usein rantaan ajautuu suuret määrät öljyä. Öljyvahinkojäte koostuu alla olevista jätejakeista:

- likaantunut öljyvesiseos
- öljyyntyneet maa-ainekset (kivet, sora, hiekka, lieju, turve, muta)
- öljystä tahriintunut rantakasvillisuus
- öljystä tahriintuneet ja kuolleet linnut ja eläimet
- öljyiset torjuntavälineet (keräysvälineet, vaatteet, suojaimet, öljyntorjuntavälineet)
- käytetyt imeytysaineet. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 22.)

Öljyvahingossa kuolleita eläimiä pidetään SÖKÖ – pilottihankkeen mukaan suurriskisenä jätteenä. Ympäristökeskukset ovat antaneet ympäristölupapäätöksissä määräyksen kuinka välivarastoida suurriskistä eläinjätettä sikaloilla ja karjatiloilla. Samaa ohjetta voidaan noudattaa myös öljyvahingossa kuolleiden eläinten kohdalla. Suurriskisen jätteen suhteen on oltava erittäin huolellinen hygienia-asioissa, koska eläimistä voi tarttua vaarallisia tauteja hoidossa oleviin muihin eläimiin ja eläinten kanssa tekemisissä oleviin ihmisiin. Lisäksi varaston tulee olla tiiviillä alustalla ja siten katettu ja suojattu, että ketut, rotat, lokit ja muut eläimet eivät pääse sinne. Mahdollisten valumavesien pääsy ympäristöön on estettävä asianmukaisesti. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2004, 9-10.)

6.1 Välivarastoinnin vaatimuksia

Muihin jätteisiin nähden kuolleiden eläinten välivarastointi aiheuttaa erikoistoimenpiteitä varastointijärjestelyihin. Suurimman ongelman välivarastoinnissa aiheuttaa kuolleiden eläinten määrä riippuen öljyvahingon tapahtuma-ajasta. Keväällä muuttojen ja pesimäaikana määrät voivat olla todella suuria. Esimerkiksi koko Venäjän länsipuoliskon tundran pesimäkanta muuttaa Suomenlahden kautta. Tämä tarkoittaa miljoonia lintuja keväisin ja

syksyisin. (Tolvanen 2009.) Öljyvahingon jälkeen yleensä parina ensimmäisenä viikkona eläimiä kerätään runsaasti, mutta vähitellen määrät tasaantuvat. Lämpimänä vuodenaikana kuolleet eläimet välivarastoidaan kylmäkonttiin, kunnes ne saadaan tunnistettua ja kirjattua. Kylmäkontti on järkevin vaihtoehto, koska ensin hoidetaan elävät linnut, joten puhdistustehtävissä voi kulua aikaa useita viikkoja ja kaikki kuolleet eläimet on kuitenkin tilastoitava. Ennen kylmäkontteihin sijoittamista linnut ja muut eläimet tulee pakata muovipusseihin tai jätesäkkeihin. Tämän jälkeen muovipussit tai säkit sijoitetaan esimerkiksi 200 litran kartonkitynnyreihin tai muihin suljettaviin astioihin. Jätesäkkeihin ja tynnyreihin merkitään varoitukset suurriskisestä jätteestä. (Nurminen 2009a.)

Kylmäkontit on järkevintä sijoittaa lintujen hoitoyksikkökonttien läheisyyteen, koska usein lintuja menehtyy hoitoprosessissa. Kylmäkontit ovat itsessään tiiviitä ja muovisäkit ja tynnyrit estävät valumat kontin lattialle, joten välivarastoinnissa saavutetaan riittävä hygieniataso. Lisäksi metallinen kontti estää muiden eläinten kuten jyrsijöiden ja pienpetojen pääsyn konttiin. Konttien alle asennetaan tilanteesta riippuen öljynkestävät suojakalvot, mitkä toimivat vielä varotoimenpiteinä mahdollisten vuotojen varalta. (Nurminen 2009a.)

Kuolleiden eläinten määrä riippuu vuodenajasta, kuten jo aiemmin mainittiin. Tällä on suora merkitys myös välivarastoinnin tarpeeseen. Talviaikana kylmäkontteja ei tarvita, koska eläimet säilyvät muutenkin riittävän kauan, että tunnistus saadaan tehtyä. Välivarastointi voidaan toteuttaa myös tarvittaessa kaatopaikalla, jos ei ole muuta paikkaa käytettävänä. Tämä vaihtoehto olisi silloin käytettävissä, jos eläimet olisivat tilastoitu, mutta loppukäsittelypaikkaa ei olisi heti tarjolla. Tässä tapauksessa kuolleet eläimet kuljetettaisiin ongelmajätteenkaatopaikalle. Tarvittaessa kaatopaikalla tehtäisiin vielä tarvittavia lisätoimenpiteitä esimerkiksi mahdollisten valumien suhteen, mutta ainakin jätteen peittäminen ja merkitseminen olisi välttämätöntä. (Tani 2009.)

6.2 Lintujen hoitokonttien sijoitus

Lintujen hoitokontit on järkevintä sijoittaa kuolleiden eläinten välivarastointialueelle tai sen välittömään läheisyyteen, koska hoidossa syntyy paljon erilaista jätettä, kuten kappaleessa 5.3 todettiin. Kaikkien toimintojen ollessa samalla alueella, vähenee sisäisten kulje-

tusten määrä. Jos lintujen hoitokontit ja välivarasto ovat eri paikassa, joudutaan siirtelemään ongelmajätettä ja riskieläinjätettä ajoneuvolla. Tällainen toiminta vaatii henkilöstöja kuljetusresursseja. Ongelmajätteen siirtelyssä lintujen hoitokontilta erilliselle välivarastointialueelle kuljetuskalustoksi riittää paketti- tai jakeluauto. Kuorma-auton lastauskapasiteettia ei tarvita jätteen siirtelyssä. Pakettiauto voi siirroissa likaantua, mikä tarkoittaa auton tavaratilan suojaamista erillisellä suojuksella. (Mattila 2009b.)

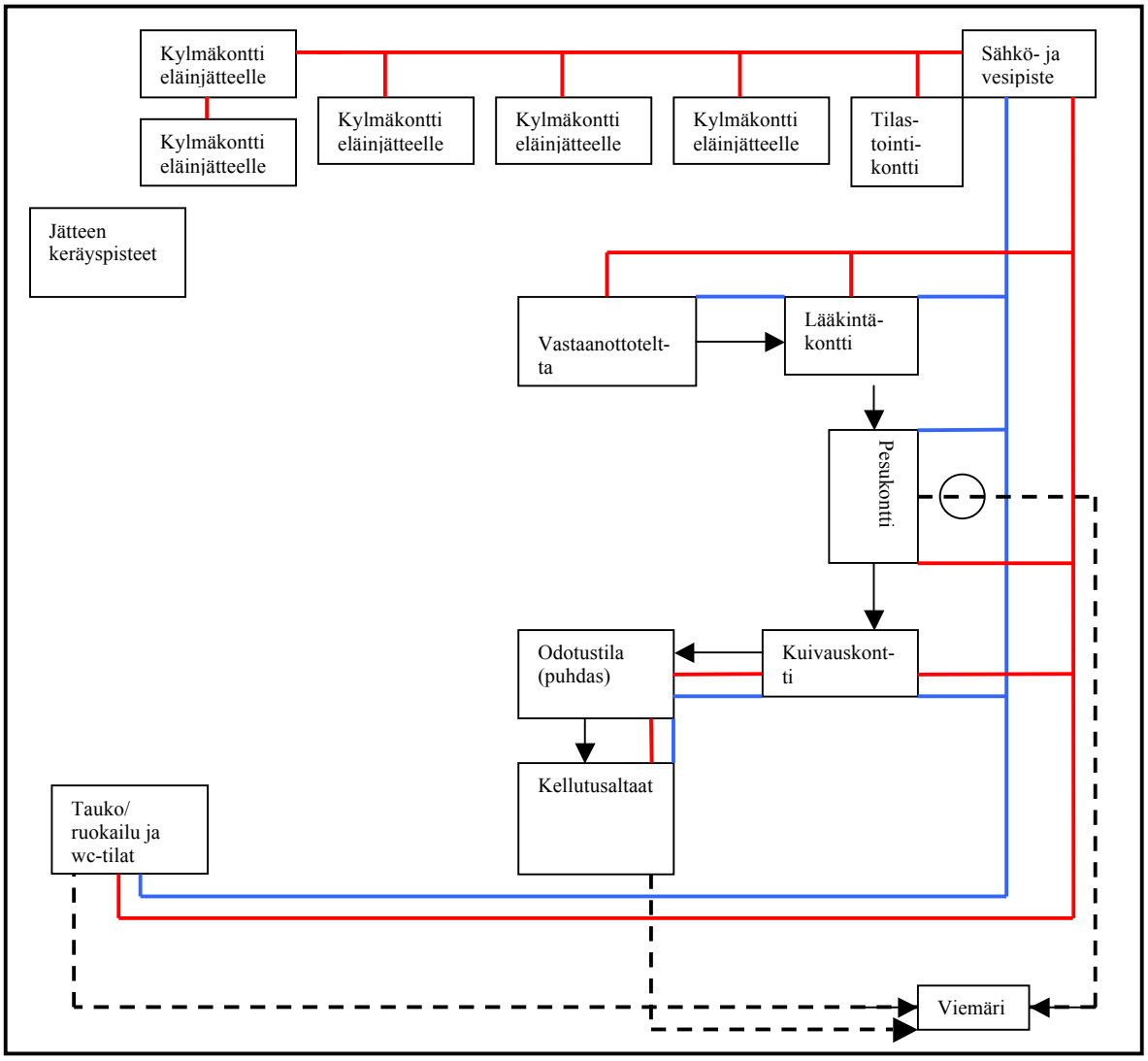
Seuraavaksi arvioidaan esimerkin kautta lintujen hoitokonttien ja välivarastointialueen sijoitusvaihtoehtojen resurssitarpeita:

> Vaihtoehdossa A lintujen hoitokontit ja välivarastointialue ovat erillään ja vaihtoehdossa B hoitokontit ja välivarastointialue ovat samalla alueella. Oletetaan, että ongelmajätettä kuljetetaan muutaman kerran päivässä lintujen hoitokonteilta välivarastolle. Kuljetusetäisyys on viisi kilometriä suuntaansa. Sekä lastaus että purkaus vaativat kummatkin puoli tuntia työtä ja henkilöstöresurssiksi tarvitaan yksi henkilö, kuka lastaa ja purkaa kuorman sekä kuljettaa ajoneuvoa. Viiden kilometrin matkaan arvioidaan kuluvan 10 minuuttia suuntaan, koska tapahtuma-aikana voi olla paljon liikennettä, mikä hidastaa ajoneuvojen nopeutta. Tällöin vaihtoehdossa A ongelmajätteiden kuljetus vie yhdeltä henkilöltä 2 h 40 min päivässä.
>
> Vaihtoehdossa B Lintujen hoitokonttien ja välivarastoalueen ollessa samalla alueella kävelymatkan päässä toisistaan voidaan jätettä kuljettaa ongelmajätekontteihin tai pakastekontteihin vuorojen vaihtuessa. Tämä ei sido työresursseja, koska lintujen hoitokonteissa työskentelevät joutuvat joka tapauksessa vaihtamaan öljyyntyneitä varusteita ja huoltamaan itseään mennessä ruokailemaan tai työvuoron päättyessä.

Työtä kirjoitettaessa lintujen hoitokontteja on kokonaisuudessaan kolme kappaletta. Hoitokontit ja muut eläinten hoitoon kuuluvat tarvikkeet ovat sijoitettuna Itä-Uudenmaan pelastustoimen Porvoon pelastusasemalle ja ne ovat tarpeen tullessa lähtövalmiina puolessa tunnissa ja toimintavalmiina neljässä tunnissa. (Siitonen 2009.) Optimialue lintujen hoitokonteille, kellutusaltaille, taukotiloille, ruokakontille, ongelmajätekontille ja kylmäkontille on noin 2 hehtaaria, mutta minimivaatimus on 20 m × 20 m eli 0,04 hehtaaria (Nurminen 2009b; Siitonen 2009). Minimikokoiselle eli 0,04 hehtaarin alueelle mahtuvat pakolliset

toimenpiteet lintujen puhdistamistoiminnan käynnistämiseksi, mutta mahdollisille laajennuksille, huoltotilalle tai jätehuollolle ei tuolloin ole riittävästi tilaa. Alueen on oltava hyvien kulkuyhteyksien läheisyydessä kuitenkaan haittamaatta kunnan tai kaupungin normaalia toimintaa. Kontit ja teltat on asennettava tasaiselle alustalle, mielellään asfaltoidulle pinnalle sekä alueen tulee olla mielellään aidattu tai mahdollisesti sellainen mihin on helposti järjestettävissä kulunvalvonta. (Mattila 2009b.)

Lintujen pesussa ja hoidossa tarvitaan runsaasti vettä. Toiminnan aloittamiseen tarvitaan vähintään 20 m³ vettä, mikä tulee lämmittää + 36 °C:een ja olla 3-5 baarin paineessa (Nurminen 2009b). Vesi tulee järjestää paikalle joko tankkiautolla tai vesiverkosta. Alueelle tarvitaan 380 V voimavirta, mikä voidaan toteuttaa sähköverkosta tai aggregaateilla. Koska prosesseissa syntyy reilusti jätevettä sekä öljyistä jätevettä, tarvitsee alueella olla viemäröinti ja erillinen öljynkeräysjärjestelmä. Seuraavassa kuvassa (kuva 4) on esitetty esimerkki eläinten käsittelyalueen pohjapiirroksesta, mihin on sijoitettuna lintujen hoitokontit 3 kpl, vastaanottoteltta, odotustila (puhdas), kellutusaltaat, sosiaalitilat, jätteenkeräyspiste sekä kylmäkontit kuolleille eläimille. (Mattila 2009b.) Koska esimerkkipohjapiirroksessa eläintenkäsittelyalue on perustettu paikalle, missä on jo valmiina kunnallistekniikka eli saatavilla ovat: voimavirta, painevesi, valaistus sekä viemäröinti. Kuvassa sähkö, vesi- ja viemäröinti ovat toteutettu ns. pintaliittyminä. Pesukontin takana on erillinen öljynkeräysjärjestelmä. Kaaviokuvassa punaiset viivat kuvaavat maanpäällisiä sähkökaapeleita, siniset viivat vesijohtoja ja katkoviiva viemärilinjoja. Ympyrä pesukontin takana kuvaa öljynkeräysjärjestelmää.



Kuva 4. Eläinten käsittely- ja välivarastointialueen pohjapiirros.

7 ÖLJYYNTYNEEN ELÄINJÄTTEEN KULJETUS

Öljyvahingon sattuessa öljyinen jäte aiheuttaa suuren logistisen ongelman, koska jätettä on erittäin paljon. ELSU:n taustaraportin mukaan voidaan arvioida, että 100 000 tonnin jäteerän kuljettamistarve on 7 000 – 12 000 kuorma-auton lavallista riippuen jätteen tilavuuspainosta. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 22.) Kuljetuskapasiteetin lisäksi ongelmana on mereltä ja saaristosta kerättävät öljyiset jätteet. Osaan saarista on helppo kulkea, koska sinne on riittävän syvät merkityt väylät ja hyvät laiturit. Etenkin puolustusvoimien käytössä olevissa saarissa on lähes kaikissa tukevat ja hyvät laiturit. Suuremmissa saarissa, missä on tiestö, voidaan liikkua raskaalla kalustolla. Eläintenjätteen kuljetuksissa

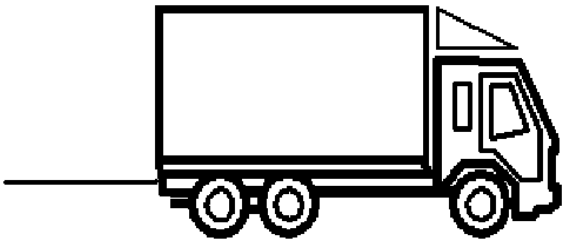
saarissa järkevin vaihtoehto on maastonelikon (mönkijä) ja peräkärryn yhdistelmä. Tällä yhdistelmällä voidaan liikkua huonommissa ja ahtaissa olosuhteissa. Yhdistelmää käytettäessä tiestöä ei tarvita välttämättä ollenkaan. Rajoittava tekijä on lastaus, mikä suoritetaan pääasiassa käsin, tai vinsseillä huonoissa olosuhteissa.

Kuljetuksissa tulee ottaa huomioon riskit, kuljetettaessa voimakkaasti öljyyntynyttä jätettä. Esimerkiksi säkitetty jäte voi hajota helposti käsiteltäessä koneellisesti lastaus- ja purkutilanteissa. Myös öljyyntyneitä jätteitä kuljetettaessa öljypitoisuus voi olla usein erittäin suuri, joten on varmistettava, ettei kuorma-autojen lavoilta pääse valumaan öljyä pois. Tilanteesta riippuen on pyrittävä siihen, että voimakkaasti öljyllä pilaantuneen jätteen kuljetus- ja siirtovaiheita on mahdollisimman vähän, jolloin vältytään ylimääräisiltä riskeiltä.(Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 22.)

Öljyisten jätteiden kuljetuksissa noudatetaan lakia vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994) sekä valtioneuvoston asetusta vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä (194/ 2002). Kuljetettavasta jätteestä tai ongelmajätteestä edellytetään asianmukaiset jätettä koskevat siirtoasiakirjat L 3.12.1993/1072, 51 § ja VNa 1.1.1996/659, joilla varmistetaan jätteen päätyminen asianmukaiseen käsittelyyn. Tilanteen vaatiessa, voi pelastustoimenjohtaja määrätä alusjätelain 19a §:n ja pelastuslain 45 §:n nojalla käyttöönsä riittävästi kalustoa, jotta öljyvahinkojäte saadaan rannoilta kerättyä joko välivarastoon tai käsittelypaikalle. Muuten yksityiset kuljetusyritykset hoitavat öljyisen jätteen kuljetukset. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 23.)

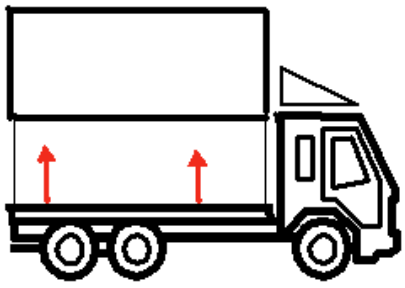
7. 1 Eläinjätteen kuljetukseen soveltuva kuljetuskalusto

Ongelmajätteen kuljetuksissa paljon käytetty kuorma-autotyyppi on ns. keskiraskas tai raskas kaappiauto, jossa on perälautanosturi sekä perävaunu. Keskiraskaan kaappiauton kuljetustilavuus on noin 25-35 m³ ja kantavuus 2 500 – 5 000 kg. Vastaavasti raskaan kaappiauton kuljetustila on noin 35-50 m³ ja kantavuus 5 000 – 14 000 kg. Käytettäessä perävaunua kasvaa yhdistelmän kuljetustilavuus ja kantavuus kaksinkertaisesti. (Haantaus 2009.) Kuvassa 5 on esitetty esimerkkikuva keskiraskaasta kaappiautosta.



Kuva 5. Keskiraskas kolmiakselinen kaappiauto perälautanostimella (VTT 2004).

Keskiraskaan kaappiauton kuormaustilan leveys voi vaihdella 2,4–2,6 m, pituus vaihtelee autoittain 5-8 m ja korkeutta kuormaustilassa on noin 2,5–2,7 m (Haantaus 2009). Perälautanostin on tehokas apuväline lastauksessa ja purkauksessa, koska tällöin voidaan tuoda jätettä trukilla, traktorilla, käsivoimin nostimelle ja siirtää ne haarukkavaunulla kuormaustilaan. Jos on mahdollista, niin voidaan ajaa trukilla lastaussillalta suoraan kuormaustilaan. Tällainen mahdollisuus on harvoin välivarastointialueella, mutta onnistuu purkauspaikoissa. Yleisimmät ratkaisut ovat perästä aukeavat ja sivusta aukeavat kaappiautot. Sivusta lastattaessa ei voida perälautanostinta käyttää, vaan auto on lastattava trukilla. Myös joissain kaappiautoissa on kattoaukeava lastausjärjestelmä eli katon saa käännettyä auki, jolloin lastaus onnistuu esimerkiksi nosturilla. Muita vaihtoehtoisia ratkaisuja ovat erilaiset kapelli kuorma-autot. Kapelliautot poikkeavat kaappiautosta lähinnä lastattavuudeltaan. Esimerkiksi nousukapellissa nousee koko lastaustilankori ilmaan, jolloin voidaan lastata molemmilta puolilta trukilla. Kuvassa 6 on esimerkki nousukapelli kuorma-autosta.



Kuva 6. Nousukapelli kuorma-auto (VTT 2004).

Kuvassa 7 on esitelty raskas kaappiauto perävaunulla. Kuorma-auto on periaatteessa samanlainen kuin keskiraskaassa kaappiautossa, mutta akseleita on yleensä aina kolme, kun keskiraskaassa kaappiautossa on kaksi tai kolme. Perävaunu on aina perästä ja ainakin toi-

sesta sivusta aukeava tai voi aueta kokonaan. Jos käytetään nouskapelli perävaunua, nousee koko lastaustilan kori ilmaan. Perävaunun mitat ovat yleisesti noin 12-13 m. Leveys ja korkeus ovat samat kuin raskaalla rekka-autolla. Riippuen yhdistelmästä voi kantavuus olla jopa 40 t, mutta yleisemmin 35-39 t.

Kuva 7. Raskas kaappiauto ja perävaunulla (VTT 2004).

7.2 Eläinjätteen lastaus ja purkaus

Riskieläinjätettä kuljetettaessa loppukäsittelyyn tai välivarastoon on tärkeää, että koko kuljetusketjussa säilyy riittävä hygieniataso. Jotta hygienisyys on riittävä, on kuolleet eläimet oltava säkitettyinä ja säkit erillisissä astioissa. Kuten kappaleessa 6.2 todettiin, on järkevintä keskittää välivarastointi yhteen paikkaan, jos se vai on teknisesti mahdollista. Yksi välivarastointialue on kuljetusten kannalta tehokkain ratkaisu, koska tuolloin rekka-auton ei tarvitse suorittaa keräilyä eri paikoista. Keräilyssä siirtymisiin, kuorman lastaukseen ja sitomiseen kuluu aikaa, mikä nostaa kuljetuskustannuksia.

Kuolleiden eläinten lastauksessa on otettava huomioon välivarastointialueen ominaisuudet. On epätodennäköistä, että välivarastoalueella olisi erillisiä lastausramppeja, joten kuormaautojen lastaus olisi suoritettava maasta. Säkitetyt eläimet, jotka ovat tilastoitu, voidaan siirtää esimerkiksi kartonkitynnyreihin, mitä käytetään yleisesti sairaaloiden riskijätteiden kuljetukseen. Tynnyrit ovat suhteellisen edullisia hankintahinnaltaan noin 10 €/kpl ja sopivat polttoon. (Haantaus 2009.) Markkinoilta löytyy erikokoisia tynnyreitä aina 2 000 l asti. Tynnyreissä voidaan pohjana käyttää voimapahvia, kuitulevyä tai vaneria. Tynnyrin sinetöitävä kansi voi olla edellä mainittuja materiaaleja sekä muovia tai metallia. (Pakkaus Piippo 2009.) Kartonkitynnyreiden käyttö edellyttää, että jätesäkit ovat tiiviitä, jotta ei tapahdu vuotoja. Lastauksen helpottamiseksi kartonkitynnyrit voidaan sijoittaa kuormalavoille. Pääsääntöisesti kuljetuksissa käytetään FIN- tai EUR-kuormalavaa. Molemmat

kuormalavat ovat puusta rakennettuja ja standardoituja. FIN-kuormalava on mitoiltaan 1 000 mm × 1 200 mm ja EUR-kuormalava 800 mm × 1 200 mm (SFS 3649: 1976, 1; SFS 3650: 1976, 1). Kuormalavojen käyttö helpottaa ja nopeuttaa kuormausta ja purkua (Haantaus 2009).

Seuraavassa esimerkissä lasketaan, kuinka monta kartonkitynnyriä mahtuu yhteen täysperävaunuyhdistelmään, jos kartonkitynnyrit lastataan FIN-kuormalavoille. FIN-kuormalavan koko on 1 200 mm × 1 000 mm (SFS 3649: 1976, 1). Vastaavasti 200 l kartonkitynnyrin korkeus on 890 mm ja halkaisija on 580 mm (Ekokem 2008, 7). Näin ollen yhdelle kuormalavalle mahtuu neljä 200 litran kartonkitynnyriä. Tynnyrit tulevat 80 mm ulos molemmilta puolilta lavan kapeammalta puolelta. Lavan ylitys ei vaikuta kuljetukseen tai lastaukseen, mutta vaikuttaa kuormauskapasiteetin laskentaan. Esimerkissä käytetään raskasta kaappiautoa perävaunulla, jonka kuormaustilojen mitat ovat: leveys 2,4 m, pituus 7 m ja korkeus 2,7 m ja perävaunun leveys 2,4 m, pituus 13 m ja korkeus 2,7 m. Nyt voidaan laskea täysperävaunun lastaustiloihin mahtuvien kartonkitynnyreiden kokonaismäärä:

$$M_{k-a} = M_{k.tyn} \times (L_{lk}\ L_{pk}\ L_{kk}),\ \text{missä} \qquad (1)$$

$M_{k\text{-}a}$ = on tynnyreiden kokonaismäärä kuorma-autossa [kpl]
$M_{k.tyn.}$ = kartonkitynnyreiden määrä lavalla [kpl]
L_{lk} = monta lavaa mahtuu kuormatilan leveyteen [kpl]
L_{pk} = monta lavaa mahtuu kuormatilan pituuteen [kpl]
L_{kk} = monta lavaa mahtuu kuormatilan korkeuteen [kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 1 saadaan laskettua kuorma-autoon mahtuvat kartonkitynnyrit:

$$M_{k-a} = 4 \times (2 \times 6 \times 2) = 96\ \ kpl$$

Perävaunuun mahtuvat kartonkitynnyrien määrät lasketaan vastaavalla tavalla.

$$M_{pv} = M_{k.tyn} \times (L_{lp}\ L_{pp}\ L_{kp}),\ \text{missä}$$

M_{pv} = on tynnyreiden kokonaismäärä perävaunussa [kpl]

L_{lp} = monta lavaa mahtuu perävaunun kuormatilan leveyteen [kpl]

L_{pp} = monta lavaa mahtuu perävaunun kuormatilan pituuteen [kpl]

L_{kp} = monta lavaa mahtuu perävaunun kuormatilan korkeuteen [kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön saadaan laskettua perävaunuun mahtuvat kartonkitynnyrit.

$$M_{pv} = 4 \times (2 \times 11 \times 2) = 176 \ \ kpl$$

Kuorma-autoon mahtuu 96 kpl ja perävaunuun 176 kpl eli yhteensä kartonkitynnyreitä mahtuu 272 kpl yhteen täysperävaunuyhdistelmään. Jos trukkia tai traktoria ei ole käytettävissä lastaustilanteessa, voidaan lastaus toteuttaa myös käsin. Tällöin kuormalavoja ei välttämättä tarvita, koska kartonkitynnyrit voidaan nostaa tyhjinä kuorma-auton perälautanostimelle ja käsin suoritettaan tynnyrien täyttö säkitetyillä eläimillä. Tynnyreitä ei käytännössä lastata päällekkäin ilman kuormalavoja, koska tynnyreiden sitominen kahteen kerrokseen on työlästä ja kiinnitys epävarmaa. Perälautanostimen avulla kartonkitynnyrit saadaan kuormaustilan suulle, siirretään paikoilleen ja lopuksi sidotaan kuorma.

Loppukäsittelypaikassa kuormalavojen tai pelkkien kartonkitynnyrien purku onnistuu trukilla. Jos laitoksella on käytettävissä lastaussilta, voidaan trukilla purkaa kartonkitynnyrit kuormatilan perästä. Tapauskohtaisesti kartonkitynnyrit voidaan kuljettaa suoraan termiseen käsittelyyn tai varastoida polttolaitoksella, jos siihen on tarvetta.

8 ÖLJYYNTYNEEN ELÄINJÄTTEEN JA VARUSTEIDEN KÄSITTELYMENETELMÄT JA KÄSITTELYLAITOKSET ETELÄISESSÄ-SUOMESSA

Tulkittaessa, että alusöljyvahingossa kuolleet eläimet ovat joko ongelmajätettä tai suuririskistäeläinjätettä, ovat eläinjätteen käsittelymenetelmät yhteneväiset (Asikainen 2009). Molemmissa tulkintatavoissa ainoa mahdollinen käsittelymenetelmä on terminen käsittely. EY:n sivutuoteasetuksen 2002/1774/EY artiklan 12 liitteessä 4 on esitetty yleiset ja toimin-

taa koskevat vaatimukset. Yleisinä vaatimuksina ovat, että laitokset on suunniteltu eläintenpolttamista varten ja laitosten hygieniataso täyttää määräykset. Yleisesti eläimet on hävitettävä mahdollisimman pian niiden saapumisesta laitokselle. Kuljetuksissa käytettävät säiliöt, muut astiat ja ajoneuvo on puhdistettava erikseen määrätyllä alueella ja syntyvä jätevesi on kerättävä ja varmistettava ettei maaperään, pintavesiin ja pohjavesiin pääse epäpuhtauksia. (2002/1774/EY, Liite 4.)

Valtioneuvoston asetuksessa jätteen polttamisesta (15.5.2003/362) on annettu seuraavat vaatimukset ongelmajätteen polton suhteen. Jätteen palaminen on oltava täydellistä ja pohjatuhkassa olevan orgaanisen hiilen määrä saa olla kolme prosenttia tai hehkutushäviö alle viisi prosenttia aineksen kuivapainosta. Polttolaitokset on suunniteltu, rakennettu ja varustettu ongelmajätteen polttoa varten. Lisäksi polttouuni on varustettava vähintään yhdellä lisäpolttimella, mikä kytkeytyy automaattisesti toimintaan, kun savukaasujen lämpötila laskee alle määrätyn lämpötilan. Poltossa savukaasujen lämpötilaa voidaan nostaa epäedullisimmissakin olosuhteissa vähintään + 850 °C:een kahdeksi sekunniksi. Jos ongelmajäte sisältää halogenoituja tai orgaaniset ainekset enemmän kuin yksi prosentti kloorina ilmaistuna, on lämpötilaa nostettava 1100 °C:een vähintään kahden sekunnin ajaksi. (Vna 15.5.2003/362.)

Poltto- tai rinnakkaispolttolaitokset on suunniteltava, varustettava ja rakennettava sellaisiksi, että polttoprosessissa syntyvien kaasujen lämpötila pystytään huonoissakin olosuhteissa nostamaan kahdeksi sekunniksi 850 °C:een lämpötilaan. Suuren kapasiteetin omaavissa polttolaitoksissa jokainen linja on varustettava vähintään yhdellä lisäpolttimella, mitä voidaan käyttää automaattisesti polttoprosessin alkukäynnistyksissä ja lopetusprosessissa. Tällä varmistetaan, että pystytään pitämään tarvittava 850 °C:n lämpötila niin kauan aikaa kuin prosessissa on palamatonta jätettä. Lisäksi polttolaitoksissa tulee olla automaattinen jätteensyötön esto. Tällä menetelmällä varmistetaan, että jäte poltetaan oikeassa lämpötilassa. Mikäli lämpötila laskee alle 850 °C:een, jätettä ei syötetä polttoprosessiin vaan odotetaan, että on saavutettu riittävä lämpötila. Polttoprosessissa syntyvää jätettä kuten pohjatuhkaa, kuonaa ja lentotuhkaa on kierrätettävä laitoksessa tai käsiteltävä lain mukaisesti eli vietävä kaatopaikalle. Jos jätettä joudutaan välivarastoimaan, on estettävä sen leviäminen ympäristöön esimerkiksi suljetulla säiliöllä. (2002/1774/EY, Liite 4.)

Yleisesti kunnan- tai läänineläinlääkäri toteaa eläimen kuolemansyyn ja tarkistaa mahdollisilla lisätutkimuksilla onko eläimessä tarttuvia tauteja tai patogeenejä. Kuolemansyyn tutkiminen voi olla haasteellista, koska on vaikea selvittää onko öljyn tahrima lintu kuollut öljyyn, tautiin vai muuhun. (Palo 2009.) Suositeltavin menetelmä kuolleiden eläinten käsittelyssä on terminen käsittely, mutta yksittäisissä tapauksissa voi ympäristökeskus antaa luvan haudata kuolleita eläimiä kaatopaikalle tai eläintenhautausmaalle. Erikoistapauksissa yleensä eläinlääkäri tutkii kuolleet eläimet ja osasta eläimiä otetaan näytteitä. Jos näytteissä ja tarkastuksissa ei löydy vaarallisia tarttuvia tauteja, voidaan eläimet haudata esimerkiksi kaatopaikalle. Esimerkiksi lintuhoitolassa kuolleiden pestyjen lintujen kohdalla voidaan toimia edellä mainitulla menetelmällä. Ei ole kuitenkaan järkevää valita eri käsittelymenetelmää puhtaille ja öljyisille linnuille. (Tani 2009.)

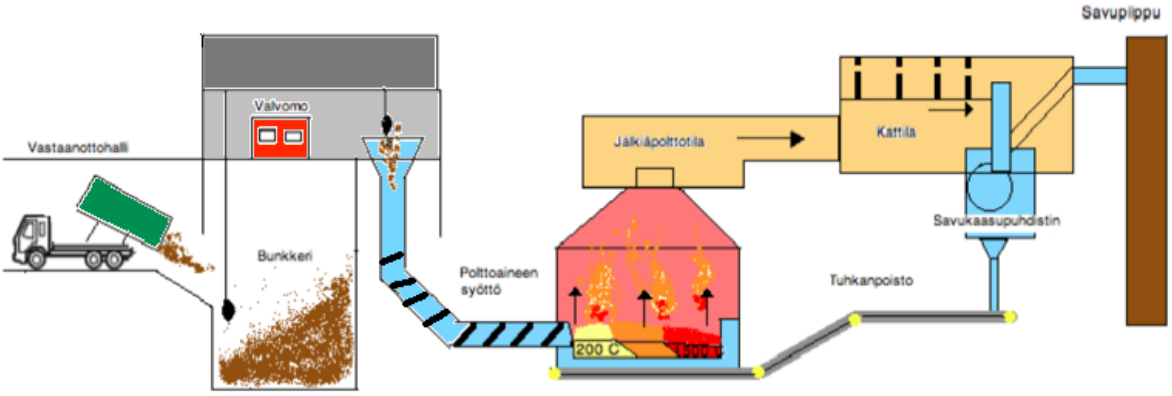
Kappaleessa 5.3 on esitetty lintujen puhdistuksesta ja hoitotyöstä syntyvät muut jätteet. Jätteet luokitellaan sairaalajätteiksi ja ongelmajätteiksi, koska jätejakeet ovat öljyyntyneitä, verisiä, teräviä tai voivat sisältää eläimistä erilaisia infektioita (Hämeen ympäristökeskus 2006, 9-10). Vakavimmista uhkista lintujen hoitotiloissa on Aspergillus-sieni-infektio, mikä voi levitä linnuista lintuihin ja siten myös hoitotyössä käytettäviin välineisiin (Jokinen 2006, 11). Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista (4.9.1997/861) § 4 mainitaan, että tartuntavaarallinen jäte on ongelmajätettä ja jäte on käsiteltävä polttamalla. Joten lintujen keräilyssä, tilastoinnissa ja hoitotyössä käytetyt voidaan käsitellä samoilla termisillä menetelmillä kuin öljyyntyneet kuolleet eläimet.

8.1 Käsittelytekniikat öljyyntyneille eläimille ja varusteille

8.1.1 Poltto arinakattilassa

Arinapoltto on ollut pitkään käytössä ja sitä pidetään jätteenpolton perustekniikkana. Arinatekniikka sopii erilaisille jätteille, kuitenkin useimmiten parhaimmat polttoaineet ovat kiinteitä. (Huhtinen et al. 2000, 146.) Suuret jätejakeet murskataan ja suurin osa metalleista poistetaan, mutta muuten jäte ei tarvitse erillistä esikäsittelyä eikä palakoon tarvitse olla homogeeninen. Oikein säädelty polttoprosessi sietää jätteiden kosteuden, lämpöarvon ja tuhkapitoisuuden vaihtelun. (Vesanto 2006, 30.)

Uusissa polttolaitoksissa arinat ovat usein vinoja ja jäte tai muu polttoaine sekoittuu ja kulkee painovoiman avulla. Usein viistoarinan loppupäässä on tasoarina, missä tapahtuu jätteen loppuun palaminen. (Huhtinen et al. 2000, 147.) Polttoa voidaan ohjailla koko prosessin ajan ilmamäärää säätelemällä (Vesanto 2006, 30). Polttoaineena käytettävää jätettä syötetään erillisestä jätebunkkerista. Syöttö voi tapahtua omatoimisesti, mutta yleisesti koneellisesti kahmareilla. (Huhtinen et al. 2000, 147.) Koneellisessa syötössä kahmareilla nostetaan jätebunkkerista poltettavaa jätettä esimerkiksi kartonkitynnyreissä olevia kuolleita säkitettyjä eläimiä syöttösuppiloon. Suppilosta jäte ohjataan arinalle. (Hämeen ympäristökeskus 2006, 12-14.) Arinapolttoprosessin toiminta ja jätteen syöttö bunkkerista on esitetty seuraavassa kuvassa 8.



Kuva 8. Arinapolttoprosessin toiminta ja jätteensyöttö (Laine-Ylijoki et al. 2005, 17; Hämeen ympäristökeskus 2006, 14).

Kuvaa tulkittaessa on otettava huomioon mittakaava. Eli kuvan pääpaino on polttoprosessissa. Arinakattilassa palamisprosessi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: jätteen lämmitys ja kuivaus, kaasuuntuminen ja palaminen. Usein jäte tai muu polttoaine on kosteaa, joten jätettä on ensin lämmitettävä ja kuivatettava. Lämmitys ja kuivaus vaativat prosessilta energiaa. Energiaa saadaan kuumasta tulipesästä säteilyn avulla, palavasta polttoainekerroksesta ja esilämmitetystä palamisilmasta. Tehokkain kuivaus ja lämmitysmenetelmä on säteilylämmitys. (Huhtinen et al. 2000, 152.)

Poltettava jäte alkaa alle 100 °C:n lämpötilassa kuivua ja tämän vaiheen jälkeen lämmetä. Mitä suuremmaksi lämpötila kasvaa sitä voimakkaammaksi alkaa kaasuuntuminen. Lämpötilan edelleen noustessa kaasuuntuminen jatkuu ilman ulkopuolista energiaa eli polttoaine saavuttaa pyrolyysivaiheen. Palaminen ei kuitenkaan ole vielä täydellistä vaan syntyy

mm. hiilimonoksidia ja hiilivetyjä. Palamisessa tapahtuva lämmönluovutus sytyttää muut kaasuuntumattomat partikkelit tuleen ja lämpötilan riittävä nousu on edellytys täydelliselle palamiselle. Palamisessa syntyvä lämpö sitoutuu osittain myös kattilan rakenteisiin ja osa palautuu takaisin arinan alkupäähän lämmittämään ja kuivattamaan uutta syötettyä polttoainetta. (Huhtinen et al. 2000, 153.)

Tulipesässä syntyvät kaasut ohjataan siten, että ne sekoittuvat hyvin ja palavat korkeassa lämpötilassa arinan yläpuolella. Poltossa syntyvät tuhkat ja muut palamattomat partikkelit poistuvat arinan alapäästä laitoksen pohjatuhkajärjestelmään. Pohjatuhkan lämpötila on usein niin korkea, että se on osittain sulanutta. (Vesanto 2006, 30.)

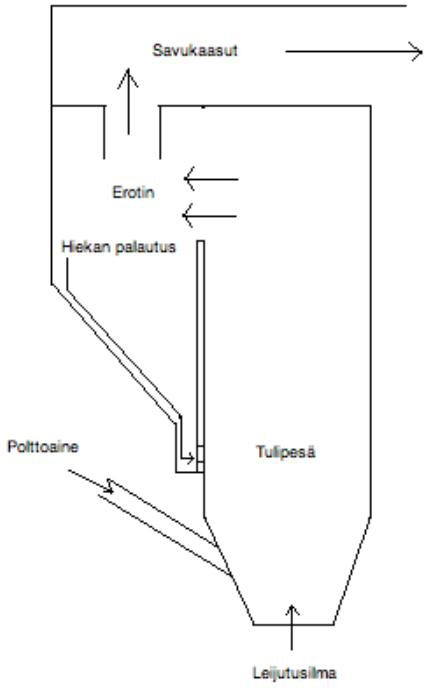
8.1.2 Poltto leijupetikattilassa

Leijupetipoltto on tekniikaltaan uudempi kuin arinapoltto ja prosessimalli on ollut nykykaltaisessa muodossaan jo 30 vuotta (Vesanto 2006, 31). Syy leijupetipolton yleistymiseen on polttotapa, mikä mahdollistaa eri polttoaineiden polttamisen samassa kattilassa hyvällä palamishyötysuhteella (Huhtinen et al. 2000, 153). Leijupetipoltossa jäte sekoitetaan ilmavirran avulla leijuvaan hiekkaan tai tuhkaan. Sekoittumista tapahtuu koko polttoprosessin ajan, joten menetelmä on tehokas. (Vesanto 2006, 31.) Leijupetipoltossa ilmaa syötetään tulipesän arinan alta ja ilmavirran nopeus määrittelee leijupetipolttotekniikan. Tekniikat ovat kerrosleijutekniikka ja kiertoleijutekniikka. (Huhtinen et al. 2000, 154-157.)

Yleisesti leijupetikattiloita käytettäessä, on jätteiden palakoon oltava mahdollisimman homogeeninen. Suuret jätejakeet tai jätteen seassa olevat metalliesineet jumittavat jätteiden syöttö- ja tuhkanpoistolaitteet. Muuten ei ole kovin tarkkaa minkälaista jätettä poltetaan. (Vesanto 2006, 33.)

Kerrosleijutekniikkaa voidaan nimittää myös kuplapetitekniikaksi. Leijupetikattilassa on pohjalla hiekkaa 0,4–0,8 m, minkä raekoko vaihtelee 1-3 mm välillä. Poltossa tulipesään puhalletaan ilmaa 0,7-2 m/s. Poltettava jäte kerätään siiloon, josta sulkusyöttimen avulla saadaan jäte syötettyä petille. Syöttöputkia tarvitaan useita, jotta jäte saadaan levitettyä tasaisesti. Ennen polttoaineena käytettävän jätteen syöttöä on peti lämmitettävä 500-600

°C:een öljy- tai kaasulämmitteisillä sytytyspolttimilla. Näin varmistetaan jätteen turvallinen syttyminen. Polton aikana palamislämpötilaa säädellään siten, että lämpötila on minimissään 700 °C:ta ja korkeimmillaan 900 °C:ta. Jos lämpötila nousee korkeammaksi, niin polttoaineen tuhka sulaa ja siihen sekoittunut hiekka sintraantuu. Tämä aiheuttaa yleensä polttoprosessin alasajon, jotta polttokattila saadaan puhdistettua. Tämän vuoksi petin lämpötilaa pidetään noin 100 °C:ta viileämpänä kuin polttoprosessia. Poltossa syntyvä tuhka sekoittuu osittain hiekkaan ja seos poistetaan arinan aukosta. Kuona-aineet siivilöidään pois ja hiekka palautetaan takaisin tulipesälle. Hienojakoinen tuhka jauhautuu hiekan mukana ja poistuu savukaasujen mukana. (Huhtinen et al. 2000, 157-158.) Seuraavassa kuvassa 9 on esitetty yksinkertaistettu prosessikuva kiertopetikattilan toiminnasta.



Kuva 9. Yksinkertaistettu prosessikuva kiertopetikattilasta (Huhtinen et al. 2000, 163).

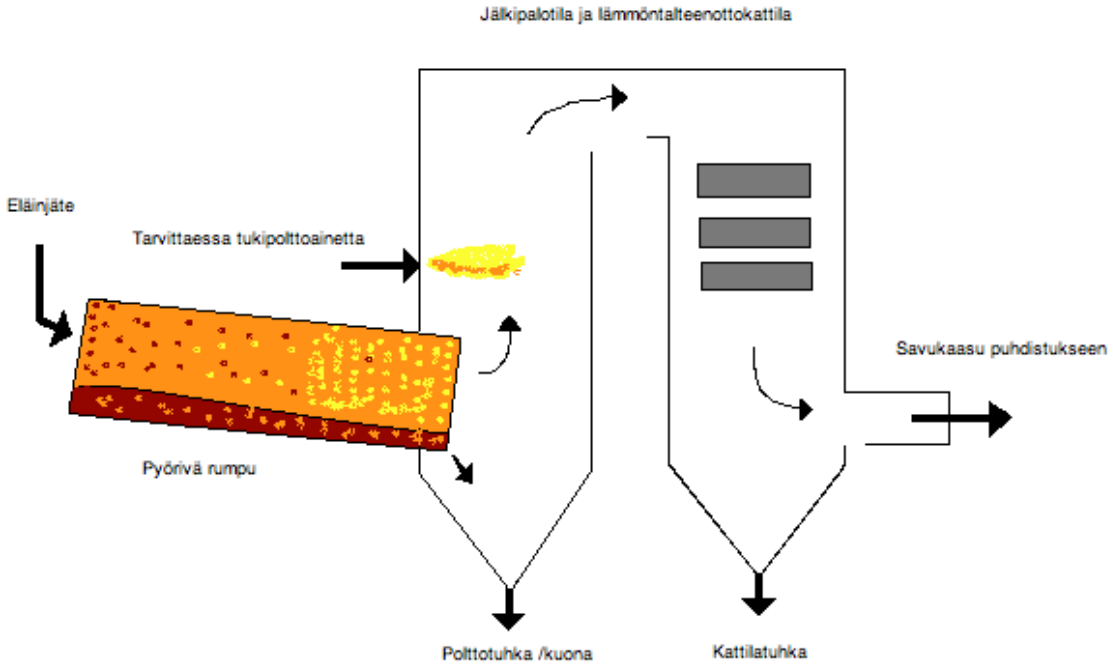
Kiertopetikattilatekniikka on prosessina samanlainen kuin kerrosleijutekniikka, mutta petimateriaalissa, leijutusnopeudessa ja kattilarakenteessa on eroja. Petimateriaalin raekoko on vain 0,1–0,5 mm ja tyypillinen leijutusnopeus 3-10 m/s. Tulipesän lisäksi on viereen kytketty erillinen sykloni. Sykloni palauttaa petimateriaalin ja palamattomat partikkelit takaisin tulipesään. Poltettava jäte syötetään yleensä suoraan syklonista, mutta jossain tilanteissa voidaan käyttää myös kiertopetikattilan etuseinää. Ennen polton alkua on kiertopetikattilaakin esilämmitettävä erillisillä öljy - tai kaasukäyttöisillä polttimilla. Jotta peti-

materiaali säilyisi riittävän hienojakoisena, on poltosta jääneet suuremmat partikkelit poistettava arinan läpi kuonakuljettimelle. Seos seulotaan ja palautetaan takaisin prosessiin. Kuten kerrosleijutekniikassa, niin myös kiertopetitekniikassa hienojakoinen tuhka poistuu savukaasujen mukana, koska se ei enää erotu syklonista huolimatta. (Huhtinen et al. 2000, 159-161.)

8.1.3 Termodesorptiomenetelmä

Termodesorptio luokitellaan fysikaaliseksi erotusmenetelmäksi, jossa jätteestä poistetaan haitta-aineet haihduttamalla riittävän korkeassa lämpötilassa. Haitta-aineet eivät tuhoudu prosessissa vaan haitta-aineet siirtyvät haihdutuksessa syntyneisiin kaasuihin. (Penttinen 2001, 34.) Jälkipolttimella tai muulla soveltuvalla laitteella tapahtuu varsinainen poltto. Termodesorptiota voidaan pitää kaksivaiheisena prosessina. (Mroueh et al. 2004, 129.)

Termodesorptio voidaan laitetekniikaltaan jakaa korkea- ja matalalämpötiladesorptioon. Vaativampi korkealämpötiladesorptio soveltuu kuolleiden eläinten käsittelyyn. Prosessissa lämpötila nostetaan 320…800 °C lämpötilaan, mutta esimerkiksi Ekokem Oy Ab Riihimäellä ongelmajätteiden käsittelylämpötila polttorummussa on 1 200 – 1 350 °C ja jälkipolttokammiossa 900-1 100 °C (Ekokem 2008b, 5). Matalalämpötiladesorptio ei sovellu kuolleille eläimille ja varusteille. Menetelmässä lämpötila on 90…320 °C ja siten soveltuu esimerkiksi maa-ainesten käsittelyyn. Menetelmässä maa-aineksen fysikaaliset ominaisuudet eivät juuri muutu sekä orgaaniset aineet säilyvät vahingoittumattomina. (Mroueh et al. 2004, 129.) Kuvassa 10 on esitelty yksinkertaistettu prosessikuva termodesorptio rumpuuunin toiminnasta.



Kuva 10. Yksinkertaistettu prosessikuva rumpu-uuni menetelmästä (Jätelaitosyhdistys 2006).

Termodesorptiota voidaan toteuttaa kolmessa erityyppisessä laitteistossa: suora poltto, epäsuorapoltto ja epäsuora lämmittäminen (Penttinen 2001, 34). Suorapoltto soveltuu kuolleille eläimille, koska kyseisessä laitteistossa saavutetaan riittävän korkea käsittelylämpötila. Suorassa poltossa jäte tai pilaantunut maamassa on suorassa kontaktissa avoliekkien kanssa. Tarkoituksena on irrottaa haitta-aineita kun samalla osa haitta-aineista hapettuu. Epäsuorassa poltossa voidaan käyttää vaihtoehtoisesti suoralämmitteistä rumpukuivainta tai höyrynkehitintä. Rumpukuivaimessa lämmitetty ilmavirta johdetaan käsiteltävään materiaaleihin, minkä johdosta vesi ja orgaaniset haitta-aineet irtoavat. Höyrynkehittimessä tulistettu vesi irrottaa veden ja orgaaniset aineet käsiteltävästä materiaalista. Epäsuorassa lämmittämisessä rumpukuivainta lämmitetään ulkopuolelta. Lämmetessään käsiteltävästä materiaalista haihtuu vettä ja orgaanisia yhdisteitä inerttiin kantajakaasuun, mikä lopuksi puhdistetaan haitta-aineista. (Mrough et al. 2004, 129–130.)

Rumpu-uunit voidaan jakaa kiinteisiin laitoksissa oleviin sekä siirreltäviin laitteisiin. Siirreltävä tekniikka mahdollistaa puhdistusprosessin tapahtumapaikalla. Rumpu-uuneja käytetään pääsääntöisesti ongelmajätteiden polttoon ja poltettava materiaali voi olla kiinteässä, nestemäisessä, pastamaisessa tai kaasumaisessa muodossa. Jätteen syöttöön voidaan käyttää esimerkiksi murskaavaa sulkusyöttöä, syöttöruuvia tai suppiloa. (Vesanto 2006, 34.)

Rumpu-uuni on useimmiten 10–15 metriä pitkä loivasti vinoon asennettu rumpu. Rummun yläpäähän syötetään poltettava jäte ja polttoprosessin tarvitsema happi. Rumpu-uunin pyörimisnopeus on hidas, riippuen jätteen laadusta 5-40 kierrosta tunnissa. Pyörimisliikkeen ja vinon asennon ansiosta jäte sekoittuu ja siirtyy rummussa. Poltossa syntyvät tuhka ja palokaasut poistuvat rummun alapäästä jälkipalotilaan. Karkea tuhka kerätään jälkipalotilan pohjalta ja savukaasut siirtyvät lämmöntalteenoton jälkeen puhdistusprosessiin. (Vesanto 2006, 34.)

8.1.4 Liikuteltava termodesorptiomenetelmä

Siirrettävissä termodesortiolaitteissa käsittelymenetelmät ovat vastaavat kuten edellisessä kiinteissä laitoksissa. Tekniikat voidaan jakaa matalan ja korkean lämpötilan käsittelymenetelmiin (Mroueh et al. 2004, 129). Etuna siirrettävissä laitteistoissa on se, että käsiteltävää ongelmajätettä ei tarvitse kuljettaa muualle käsiteltäväksi vaan siirrettävät termodesorptiolaitteistot tuodaan onnettomuusalueen läheisyyteen sopivalle alueelle. Käsiteltävää jätettä tulee olla 50 000 t ennen kuin laitteistoa on taloudellisesti järkevä siirtää. (Uotila 2010a.)

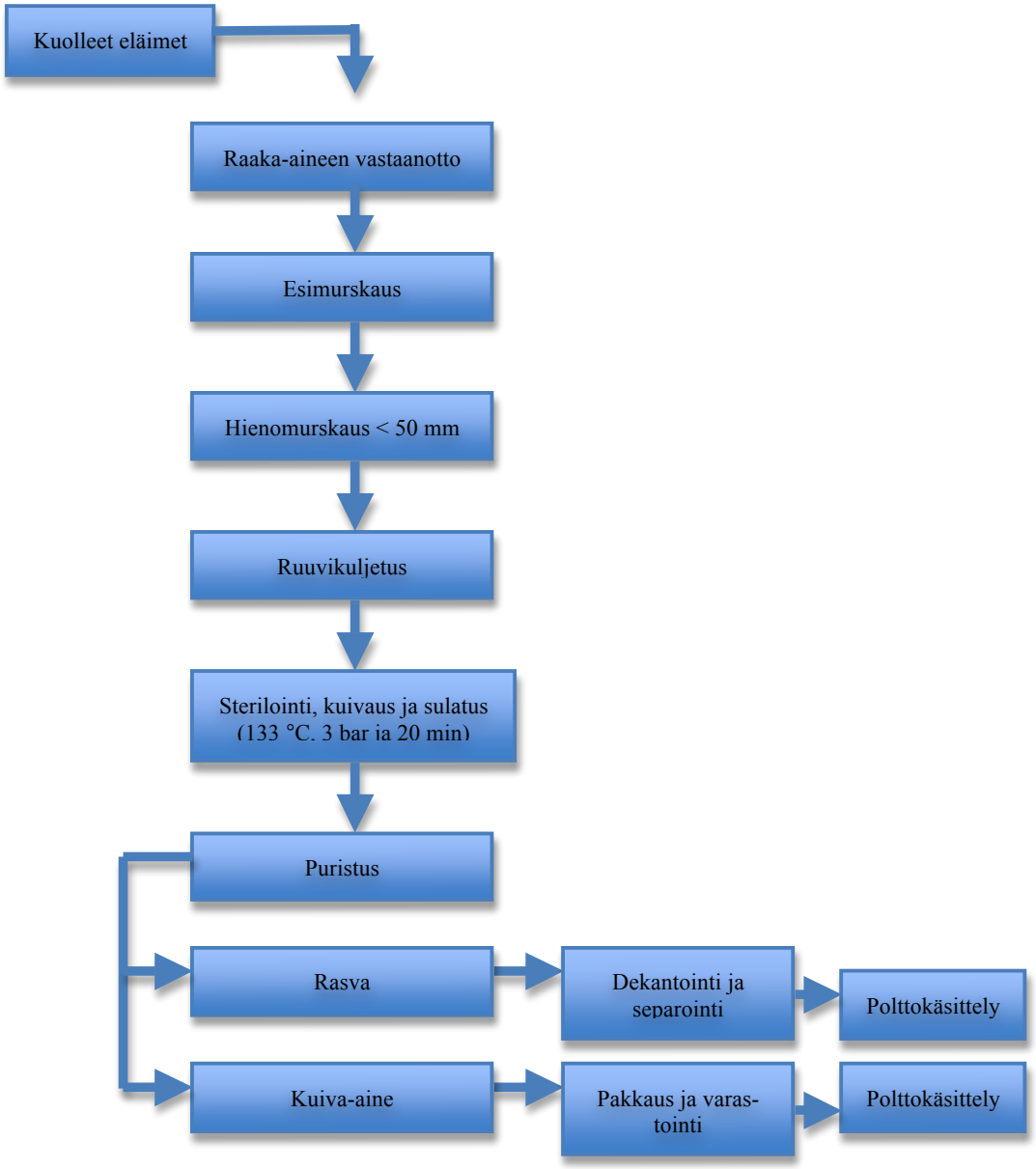
Kuolleiden eläinten käsittelyyn sopii korkean lämpötilan terminen käsittelymenetelmä, missä jätteen käsittelylämpötilaa voidaan vaihdella 320-850 °C ja jälkipolttimen lämpötilana käytetään 850-1100 °C, millä varmistetaan epäpuhtauksien tuhoutuminen (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 7, 27). Esikäsittelynä eläimet, jätesäkit, kartonkitynnyrit ja muut käsiteltävät varusteet tulee murskata pienempään palakokoon. Savaterra Oy:n termodesorptiolaitos pystyy käsittelemään eläinjätettä 20-30 t/h ja muille jätteille 40-80 t/h. (Uotila 2010a.)

Savaterra Oy:n korkean lämpötilan terminen deserptio eli suora lämmitysprosessi on seuraavanlainen: Käsiteltävä ongelmajäte syötetään kuljetinta pitkin pyörivään kuumennusrumpuun. Alipaineistetussa kuumennusrummussa jäte kuumennetaan 320-850 °C lämpötilaan ja jäte on koko käsittelyajan pyörivässä liikkeessä. Syntyvät kaasut käsitellään jälkipoltossa 850-1100 °C. Käsiteltävän materiaalista riippuen voidaan kokoonpanoon lisätä sykloni, haitta-ainesuotimet ja välijäähdytin. Riippuen tekniikasta nämä poistavat savukaa-

suista hienoainesta 60-90 %. Sähkösuotimella saadaan poistettua 99,9 % hienoainekset savukaasuista. (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 6-7.)

8.1.5 Renderöintimenetelmä

Renderöintimenetelmällä voidaan käsitellä vain eläinperäisiä jätteitä. Verrattuna muihin termisiin menetelmiin renderöintiprosessissa lämpötila on vain + 133 °C, mikä on useita satoja asteita pienempi kuin varsinaisissa polttolaitoksissa. Laitokseen tulevat eläinjätteet punnitaan ennen käsittelylaitokselle tuloa autovaa ´alla. (Tenhunen 2006). Punnituksen jälkeen eläinjätteet siirretään siiloihin odottamaan käsittelyä. Eläinjätteet esikäsitellään murskaamalla mekaanisesti alle 50 mm palakokoon. Murskattu eläinjäte siirretään höyrypaineella kuivasulattimeen. Kuivasulattimessa tapahtuu jätteen kuivaus, sterilointi ja hydrolosointi (proteiinien pilkkomista muiksi aineiksi). (Kultalahti 2010.) Prosessissa jätteestä poistuu 50 % kosteudesta. Tämän jälkeen jäte hienomurskataan alle 25 mm palakokoon ja jäte kuljetetaan lamellikuljettimilla tai ruuvikuljettimilla käsittelyprosessiin. (Tenhunen 2006.) Käsittelyprosessissa käytetään EY:n sivutuoteasetuksen mukaista + 133 °C lämpötilaa ja 3 bar painetta vähintään 20 minuutin ajan. Tämän jälkeen syntynyt massa puristetaan, missä erotetaan rasva ja kuiva-aine. Rasva puhdistetaan dekantoimalla (erottelu, missä raskaampi aines valuu pohjalle) ja separoimalla ja loppukäsitellään erillisessä polttolaitoksessa. Kuiva-aine kuljetetaan puristeena suursäkeissä esimerkiksi sementtitehtaalle poltettavaksi. Koko prosessi kestää yhdellä eläinjäte erällä noin 3,5 tuntia. (Honkajoki Oy 2008, 18.) Kuvassa 11 on yksinkertaistu prosessikuvaus renderöinti käsittelyprosessista.



Kuva 11. Yksinkertaistettu kuva renderöintiprosessista. (Honkajoki Oy 2008, 17).

8.2 Eläinjätteen käsittelylaitokset

Suomessa vuonna 2009 on kolme ympäristöluvan saanutta jätteenpolttolaitosta. Ne sijaitsevat Kotkassa, Riihimäellä ja Turussa. Rinnakkaispolttolaitoksia on tällä hetkellä 24, ne toimivat erilaisten tehtaiden ja voimaloiden yhteydessä. Suunnitteilla on neljä uutta jätteenpolttolaitosta. Suunnitteilla olevat jätteenpolttolaitokset sijoitetaan mahdollisesti Vantaalle Vantaan Enegia Oy, Riihimäelle Ekokem Oy Ab, Mustasaari Westenergy Oy Ab ja Hämeenkyröön VAPO Oy. (Stèn 2009, 4-5.) Edellä mainituista laitoksista vain Ekokem

Oy Ab Riihimäellä on erikoistunut ongelmajätteiden käsittelyyn (Metsäranta 2010a). Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken hyötyvoimalaitos ja Turun seudun jätehuolto Oy:n Orikedon jätteenpolttolaitos käyttävät raaka-aineinaan yhdyskuntajätettä. Orikedon polttolaitos ei ota ongelmajätettä ollenkaan vastaan, joten laitosta ei voida käyttää kuolleiden eläinten käsittelyssä. (Turun seudun jätehuolto Oy 2010.) Laitoksessa poltetaan yhdyskuntajätettä kahdessa arinakattilassa noin 50 000 t/a. Teoriassa laitoksen käyttämällä arinapolttotekniikalla voidaan käsitellä kuolleita eläimiä. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006.)

Korkeakosken hyötyvoimalaitoksessa pystytään teoriassa käsittelemään öljyyntyneitä eläimiä ja varusteita suuren öljyvahingon sattuessa. Öljyyntyneiden varusteiden käsittely onnistuu ilman esikäsittelyä, mutta eläimet tulee olla säkitettyinä. Öljyinen jäte sekoitetaan yhdyskuntajätteen sekaan pieninä annoksina, jottei vahingoiteta arinaa. Laitos käyttää vuosittain noin 87 000 t polttoainetta ja ongelmajätettä voidaan käsitellä noin 10 t/d tai 2 500 t/a. (Repo 2010.)

Ekokem Oy Ab Riihimäki on ainut ympäristöluvan saanut ongelmajätteidenkäsittelylaitos Suomessa, mikä voi käsitellä niin öljyyntyneitä kuolleita eläimiä kuin öljyyntyneitä varusteita. Ekokemillä on kaksi korkealämpötilapolttolinjaa, mitkä ovat nimetty polttolinja 1 ja 2. Polttolinja 1 on 12 metriä pitkä pyörivä rumpu, missä ongelmajätettä poltetaan noin 1 300 °C:n lämpötilassa. Varsinaisessa polttorummussa lämpötila on 1 200 – 1 350 °C ja jälkipolttokammiossa 900-1 100 °C. Polttolinja 2:ssa rumpu on lyhyempi ja jälkipalotila pienempi, mutta polttolämpötilat ovat samat. (Ekokem 2008b, 5.) Vuotuinen jätteen käsittelykapasiteetti polttolinjalla yksi on 50 000 t ja polttolinjalla kaksi 33 000 t, mutta kuolleille eläimille kapasiteettiarviot kummallekin polttolinjalle ovat 1-2 t/h (Metsäranta 2010b).

Ekokem Oy Ab:n jätevoimalassa poltetaan pääasiassa syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä ja erilaisia teollisuusjätteitä. Polttoteknisesti myös eläinjätteen ja öljyyntyneiden varusteiden käsittely onnistuu laitoksella. Laitoksessa voidaan polttaa sairaalajätteeksi luokiteltavia tartuntavaarallisia biologisia, viiltäviä ja pistäviä jätteitä sekä EY:n sivutuoteasetuksen luokan 1-3 mukaisia eläinjätettä. Luokkaan yksi kuuluvat tartuntavaaralliset taudit. Laitokselle myönnetyn ympäristöluvan mukaisesti eläimien on ennen polttoa oltava jauhe- tai pastamaisessa muodossa sekä säkitettyinä. (Hämeen ympäristökeskus 2006, 10-11.)

Vuotuinen jätteenkäsittelykapasiteetti on 30 000 t, mutta kuolleille eläimille noin 5-10 t/h (Metsäranta 2010b).

Savaterra Oy:llä on kaksi liikuteltavaa termodesorptiolaitosta. Laitteistojen puhdistuskapasiteetit vaihtelevat 40-80 t/h, riippuen käsiteltävästä haitta-aineesta. Kuolleille eläimille määrä on 20-30 t/h. Ennen termistä käsittelyä kuolleet eläimet on esikäsiteltävä murskaimella tai repijällä, jotta saadaan tasaisempi palakoko. Jätteenkäsittelylämpötila 320-850 °C ja jälkipolttimessa lämpötila on 850-1100 °C, millä varmistetaan haitta-aineiden tuhoutuminen. (Uotila 2010a.)

Honkajoki Oy on ainoa renderöintilaitos Suomessa, missä onnistuu myös EY:n sivutuoteasetuksen mukaisten tartuntavaarallisten ja öljyyntyneiden eläinjätteiden käsittely. Kuolleille eläimille käsittelykapasiteetti on arvioitu olevan noin 100 t/d. Öljyyntyneiden varusteiden ja eläinten puhdistuksessa sekä hoidossa syntyvien muiden jätteiden käsittely ei onnistu laitoksella. Käsittelylämpötila renderöintiprosessissa on +133 °C. Prosessin tuloksena erottuu eläimistä rasva ja kuiva-aine erikseen. Teuraseläimiä käsiteltäessä eläimistä erottuva rasva käytetään polttoaineena ja kuiva-aineesta tehdään lannoitetta. Öljyyntyneet eläimet jatkokäsitellään renderöintiprosessin jälkeen polttamalla esimerkiksi sementtitehtaalla. (Kultalahti 2010.)

Taulukossa 2 on esitetty käsittelylaitokset kuolleille eläimille. Mukana ovat vain laitokset, jotka pystyvät käsittelemään kuolleita eläimiä heti tai pienillä poikkeamilla normaali toiminnasta. Mukaan ei ole otettu käsittelylaitoksia, missä eläinten käsittely on mahdollista teoriassa.

Taulukko 2. Suomessa toimivat öljyvahingossa kuolleiden eläinten käsittelyyn soveltuvat käsittelylaitokset.

Laitos	Menetelmä	Käsittelykapasiteetti kuolleille eläimille	Huomioitavaa	Lähde
Ekokem Oy Ab Riihimäki	Rumpupoltto	2 t/h*	*Jos vapaata käsittelykapasiteettia jäljellä	Metsäranta 2010b
Ekokem Oy Ab Riihimäki	Rumpupoltto	2 t/h*	*Jos vapaata käsittelykapasiteettia jäljellä.	Metsäranta 2010b
Ekokem Oy Ab Riihimäki	Arinapoltto	5-10 t/h*	*Jos vapaata käsittelykapasiteettia jäljellä. *Ympäristöluvan mukainen esikäsittely: eläimet oltava jätesäkitettyinä jauhe- tai pastamaisessa muodossa.	Metsäranta 2010b
Kotkan Energia Oy Korkeakosken hyötyvoimalaitos	Arinapoltto	2 500 t/a	Eläimet oltava pakattuina muovipusseissa.	Repo 2010
Honkajoki Oy	Renderöinti	100 t/d*	*Ei jätesäkkejä ja kartonkitynnyreitä. *Jälkikäsittelynä poltto sementtitehtaalla.	Kultalahti 2010
Savaterra Oy	Siirrettävä termodeserptio	20-30 t/h	Esikäsittelynä murskaus ja repiminen.	Uotila 2010a

Taulukosta on huomioitava, että työtä kirjoitettaessa Ekokem Oy Ab Riihimäen ongelmajätelaitoksella ei ollut yhtään vapaata käsittelykapasiteettia tarjolla. Ekokemin käsittelykapasiteetti kuolleille eläimille tarkoittaa sitä, että jos öljyvahingon tapahduttua on ylimääräistä vapaata kapasiteettia, niin voidaan mahdollisesti käsitellä taulukossa 2 käsitellyt määrät.

9 KUSTANNUSTARKASTELUT KUOLLEIDEN ELÄINTEN KERÄILYSTÄ AINA LOPPUKÄSITTELYYN ASTI

Kustannustarkasteluissa luodaan kolmen esimerkkitapauksen avulla kustannusarviot kuolleiden eläinten käsittelyssä tarvittavista eri resursseista. Kustannusten laskeminen on erittäin tärkeää suuressa alusöljyvahingossa, koska on arvioitu, että vastaavankokoisessa onnettomuudessa kokonaispuhdistuskustannukset nousisivat noin 1,4 miljardiin euroon. Näistä 820 miljoonaa euroa saadaan erilaisilta rahastoilta ja haverilaivan vakuutusyhtiöltä. Loput 600 miljoona euroa saadaan valtiolta tai muista rahoituksista. (Halonen 2010.)

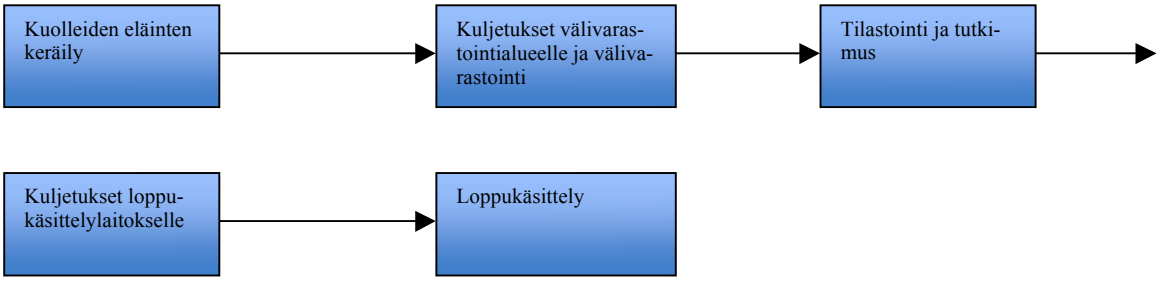
Kustannustarkastelun öljymääräksi valitaan Suomen ympäristökeskuksen Öljyntorjunta-valmius merellä -loppuraportin mukaan määritelty suurin realistinen alusöljyvahinko. Raportissa on arvioitu, että Suomenlahdella öljytankkerin yhteentörmäyksessä tai karilleajossa repeytyisi kaksi tankkerin öljysäiliötä ja mereen pääsisi tällöin 30 000 t öljyä. (Hietala ja Lampela 2007, 20.)

Kuolleiden eläinten määrän ennustaminen on hyvin vaikeaa. Helle (2010) mainitsee esitelmässään, että vuodenajalla ja sääolosuhteilla on merkitys eläinten kuolemaan. Keväällä muuttolintujen saapuessa mahdolliset eläinkuolemat voivat olla akuutit ja kuolleiden eläinten arvioitu määrä voi olla kymmeniä tuhansia. Tämän arvion pohjalta laskelmaan tehdään oletus, että esimerkkitapauksessa tapahtuva alusöljyvahinko tapahtuisi keväällä ja kuolleiden lintujen ja muiden eläinten määräksi arvioidaan 20 000 kappaletta.

ELSU -jätehuolto poikkeuksellisissa olosuhteissa taustaraportissa on esitetty, että 30 000 tonnin öljypäästö Suomenlahdella leviää 200 – 400 km ranta-alueelle (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2009, 37). Google Maps -karttapalvelulla mitattuna Virolahdelta Hankoon on matkaa 305 km autoteitse, mikä vastaa ELSU:n öljylautan leviämisennustetta Suomenlahden rannikolla (Google Maps Suomi 2010). Laskelmassa oletetaan, että öljyä on levinnyt lauttoina välille Kotka-Hanko. On huomioitava, että Suomenlahden todellinen mantereenpuoleisen rantaviivan pituus on 1 700 km ja kaikkien Suomenlahden saarten yhteenlaskettu rantaviivan pituus on noin 6 500 km (Suomen ympäristökeskus 2009c). Kuolleiden eläinten keräilyn oletetaan tapahtuvan rannoilta käsin. Rantojen puhdistustyön

yhteydessä kerätään löydetyt kuolleet eläimet ja ne kuljetetaan kootusti kylmäkontteihin välivarastointialueella tapahtuvaa kirjaamista ja tilastointia varten.

Laskennan tavoitteena on saada muodostettua kokonaiskustannukset eläinten keräilystä aina loppukäsittelyyn asti. Seuraavassa kuvassa 12 on esitetty yksinkertaistettu kaavio pääkustannustekijöistä.



Kuva 12. Kaaviokuva kustannuslaskelman pääkustannustekijöistä.

9.2 Kokonaiskustannukset kuolleiden eläinten käsittelystä Riihimäki Ekokem Oy Ab:lla

Tässä kappaleessa esitetään kuolleiden eläinten käsittelyssä muodostuvat kustannukset keräilystä aina loppukäsittelylaitokselle asti. Suurin osa kustannuksista on eri asiantuntijoiden antamia arvoja, mutta on huomioitava, että osassa laskelmaa on käytetty arvioita ja oletuksia. Saadut alkuarvot ja oletukset ovat kuitenkin riittävän tarkkoja laskelmaan. Laskennan tavoitteena on saada kuolleiden eläinten käsittelyn eri prosessien ja osa-alueiden kustannukset selville.

Ekokem Oy Ab Riihimäki valittiin laskuun kuolleiden eläinten loppukäsittelypaikaksi, koska se on ainoa laitos Suomessa, jolla on tällä hetkellä voimassa oleva ympäristölupa ongelmajätteiden käsittelyyn. (Asikainen 2009.) Muitakin jätteenkäsittelylaitoksia on, missä ongelmajätteen käsittely onnistuu teknisesti, mutta niiden ongelmajätteen käsittelykapasiteetti on huomattavasti pienempi kuin Ekokem Oy Ab:lla ja laitoksilta puuttuvat ympäristöluvat ongelmajätteiden käsittelyyn. (Metsäranta 2010a.)

9.2.1 Kuolleiden eläinten keräilyn henkilöstö- ja varustekustannukset

Kuolleiden eläinten keräilykustannuksia laskettaessa lasketaan vain kappaleessa 5.1 mainitun eläintenpelastus- ja keräilyryhmän (4-6 henkilöä) aiheuttamat kustannukset. Syy tähän rajaukseen on se, että kaikki öljyvahingon torjuntaan osallistuvat tahot, jotka kohtaavat kuolleita eläimiä, keräävät ne pois ja ilmoittavat edellä mainituille ryhmälle, mistä eläimet voidaan noutaa. On käytännössä mahdotonta laskea kaikkien öljyntorjuntaan osallistuvien henkilöiden suorittamasta työstä kuolleiden eläinten keräilyn osuus. (Nurminen 2009c.)

Suomenlahden alueella on viisi pelastustointa; Helsinki, Länsi-Uusimaa, Keski-Uusimaa, Itä-Uusimaa ja Kymenlaakso. Jokaisen pelastustoimen alueella toimii eläintenpelastusryhmä, jossa kussakin on yhteensä kuusi henkilöä. Tällöin öljyvahinkoalueen eläintenpelastus- ja keräilyryhmän henkilöstömääräksi saadaan yhteensä 30 henkilöä. Edellä mainitut ryhmät kiinniottavat öljyyn tahriintuneita eläimiä sekä keräävät kuolleita eläimiä pois. Oletusarvona on, että työpäivän pituus on kahdeksan tuntia. Yksi ryhmä liikkuu yhdessä päivässä 1-5 km rantaviivan maasto-olosuhteista riippuen. Käytetään oletusarvona 2 km/8 h/ryhmä. Tällöin viisi ryhmää etenee yhden työpäivän aikana yhteensä 10 km. Käytettäessä ELSU:n öljyn leviämisennustetta 200–400 km, kertyy tällöin 400 km matkalle työpäiviä yhteensä seuraavasti: 400 km/10 km/8 h = 40 työpäivää. Useasti rannat täytyy tutkia useana päivänä tai viikkona, koska esimerkiksi lintujen kevätmuutot osuvat eri aikaväleille. Tällöin oletetaan, että öljyn leviämisalueen ranta-alue tutkitaan kahteen kertaan, jolloin työpäiviä kertyy yhteensä 80. (Nurminen 2009c.)

Henkilöstökustannuksiksi oletetaan yhdeltä henkilöltä 20 €/h. Käytetty arvo on arvioitu keskimääräinen pelastushenkilöstön kustannus tunnissa. Lisäksi jokaisesta henkilöstä aiheutuu muita kustannuksia mm. muonituksen ja henkilökohtaisen hygienian osalta 20 €/vrk. (Partila 2010, 55). Nyt voidaan laskea keräilyn osalta muodostuvat henkilöstökustannukset:

$$K_{\text{ker äily},kok} = T_{tp,kok} \times M_{hlö} \times (K_{palkka,jlö} \times T_{pv} + K_{m\&h.pv}) \text{, missä} \quad (2)$$

$K_{\text{ker äily},kok}$ = Keräilyn henkilöstön kokonaiskustannukset [€]

$T_{tp,kok}$ = Keräykseen kuluvat työpäivät [d]

$M_{hlö}$ = Henkilöstömäärä [hlö]

$K_{palkka,hlö}$ = Palkkakustannus [€/h]

T_{pv} = Tunnit työpäivässä [h]

$K_{m\&h,pv}$ = Muonitus- ja hygieniakustannus [€/hlö/d]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 2, saadaan kokonaishenkilöstökustannuksiksi:

$$K_{\text{ker äily},kok} = 80\ d \times 30\ hlö \times (20\,€/h \times 8\ h + 20\,€/hlö/d) = 432\,000\ €$$

Varustekustannukset määräytyvät käytetyistä varusteista ja niiden laadusta. Yhdelle henkilölle on varattu seuraavat perussuojavarusteet työpäiväksi: kahdet kertakäyttöhaalarit, sadevaatteet, kumisaappaat, kämmenistä karhennetut öljynkestävät kumihansikkaat, suojalasit ja hengitysmaski. (Lehmuskoski 2006, 8.) Lisäksi eläintenpelastus- ja keräilyryhmällä on käytössään kertakäyttöisiä nitriilikäsineitä paketillinen, missä on 100 kappaletta suojakäsineitä (Nurminen 2009c). Näistä perussuojavarusteista haalarit ja nitriilikäsineet ovat kertakäyttöisiä, muut varusteet pestään ja huolletaan käytön jälkeen. Perusvarustus maksaa noin 50 € / hlö malleista riippuen (Lehmuskoski 2006, 9).

Varustekustannuksiksi keräilyryhmille muodostuu:

$$K_{\text{ker äily.var.}kok} = K_{\text{var},kpl} \times M_{hlö,kok}\text{, missä} \quad (3)$$

$K_{\text{ker äily.var.}kok}$ = Perusvarustekustannukset [€]

$K_{\text{var.}kpl}$ = Varustekustannukset päivässä [€/hlö]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 3, saadaan varustekustannuksiksi keräilyryhmälle:

$$K_{\text{ker äily.var .kok}} = 50\,€/hlö \times 30\ hlö = 1500\,€.$$

Kertakäyttöhaalareita tarvitaan kaksi paria päivässä likaantumisen ja hygieniasyiden takia, mikä aiheuttaa lisäkustannuksia varustekustannuksiin (Nurminen 2009c). Kertakäyttöhaalarit, missä on esimerkiksi suojaus tartuntavaarallisia aineita vastaan maksavat 7,90 € / kpl (Ironsec 2010). Tällöin lisähaalarien hinnaksi muodostuu: 2 × 7,90 €/hlö/d × 30 hlö × 80 d = 37 920 €. Lisätään lisähaalarien kustannukset perusvarustekustannuksiin ja näin saadaan kokonaisvarustekustannuksiksi: 1 500 € + 37 920 € = 39 420 €.

9.2.2 Kuolleiden eläinten pussitus- ja jäteastiakustannukset

Jotta säilytetään riittävä hygienian taso, on kuolleet eläimet pussitettava keräilyalueella ennen kuljetusta välivarastointialueelle. Eläinten pakkaamiseen tarvitaan eri kokoisia jätesäkkejä. Pienemmät vesilinnut kuten sorsat ja sukeltajalinnut mahtuvat 10 litran jätesäkkeihin. Suuret linnut kuten hanhet ja joutsenet vaativat 100 litran jätesäkin. Muut piennisäkkäät mahtuvat 100 litran jätesäkkeihin. Oletuksena on, että yksi eläin laitetaan yhteen jätesäkkiin. Jätesäkkien tilavuudesta käytetään noin puolet ja loput tyhjästä tilasta käytetään säkin solmimiseen. Tunnistuksen ja kirjaamisen kannalta on yksinkertaisempaa, jos aina yhdessä säkissä on aina vain yksi eläin. Jos 200 litran jätesäkkeihin kerätään kuolleita eläimiä sekaisin, olisi hankalaa myöhemmin tilastoinnissa irrotella ja erotella öljyyntyneitä erilaisia eläimiä toisistaan.

Tolvasen (2009, 5-12) mukaan suurimmassa vaarassa olevat linnut ovat; alli, mustalintu, pilkkasiipi, kuikkalinnut, allihaahka, ruokki, riskilä, etelänkiisla, lokit, merimetsot ja haahka. Tässä laskelmassa oletetaan, että suurin osa kuolleista linnuista on edellä mainittuja ja ne mahtuvat 10 litran jätesäkkeihin. Oletusarvoksi määritetään, että 90 % jätesäkeistä on 10 litran ja loput 10 % 100 litran jätesäkkejä. 100 litran jätesäkkeihin laitetaan suuria lintuja ja muita kuolleita nisäkkäitä. Lisäksi jo säkitetyt eläimet laitetaan 200 litran jätesäkkeihin, jolla näin ollen varmistetaan 10 ja 100 litran jätesäkkien tiiveys. Normaalisti öljyvahinkojätettä kerättäessä käytetään kaksinkertaisia jätesäkkejä (Lehmuskoski 2006, 10).

Laskelmassa kuollut eläin laitetaan vain yhteen 10 l tai 100 l jätesäkkiin, koska jätesäkit joudutaan avaamaan eläinten tunnistuksessa ja tilastoinnissa. Tunnistuksen jälkeen eläimet laitetaan takaisin kartonkitynnyrissä olevaan 200 l jätesäkkiin. Tällöin tuplapussituksesta ei ole konkreettista hyötyä kuolleiden eläinten keräilyssä.
Jätesäkkien hintoina käytetään seuraavia arvoja:

-0,05 €/kpl (10 l jätesäkki) (Simo Saukko Trading, 2010)
-0,195 €/kpl (100 l jätesäkki) (Simo Saukko Trading, 2010)
-0,52 €/kpl (200 l jätesäkki) (Flaaming Oy, 2009, 1).

Lasketaan 10 litran jätesäkeistä muodostuva kokonaiskustannus:

$$K_{j.säkit,10,kok} = (P_1 \times M_{eläin}) \times K_{j.säkit,10,kpl}, \ missä \qquad (5)$$

$K_{j.säkit,10,kok}$ = 10 l jätesäkkien kokonaishinta [€]
$M_{eläin}$ = Kuolleiden eläinten määrä [kpl]
P_1 = Kuolleiden eläinten prosentuaalinen osuus, mitkä pakataan 10 l jätesäkkeihin [%]
$K_{j.säkit,10,kpl}$ = 10 l jätesäkin hinta [€/kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 5, saadaan 10 l jätesäkkien kokonaishinnaksi:

$$K_{j.säkit,10,kok} = (0{,}90 \times 20\,000) \times 0{,}05\ € = 900\,€$$

100 litran jätesäkin kokonaiskustannukset saadaan laskemalla seuraavasti:

$$K_{j.säkit,100,kok} = P_2 \times M_{eläin} \times K_{j.säkit,100,kpl}\ , missä \quad (6)$$

$K_{j.säkit,100,kok}$ = 100 l jätesäkkien kokonaishinta [€]

$M_{eläin}$ = Kuolleiden eläinten määrä [kpl]

P_2 = Kuolleiden eläinten prosentuaalinen osuus, mitkä pakataan100 l jätesäkkeihin [%]

$K_{j.säkit,100,kpl}$ = 100 l jätesäkin hinta [€/kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 6, saadaan 100 l jätesäkkien kokonaishinnaksi:

$$K_{j.säkit,100,kok} = (0{,}10 \times 20\,000\ \ kpl) \times 0{,}195\ €/kpl = 390\,€$$

200 litran jätesäkkejä tarvitaan suojaamaan 10 ja 100 litran jätesäkkejä, millä estetään mahdolliset vuodot. Oletuksena on, että 200 l jätesäkki täytetään ¾ täyteen eli 150 litraa kapasiteetista. 10 l ja 100 l jätesäkkien osalta täyttöaste on puolet ja loput jätesäkistä käytetään säkin sulkemiseen. Nyt voidaan laskea 200 litran jätesäkkien tarve:

$$M_{j.säkit,200,kok} = \frac{V_{j.säkt,10} \times P_1 \times 20000 + V_{j.säkit,100} \times P_2 \times 20000}{V_{j.säkit,200}}, \text{missä} \quad (7)$$

$M_{j.säkit,200,kok}$ = 200 l jätesäkkien tarve [kpl]

$V_{j.säkit,10}$ = 10 l jätesäkkien käytetty tilavuus [l]

$V_{j.säkt,100}$ = 100 l jätesäkkien käytetty tilavuus [l]

$V_{j.säkit,200}$ = 200 l jätesäkkien käytetty tilavuus [l]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 7, saadaan 200 l jätesäkkien määräksi:

$$M_{j.säkit,200,kok} = \frac{5\,l \times 0{,}90 \times 20000\ \ kpl + 50\ l \times 0{,}10 \times 20000\ \ kpl}{150\ l} = 1297\ \ kpl$$

Nyt voidaan laskea 200 litran jätesäkeille muodostuvat kokonaiskustannukset:

$$K_{j.säkit,200,kok} = M_{j.säkit,200,kok} \times K_{j.säkit,200,kpl}, \text{ missä} \quad (8)$$

$K_{j.säkit,200,kok}$ = 200 l jätesäkkien kokonaiskustannus [€]

$M_{j.säkit,200,kok}$ = 200 l jätesäkkien kokonaismäärä [kpl]

$K_{j.säkit,200,kpl}$ = 200 l jätesäkin hinta [€/kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 8, saadaan 200 l jätesäkkien kokonaishinnaksi:

$$K_{j.säkit,200,kok} = 1267 \ \ kpl \times 0{,}52 \ €/kpl \approx 659 \ €$$

Kuolleiden eläinten kuljetusten ja kylmävarastoinnin helpottamiseksi käytetään 200 litran kartonkitynnyreitä, joista on tarkemmin kerrottu kappaleessa 7.2. Jokaiseen kartonkitynnyriin sijoitetaan yksi 200 l jätesäkki. Eläinten hoitotyöstä syntyvät jätteet (kpl 5.3) on rajattu pois kustannustarkasteluista, koska on mahdotonta selvittää kyseisten ongelmajätteiden paino tai tilavuus. Kartonkitynnyrin hintana käytetään 10 €/kpl. (Lindbäck 2010). Kun tiedetään jätesäkkien tarve, voidaan laskea tarvittavien kartonkitynnyreiden kokonaiskustannukset:

$$K_{k.tyn,kok} = M_{j.säkit,200,kok} \times K_{k.tyn.,kpl}, \text{missä} \quad (9)$$

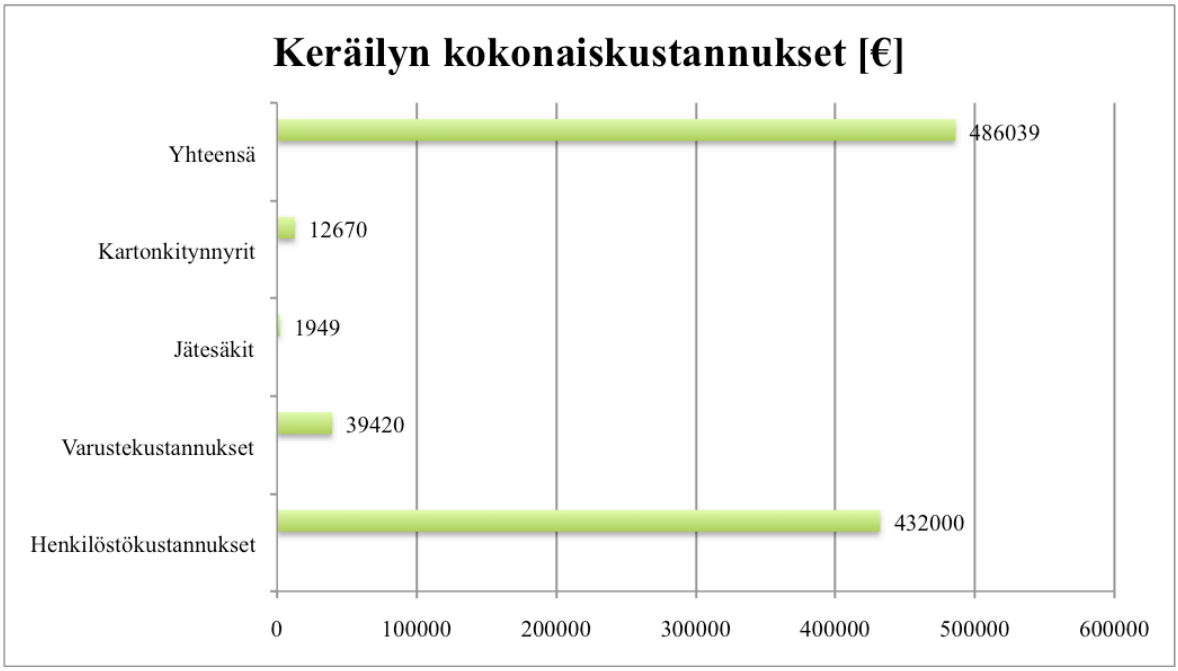
$K_{k.tyn,kok}$ = Kartonkityynyreiden kokonaiskustannukset [€]

$K_{k.tyn,kpl}$ = Kartonkitynnyreiden hinta [€/kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 9, saadaan 200 l kartonkitynnyrin kokonaiskustannukseksi:

$$K_{k.tyn,kok} = 1267 \ \ kpl \times 10 \ €/kpl = 12 \ 670 \ €$$

Keräilystä aiheutuneet työ-, varuste- ja astiakustannukset on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. Yhteenvetotaulukko keräilyn kokonaiskustannuksista.

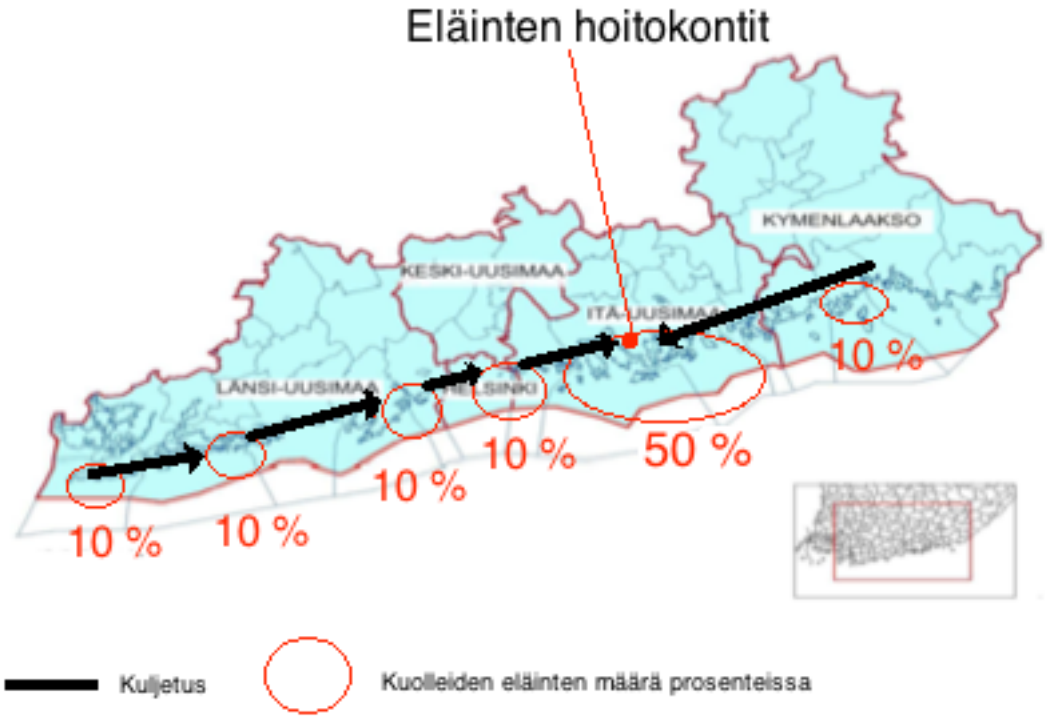
Kuvaajasta huomataan, että eläintenpelastus- ja keräilyryhmien henkilöstökustannuksista muodostuvat suurimmat kustannukset. Edellä mainittujen kustannusten prosentuaalinen osuus on 88,3 %.

9.2.3 Kuljetuskustannukset välivarastointialueelle

Seuraavaksi lasketaan kuljetuskustannukset keräilyalueelta välivarastointialueelle. Koska öljyn leviämisalue on laaja, on maastontiedustelujen perusteella kartoitettava alue, missä on todennäköisesti suurimmat vahingot. Lintujen hoitokontit ja välivarastointialue sijoitetaan lähelle tätä vahinkoaluetta. Eläimille on muitakin hoitopaikkoja kuin kontit, joten näitä hoitoloita käytetään öljyvahingon sattuessa. Etelä-Suomen alueella toimivat seuraavat hoitopaikat: Korkeasaaren eläintarha Helsingissä, Heinolan lintutarhat, Helsingin eläinsuojeluyhdistys HESY ry ja Pyhtään lintuhoitola (Ympäristöhallinto 2009a).

Laskelmassa oletetaan, että 50 % kuolleista löydetyistä eläimistä löytyy lintujen hoitokonttien sijoitusalueen lähistöltä ja loput 50 % muualta. Lintujen hoitokonttien sijoituspaikkana esimerkkilaskelmassa pidetään Porvoota. Lintujen hoitokontit ovat sijoitettuna onnettomuusalueelta noin 15 km päähän. Koska lintujen hoitokonttien sijoitusalueen vaatimuksena

on hyvä tiestö ja asfaltointi, niin oletetaan, että kuolleiden eläinten keräilyalueen ja välivarastointialueen välillä voidaan toimia kuorma-autolla ilman perävaunua. Muualta kerättävät kuolleet eläimet toimitetaan välivarastointialueelle täysperävaunuyhdistelmillä. Kappaleessa 7.2 yhtälössä 1 on laskettu, kuorma-autoon ja perävaunuun mahtuvat kartonkitynnyrit. Kuorma-autoon kartonkitynnyreitä mahtuu 96 kpl ja perävaunuun 176 kpl. Kuvassa 14 on esitetty kuljetuksen toteutus ja eläinten hoitokonttien sijoitus. Punaiset ympyrät ja prosenttiosuudet kuvaavat kuolleiden eläinten määrään jakautumista alueittain. Mustat nuolet kuvaavat kuljetuksia. Oikeanpuoleinen nuoli kuvaa kuljetusreittiä Kotkasta Porvooseen. Kuljetuksissa suoritetaan kuolleiden eläinten keräilyä koko kuljetusmatkalta, koska kuolleet eläimet ovat kerätty rannoilta keskitetysti aina yhteen paikkaan. Kotkan ja Porvoon välinen kuljetusketju olisi esimerkiksi Kotka, Pyhtää, Ruotsinpyhtää, Loviisa, Pernaja ja lopuksi välivarastointialue. Kuljetusten määrää on vaikea arvioida, koska eläimiä sääolosuhteista ja kuolleiden eläinten määrästä.



Kuva 14. Kuvaus kuolleiden eläinten prosentuaalisesta jakautumisesta alueittain ja kuljetuksista (Rantala).

Kuljetuskustannuksina käytetään etäisyyksien mukaan arvioituja hintoja. Etäisyydet ovat laskettu 50, 100 ja 200 km matkojen mukaan. Hinnat sis. ALV ovat: 3,40 €/km, 2,70 €/km ja 2,15 €/km. (Partila 2010, 60). Lisäksi osassa kuljetuksia käytetään arvoa 35 €/t (Kulta-

lahti 2010). Seuraavaksi lasketaan kuljetuskustannukset onnettomuusalueen keräilyalueelta välivarastointialueelle:

$$K_{kulj.k-v} = \left(\frac{M_{k.tyn.kok}}{M_{k-a}} \right) \times D \times K_{kulj,€/km}, \text{missä} \qquad (10)$$

$K_{kulj.k-v}$ = Kokonaiskuljetuskustannus keräilyalueelta välivarastolle [€]

$M_{k.tyn.kok}$ = ½ kartonkitynnyreiden kokonaismäärästä [kpl]

D = Edestakainen matka välillä keräilyalue – välivarastointialue [km]

K_{kulj} = Kuljetuskustannus [€/km]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 10, saadaan kuljetuskustannukset keräysalueelta välivarastointialueelle:

$$K_{kulj.k-v} = \left(\frac{\frac{1267}{2} kpl}{96\ kpl} \right) \times 30km \times 3{,}40\ €/km \approx 714\ €$$

Loput 50 % eläimistä oletetaan jakautuvan tasaisesti pelastusalueittain. Seuraavassa taulukossa on esitetty edestakaiset välimatkat muista kaupungeista Porvooseen ja kuolleiden eläinten kuljettamiseen käytettyjen kartonkitynnyreiden määrä. Kaupungit on valittu siten, että kuolleet eläimet ovat kerätty kootusti kyseisen kaupungin alueelle, mistä ne jatkokuljetetaan Porvooseen. Koska pelastustointen alueet ovat suuria, lisätään etäisyyksiin 70 km, mikä vastaa kuljetuksia keräysalueilla. Lisäksi Länsi-Uudenmaan pelastustoimen alueelta valitaan kaksi kaupunkia, koska alue on rantaviivaltaan huomattavasti laajempi kuin muut pelastusalueet. Taulukossa 4 on esitelty keräilyalueiden ja Porvoon välivaraston väliset kuljetusetäisyydet:

Taulukko 4. Keräilyalueiden ja Porvoon välivaraston väliset etäisyydet.

Väli	Kartonkitynnyreiden määrä [kpl]	Edestakainen matka [km] + keräily [km]	Kustannus [€/km]
Kotka – Porvoo	158	234	2,15
Helsinki – Porvoo	158	172	2,70
Inkoo – Porvoo	79	286	2,15
Hanko – Porvoo	79	440	2,15
Vantaa – Porvoo	158	158	2,70

Kuten huomataan, jokaiselta keräilyalueelta kerättävien kartonkitynnyreiden määrä mahtuu yhteen täysperävaunuyhdistelmään. Kuten aiemmin todettiin, rannat tarkistetaan kahteen kertaan. Tällöin kuljetukset suoritetaan kahteen kertaan, tai muuten kuolleille eläimille tulee järjestää erillinen kylmävarastointi jokaiselle keräilyalueelle. Lasketaan kokonaiskuljetuskustannukset muilta keräilyalueilta Porvoon välivarastointi alueelle: 2 × (234 km × 2,15 €/km + 172 km × 2,70 €/km + 286 km × 2,15 €/km + 440km × 2,15 €/km + 158 km × 2,70 €/km) = 5 910 €.

Eri keräilyalueiden kokonaiskuljetuskustannukset Porvoon välivarastointialueelle ovat: 714 € + 5 910 € = 6 624 €.

9.2.4 Välivarastointikustannukset

Välivarastointi tapahtuu lintujen hoitokonttien välittömässä läheisyydessä. Kappaleessa 6.2 kuvassa 4 on esitetty tarkemmin välivarastointialuetta. Kuolleiden eläinten säilytykseen on oltava pakastekontteja ja/tai kylmäkontteja sekä ongelmajätekontti öljyisille varusteille ja muille ongelmajätteille, mitä syntyy lintujen pesu- ja hoitotyöstä. Tarkempi luettelo eläinten hoitotyöstä syntyvistä jätteistä on kuvattu kappaleessa 5.3. Konttien hintoina käytetään alla olevia arvoja:

-500 €/kk + alv (40´pakastekontti) (Suomen Varastokontti Oy 2010)
-316 €/kk (ongelmajätekontti) (Lindbäck 2010).

Kuolleita eläimiä säilytetään kartonkitynnyreissä pakastekonteissa, koska tällöin eläimiä voidaan tilastoida tynnyri kerrallaan ja laittaa sitten eläimet takaisin kartonkitynnyriin kuljetettavaksi loppukäsittelypaikalle. Kartonkitynnyrin mitat ovat 890 mm × 580 mm (Ekokem 2008a, 7).

Konttien tilavuuksina käytetään seuraavia arvoja:

-64 m³ 40`pakastekontti (Suomen Varastokontti Oy 2010)
-25 m³ ongelmajätekontti (Lindbäck 2010).

Välivarastointiaika voi olla tilanteesta riippuen muutamista kuukausista aina vuoteen asti (Nurminen 2009). Laskelmassa oletetaan, että eläimet saadaan tilastoitua reilussa puolessa vuodessa. Koska kuolleiden eläinten keräilyyn kuluu aikaa kaksi kuukautta, voidaan tunnistus ja kirjaaminen aloittaa välittömästi. Tällöin koko kylmäkapasiteettia ei tarvita kerralla. Kun osa tilastoinnista on suoritettu, kuljetetaan eläimet loppukäsittelyyn, jolloin vapautuu lisää kylmävarastointitilaa. Oletetaan, että kylmävarastointitilaa tarvitaan 15 000 eläimelle eli noin ¾ kartonkitynnyreiden kokonaismäärästä, mikä on 950 kpl. Nyt voidaan laskea pakastekonttien kappalemäärä, mitä tarvitaan kuolleille eläimille:

$$M_{p.kontti,kok} = \frac{M_{k.tyn} \times V_{k.tyn,kpl}}{V_{p.kontti,kpl}}, \text{missä} \qquad (11)$$

$M_{p.konnti,kok}$ = Pakastekonttien tarve [kpl]
$M_{k.tyn}$ = Kartonkitynnyrien kokonaismäärä
$V_{k.tyn.kpl}$ = Kartonkitynnyrin viemä tila [m^3]
$V_{p.kontti,kpl}$ = Yhden 40 jalan pakastekontin tilavuus [m^3]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 11, saadaan laskettua kuolleiden eläinten säilytykseen tarvitsemat pakastekonttien määrä:

$$M_{p.kontti} = \frac{950 \ \ kpl \times (0{,}58 m^2 \times 0{,}89 m)}{64\, m^3} = 4{,}4 \ \ kpl \approx 5 \ kpl$$

Pakastekontteja tarvitaan viisi kappaletta. Pakastekonttien vuokra-ajaksi on määritetty yksi vuosi, koska välttämättä loppukäsittelylaitoksissa ei ole vapaata käsittelykapasiteettia tarjolla silloin, kun eläimet ovat tilastoitu. Kylmäkontit toimivat varastoina eläimille siihen asti kunnes ne voidaan loppukäsitellä. Nyt voidaan laskea pakastekonttien vuokrakustannukset yhdelle vuodelle:

$$K_{p.kontti,kok} = M_{p.kontti} \times K_{p.kontti,kpl} \times T_{p.kontti}, \text{ missä} \quad (12)$$

$K_{p.kontti,kok}$ = Pakastekonttien kokonaiskustannus [€]

$K_{p.kontti,kpl}$ = Yhden pakastekontin vuokra ilman ALV 22% [€/kpl]

$T_{p.kontti}$ = Kylmäkonttien vuokra-aika [kk]

Sijoitetaan arvot yhtälöön 12, saadaan laskettua pakastekonttien arvonlisäverolliset kokonaisvuokrakustannukset:

$$K_{p.kontti,kok} = 5 \ \ kpl \times 500 €/kk \times 1{,}22 \times 12 \ \ kk = 36600 €$$

20 jalan (6,1 m) pakastekontti kuluttaa sähköä noin 1,5 kWh/h, joten oletetaan, että 40 jalan kontti kuluttaa sähköä kaksinkertaisen määrän eli 3 kWh/h (Hermetel Oy 2010). Sähkön hinnan arvioidaan olevan keskimäärin 12 snt/kWh sisältäen energian osuuden, sähkön siirtomaksut ja verot (Energiamarkkinavirasto 2010). Nyt voidaan laskea kolmen pakastekontin vuotuinen energiankulutus:

$$K_{sähkö,kont} = E_{kulutus,kpl} \times T_{p.kontti} \times K_{sähkö,kWh} \times M_{p.kontti,kok}, \text{missä} \quad (13)$$

$K_{sähkö,kont}$ = Pakastekonttien kokonaissähkönkulutus kustannukset vuodessa [€]

$E_{kulutus,kpl}$ = Sähkönkulutus yhdessä pakastekontissa [kWh]

$T_{p.kontti}$ = Pakastekonttien vuokra-aika [vrk]

$K_{sähkö,kWh}$ = Sähkön kWh hinta [€/kWh]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 13, saadaan laskettua pakastekonttien energiankulutus:

$$K_{sähkö,kont} = 3kWh/h \times 24h/vrk \times 365vrk \times 0{,}12€/kWh \times 5kpl = 15768\ €$$

Ongelmajätekonttien määräksi riittää yksi kappale, koska kontti on mahdollista tyhjentää sen täytyttyä. Ongelmajätekontin vuokra-ajaksi määriteltiin yksi vuosi eli sama aika kuin kylmäkonteille. Ongelmajätekonttia tarvitaan yhden vuoden ajan, koska sillä varmistetaan mahdollinen eläinten loppukäsittelylaitoksen vaihtuminen toiseksi. Esimerkiksi eläinten loppukäsittely vaihtuu Ekokem Oy Ab käsittelylatokselta Honkajoki Oy:n renderöintilaitokselle. Kappaleessa 8.3 mainittiin, että renderöintimenetelmä ei sovellu jätesäkkien ja kartonkitynnyreiden hävittämiseen. Tällöin ongelmajätekonttiin voidaan varastoida tarvittaessa väliaikaisesti jätesäkeillä täytettyjä kartonkitynnyreitä. Lasketaan ongelmajätekontin vuokrakustannukset:

$$K_{oj.kontti,kok} = K_{oj.kontti,kpl} \times T_{oj.kontti}, \text{missä} \qquad (14)$$

$K_{oj.kontti,kok}$ = Ongelmajätekontin kokonaiskustannus [€]

$K_{oj.kontti,kpl}$ = Ongelmajätekontin vuokrakustannus [€/kk]

$T_{oj.kontti}$ = Vuokra-aika [kk]

Sijoitetaan arvot yhtälöön 14, saadaan ongelmajätekontin kokonaisvuokrakustannukseksi:

$$K_{oj.kontti,kok} = 316\ €/kk \times 12\ kk = 3792€$$

9.2.5 Kuolleiden eläinten tilastointikustannukset

Kuolleita eläimiä tilastoitaessa henkilöstöä tarvitaan kolmesta neljään. Ne ovat biologi kuka tunnistaa eläimet, kirjuri kuka tilastoi eläimet atk-järjestelmään ja yhdestä kahteen apulaista, ketkä ottavat eläimiä jätesäkeistä tutkittaviksi sekä auttavat biologia tunnistamistehtävän suorittamisessa, esimerkiksi lintujen siipien levittämisessä. (Mattila 2009b.) Laskelmassa henkilöstömääräksi on valittu neljä henkilöä.

Tilastoinnissa henkilöstökustannuksiksi oletetaan yhdeltä henkilöltä 20 €/h, mikä on sama arvo kuin eläintenpelastus- ja keräilyryhmällä. Lisäksi jokaisesta henkilöstä aiheutuu muita kustannuksia mm. muonituksen ja henkilökohtaisen hygienian osalta 20 €/vrk (Partila 2010, 55). Jokaisen eläimen tunnistamiseen ja tilastointiin tarvittavien tietojen kirjaamiseen oletetaan menevän aikaa viisi minuuttia / eläin. Nyt voidaan laskea tilastointiin kuluvat työtunnit: 20 000 kpl × 5 min/kpl = 1667 h. Seuraavaksi muutetaan työtunnit kahdeksan tunnin työpäiviksi: 1667 h / 8h/d = 208 d.

Nyt voidaan laskea tilastoinnin osalta muodostuvat henkilöstökustannukset:

$$K_{tilasto\,\mathrm{int}\,i,kok} = M_{hlö} \times T_{tilast,d,kok} \times (K_{palkka,hlö} \times T_{tilast.d} + K_{m\&h.pv}),\text{missä} \quad (15)$$

$K_{tilast,kok}$ = Tilastoinnin henkilöstön kokonaiskustannukset [€]

$M_{hlö}$ = Henkilöstömäärä [kpl]

$T_{tilast,d,kok}$ = Kokonaistyöpäivät [d]

$K_{palkka,hlö}$ = Palkkakustannus [€/h]

$T_{tilast,d}$ = Työpäivän kesto [h]

$K_{m\&h,d}$ = Muonitus - ja hygieniakustannus päivässä [€/hlö/d]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 15, saadaan tilastoinnin kokonaishenkilöstökustannuksiksi:

$$K_{tilasto\,\mathrm{int}\,i,kok} = 4hlö \times 208d \times (20€/h \times 8h/d + 20\ €/d) = 149760\ €$$

Tilastoinnin varustekustannukset ovat samat kuin keräilijöillä eli 50 €/hlö (Lehmuskoski 2006, 9). Lasketaan henkilöstön kokonaisvarustekustannukset:

$$K_{tilast.\mathrm{var}.kok} = K_{\mathrm{var},kpl} \times M_{hlö,kok} \times T_{tilast,d,kok},\ \text{missä} \quad (16)$$

$K_{tilast.\mathrm{var}.kok}$ = Kokonaisvarustekustannukset [€]

$K_{\mathrm{var}.kpl}$ = Varustekustannus [€/hlö]

Sijoitetaan arvot yhtälöön 16, saadaan tilastointi henkilöstön perusvarustekustannuksiksi:

$$K_{tilast.\text{var}.kok} = 50\,€/hlö \times 4\ hlö = 200\,€$$

Päivittäin vaihdettavien kaksien suojahaalarien kustannuksiksi muodostuu: 2 ×7,90 €/hlö/d × 4 hlö × 208 d = 13 146 €. Yhteensä varustekustannukset ovat: 200 € + 13 146 € = 13 346 €.

Tilastointi suoritetaan lähellä kylmäsäilytyskontteja. Vuodenajasta riippuen tilastointi voidaan suorittaa esimerkiksi tarkoitukseen soveltuvassa teltassa tai esimerkiksi toimistokontissa. Jos öljyn tahrimia eläimiä ei enää löydy tai määrät ovat todella vähäisiä, voidaan tilastointiin käyttää lintujen hoitokontin tiloja.

Laskelmassa tilastointihenkilöstölle vuokrataan yksi 20 jalan eristetty, sähköistetty, talvikäyttöön soveltuva toimistokontti toimitilaksi. Toimistokontin vuokra on 150 €/kk. (Kuljetusliike Koivisto Oy 2010.) Kontin vuokra-aika on seitsemän kuukautta eli tilastointiin kuluva aika. Lasketaan toimistokontin vuokran kokonaiskustannus:

$$K_{to..kontti,kok} = K_{to.kontti,kpl} \times T_{to.kontti},\ \text{missä} \qquad (17)$$

$K_{to..kontti,kok}$ = Toimistokontin vuokrakustannukset [€]

$K_{to.kontti,kpl}$ = Toimistokontin vuokrakustannus [€/kk]

$T_{to.kontti}$ = Toimistokontin vuokra-aika [kk]

Sijoitetaan arvot yhtälöön 17, saadaan toimistokontin kokonaiskustannukseksi:

$$K_{to.kontti,kok} = 150\ €/kk \times 7\ kk = 1050\,€$$

9.2.6 Kuolleiden eläinten ja käytettyjen varusteiden kuljetuskustannukset loppukäsittelylaitokselle

Kuolleiden eläinten kuljetukset välivarastointialueelta loppukäsittelylaitokselle Ekokem Oy Ab:lle hoidetaan raskaalla kuorma-autolla, missä on perävaunu. Yhdistelmäauto on tarkemmin esitelty kappaleessa 7.1, missä kerrotaan auton mitat ja lastauskapasiteetti. Kappaleessa 7.2 on laskuesimerkki, missä on laskettu kartonkitynnyreiden määrä, mikä mahtuu kuorma-auton ja perävaunun lastaustiloihin. FIN-kuormalavoille lastattuna kuorma-auto yhdistelmään mahtuu 272 kappaletta 200 litran kartonkitynnyreitä. Kaavalla 7 on laskettu tarvittava 200 l jätesäkkien määrä. Jokaiseen kartonkitynnyriin laitetaan yksi kuolleilla eläimillä täytetty jätesäkki. Tällöin kartonkitynnyreiden tarve kuolleille eläimille on sama kuin jätesäkkien, mikä on 1 267 kpl.

Kuljetuskustannuksina käytetään arvoa 2,15 €/km. Laskelmassa aiemmin määriteltiin, että kuolleiden eläinten välivarastointialue on Porvoossa. Tällöin matkaa kertyy Porvoon ja Ekokem Oy Ab Riihimäen välillä 105 km suuntaansa (Google Maps Suomi 2010). Riihimäeltä Ekokem Oy Ab:lta kuorma-auto palaa takaisin välivarastointialueelle ilman paluukuormaa, joten edestakainen maksettava matka on 210 km. Nyt voidaan laskea kokonaiskuljetuskustannukset välivarastointialueelta käsittelylaitokselle:

$$K_{kulj,v-lk} = \left(\frac{M_{kart,t,kok}}{M_{k-a} + M_{pv}} \right) \times D \times K_{kulj.€/km}, \text{missä} \qquad (18)$$

$K_{kulj,v-lk}$ = Kuljetuskustannus välivarastointialueelta loppukäsittelylaitokselle [€]

D = Edestakainen matka välivarasto - loppukäsittelylaitos [km]

$K_{kulj.€/km}$ = Kuljetuskustannus sis. ALV 22% [€/km]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 18, saadaan laskettua kuljetuskustannukset välivarastointialueelta loppukäsittelylaitokselle.

$$K_{kulj,v-lk} = \left(\frac{1267\ kpl}{272\ kpl} \right) \times 210\,km \times 2{,}15\,€/km = 2258\,€$$

On huomioitava, että kuormia ei voi olla 4,7 vaan käytetään viittä kuormaa. Kaavan tarkka arvo on 2 103 €.

Varusteiden kuljetuskustannuksia tarkasteltaessa on ensin laskettava kertakäyttöisten varusteiden arvioitu paino. Laskelmassa tarkastellaan keräilystä ja tilastoinnista kertyviä kertakäyttöisiä varusteita, mitkä ovat käyttökerran jälkeen ongelmajätettä. Lintujen pesusta ja hoidosta kertyviä varusteista ei oteta laskelmaan tarkasteluun, koska on mahdotonta arvioida käytettyjen lääkeneulojen, ruokintaletkujen, ym. varusteiden kappalekohtaista määrää ja painoa. Saadut varusteiden määrät on laskettu varusteiden kulutuksen mukaan. Seuraavassa taulukossa (taulukko 5) on esitetty suojahaalareiden määrät ja arvioitu paino haalaria kohden: arvioidut painot kappaleissa on esitetty suluissa määrien perässä:

Taulukko 5. Keräilystä ja tilastoinnista kertyvien hävitettävien suojahaalarien määrät ja paino.

Varuste	Määrä [kpl]	Arvioitu paino [kg/kpl]
Kertakäyttöiset haalarit	5 632	1

Lasketaan kuolleiden eläinten keräilyssä ja tilastoinnissa kertyvien varusteiden kokonaispaino:

$$W_{paino,\mathrm{var},kok} = M_{sh} \times W_{sh,kpl},\ missä \qquad (19)$$

$W_{paino,\mathrm{var},kok}$ = Varusteiden kokonaispaino [kg]

M_{sh} = Kertakäyttösuojahaalareiden kokonaismäärä [kpl]

$W_{sh,kpl}$ = Kertakäyttösuojahaalareiden paino [kg/kpl]

Sijoittamalla arvot kaavaan 19, saadaan laskettua käytettyjen varusteiden kokonaispaino:

$$W_{paino,\mathrm{var},kok} = 5632\ kpl \times 1\ kg/kpl = 5632\ kg$$

Lintujen keräilyssä ja tilastoinnissa käytettävien varusteiden kuljetuksessa käytettään hintaa 35 €/t (Kultalahti 2010). Lasketaan käytettyjen varusteiden kuljetuskustannukset Porvoosta Riihimäen Ekokem Oy Ab:lle: 5,6 t × 35 €/t = 196 €.

Kokonaiskuljetuskustannukset ovat: 2 258 € + 196 € = 2 454 €.

9.2.7 Loppukäsittelylaitoksen kustannukset kuolleille eläimille ja käytetyille varusteille

Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla eläinjätettä voidaan käsitellä kahdessa korkealämpötilauunissa (Metsäranta 2010). Ekokemillä käsittelymaksut kuolleille eläimille ovat 1 000 €/t ja haalareille ja muille vähän likaantuneille varusteille 125 €/t (Känkänen 2010). Ekomille jätteet toimitetaan kartonkitynnyreissä ja purkaus tapahtuisi Ekokem Oy Ab:n toimesta. On laskettava kuolleiden eläinten paino, jotta saadaan laskettua käsittelykustannukset. Kuolleiden eläinten painon jakauman oletus on, että 90 % 20 000 eläimestä on pienehköjä vesilintuja ja loput 10 % suuria lintuja ja muita nisäkkäitä. Keskimäärin pienet vesilinnut, kuten esimerkiksi sorsat, lokit tai allit painavat noin yhdestä kahteen kiloa ja suuret linnut, kuten esimerkiksi kanadanhanhet tai laulujoutsenet painavat viidestä kahteentoista kiloa yksilö (LuontoPortti 2010). Koska höyhenpeite tai turkki voi olla kokonaan öljyn tahrima, nostaa öljy eläimen arvioitua kokonaismassaa. Laskelmassa käytetään pienille linnuille ja nisäkkäille arvoa 2,5 kg/eläin ja suurille linnuille ja nisäkkäille arvoa 11,5 kg/eläin. Arvot on saatu laskemalla eläimen keskipaino ja lisäämällä pieniin eläimiin öljyn tuoma lisäpaino 1 kg ja isoille eläimille 3 kg lisäpainoa. Nyt voidaan laskea kuolleiden eläinten kokonaispaino:

$$W_{paino,kok} = M_{eläin,pieni} \times W_{paino,p,kpl} + M_{eläin,suuri} \times W_{paino,i,kpl}, \text{missä} \qquad (20)$$

$W_{paino,kok}$ = Kuolleiden eläinten kokonaispaino

$W_{paino,p,kpl}$ = Pienen eläimen paino [kg/kpl]

$M_{eläin,pieni}$ = Pienten eläinten määrä kuolleista eläimistä [kpl]

$M_{eläin,suuri}$ = Suurten eläinten määrä kuolleista eläimistä [kpl]

$W_{paino,i,kpl}$ = Suuren eläimen paino [kg/kpl]

Sijoittamalla arvot kaavaan 20, saadaan laskettua kuolleiden eläinten kokonaispaino:

$$W_{paino,kok} = 18000\ kpl \times 2{,}5\ kg/kpl + 2000\ kpl \times 11{,}5\ kg/kpl = 68000\ kg$$

Kuolleet eläimet ovat pakattuna kartonkitynnyreihin joita on yhteensä 1267 kpl:ta. Yhden 200 l kartonkitynnyrin paino on 15 kg (Ekokem 2008a, 6). Nyt voidaan laskea kartonkitynnyreistä muodostuva pano:

$$W_{paino,t,kok} = M_{k.tynnyri,kok} \times W_{paino,t,kpl}, \text{missä} \qquad (21)$$

$W_{paino,t,kok}$ = Kartonkitynnyreiden kokonaispaino [kg]

$M_{k.tynnyri,kok}$ = Kartonkitynnyreiden kokonaismäärä [kpl]

$W_{paino,t,kpl}$ = Kartonkitynnyrin paino [kg/kpl]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 21, saadaan kartonkitynnyreiden kokonaispainoksi:

$$W_{paino,t,kok} = 1267\ kpl \times 15\ kg/kpl = 19\ 005\ kg$$

Nyt voidaan laskea Ekokem Oy Ab:n käsittelykustannukset kuolleista eläimistä ja kuolleiden eläinten käsittelyssä likaantuneista varusteista ja tarvikkeista:

$$K_{kj.käsittely,kok} = \left(W_{paino,kok} + W_{paino,t,kok}\right) \times K_{eläin,kg} + W_{paino.\mathrm{var}.kok} \times K_{\mathrm{var}.t}, \text{missä (22)}$$

$K_{kj.käsittely,kok}$ = Jätteenkäsittelyn kokonaiskustannus [€]

$K_{eläin,kg}$ = Jätteenkäsittelymaksu eläimille [€/t]

$K_{\mathrm{var}.t}$ = Jätteenkäsittelymaksu varusteille [€/t]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 22, saadaan laskettua Ekokem Oy Ab:n käsittelykustannukset:

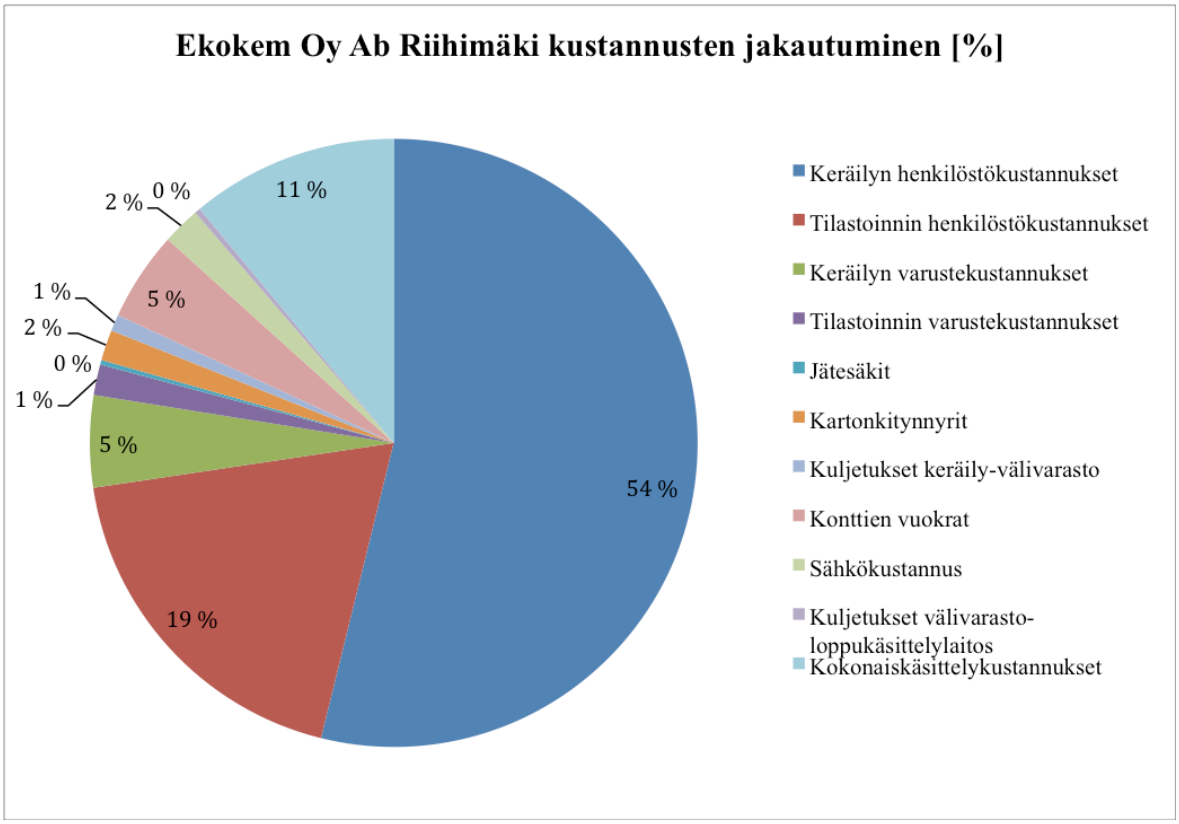
$$K_{kj.käsittely,kok} = \left(68\ t + 19\ \ t\right) \times 1000\ €/t + 5{,}6\ \ t \times 125\ €/t = 87700\ €$$

9.2.8 Kustannuslaskelman tulosten yhteenveto Ekokem Oy Ab Riihimäen käsittely-vaihtoehdosta

Kokonaiskustannuksiksi Ekokem Oy Ab Riihimäen käsittelyvaihtoehdossa muodostui 798 500 €. Seuraavassa taulukossa 6 on esitetty kokonaiskustannukset pyöristettynä kahden merkitsevän numeron tarkkuudella ja kuvassa 15 kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakauma.

Taulukko 6. Kokonaiskustannykset Ekokem Oy Ab Riihimäki käsittelyvaihtoehto.

Ekokem Oy Ab Riihimäki	[€]
Keräilyn henkilöstökustannukset	430 000
Tilastoinnin henkilöstökustannukset	150 000
Keräilyn varustekustannukset	39 000
Tilastoinnin varustekustannukset	13 000
Jätesäkit	2 000
Kartonkitynnyrit	13 000
Kuljetukset keräily-välivarasto	7 000
Konttien vuokrat	38 000
Kylmäkonttien sähkökustannus	16 000
Kuljetukset välivarasto-loppukäsittelylaitos	2 500
Kokonaiskäsittelykustannukset	88 000
Yhteensä	**798500**



Kuva 15. Ekokem Oy Ab:n käsittelyvaihtoehdon kokonaiskustannusten prosentuaalinen jaukautuminen.

Kokonaiskustannusten prosentuaalisia osuuksia tarkasteltaessa huomataan, että henkilöstön kokonaispalkkakustannukset ovat yhteensä 73 % (580 000 €) kaikista kustannuksista. Keräily- ja tilastointihenkilöstön varustekustannukset ovat 6 % (52 000 €). Yhteensä palkka- ja varustekustannukset ovat 79 %, mikä on todella huomattava osuus kaikista kustannuksista. Ekokem Oy Ab:n käsittelykustannukset kuolleille eläimille ja varusteille on 11 % (88 000 €), mikä on kustannuksena pieni verrattuna edellämainittuihin kustannustekijöihin. Kontit ja konttien sähkönkulutus ovat samaa luokkaa varusteiden kanssa eli 7 % (54 000 €) Kustannuksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että kuljetuksilla ja jätesäkeillä on lähes merkityksettömän pieni osuus kokonaiskustannuksista.

9.3 Kokonaiskustannukset kuolleiden eläinten käsittelystä Honkajoki Oy:llä

Toiseksi käsittelyvaihtoehdoksi valittiin Honkajoki Oy, joka on erikoistunut karjatiloilla kuolleiden eläinten keräilyyn ja käsittelyyn. Yritys käsittelee renderöintilaitoksellaan EY:n sivuoteasetuksen mukaisia 1., 2. ja 3. luokan eläinten sivutuotteita. EY:n sivutuoteasetusta on tarkemmin käsitelty kappaleessa 4.1. Jotta kuolleita öljyyntyneitä villieläimiä voidaan käsitellä, tarvitaan erillinen ympäristölupa toiminnalle. Honkajoki Oy:llä on tällä hetkellä toimintasuunnitelmissa varauduttu mahdollisiin lintuinfluenssassa kuolleiden eläinten käsittelyyn. (Kultalahti 2010.)

Kappaleessa 8.2 ja 8.3 on tarkemmin esitelty renderöintiprosessia ja Honkajoki Oy:ta. Käsittelyvaihtoehtoa tarkasteltaessa on huomioitava, että käsittelylaitoksella ei onnistu varusteiden, jätesäkkien ja kartonkitynnyreiden poltto. Lintujen rengastusmerkit voidaan käsitellä, mutta muut edellä mainitut ongelmajätteet on eroteltava ja käsiteltävä muualla. (Kultalahti 2010.) Tässä käsittelyvaihtoehdossa keräilyn henkilöstö- ja varustekustannukset, kuljetukset välivarastointialueelle, tilastoinnin henkilöstö- ja varustekustannukset pysyvät samoina kuin Ekokem Oy Ab:n kustannustarkastelussa. Eroavaisuudet muodostuvat kuolleiden eläinten kuljetuksista loppukäsittelylaitokselle sekä kuolleiden eläinten käsittelykustannuksista.

Honkajoki Oy:n käsittelyvaihtoehdossa kartonkitynnyreitä käyttämällä saatu kokonaishyöty ei ole niin suuri kuin Ekokem Oy Ab:n käsittelyvaihtoehdossa. Kartonkitynnyreitä ei voida käyttää eläinten kuljetukseen loppukäsittelylaitokselle vaan tilastoinnin jälkeen kuolleet eläimet lastataan kuorma-auton kipattavaan tiiviiseen vaihtolavaan. Jos kartonkitynnyreitä ei käytetä koko eläinten käsittelyprosessin aikana, muodostuu suurimmaksi ongelmaksi kuolleiden eläinten säilytys kylmäkonteissa. Säkitetyt eläimet on laitettava päälle pinottaviin keräysastioihin, jotta kylmäkonttien täyttö onnistuisi järkevästi. Kartonkitynnyreiden korvaaminen esimerkiksi muovisilla 220 l suljettavilla tynnyreillä ei ole taloudellisesti järkevää, koska kartonkitynnyrin ja muovitynnyrin välinen hintaero on noin 100 € kartonkitynnyrin hyväksi (Gerdmans Oy 2010). Tässä käsittelyvaihtoehdossa kartonkitynnyreitä käytetään samalla tavalla kuin Ekokem Oy Ab:n käsittelyvaihtoehdossa. Kartonki-

tynnyrit voidaan uusiokäyttää tilastoinnin jälkeen tarvittaessa muualla tai täyttää likaisilla varusteilla ja lintujen hoidoista kertyvillä ongelmajätteillä.

Kuolleiden eläinten kuljetukset välivarastointialueelta Honkajoki Oy:n renderöintilaitokselle hoidetaan kuorma-autolla, missä on kippi ominaisuus (Kultalahti 2010). Tilastoinnin jälkeen jätesäkit ja kartonkitynnyrit hävitetään muiden varusteiden kanssa Ekokem Oy Ab:lla Riihimäellä ja eläimet laitetaan tiiviiseen ja suljettavaan vaihtolavaan. Kartonkitynnyrit ja varusteet hävitetään Ekokem Oy Ab:lla Riihimäellä kustannuksella 125 €/t. Eläimille tarkoitetun vaihtolavan tilavuus on 19 m^3 ja kantavuutena käytetään 10 t. (Ekokem 2008a, 4.)

Kuljetuskustannuksina käytetään samoja arvoja kuin Ekokem Oy Ab Riihimäen vaihtoehdossa, jotta kuljetuskustannukset olisivat vertailukelpoiset. Kuolleille eläimille käytetään arvoa 2,15 €/km ja varusteille ja kartonkitynnyreille 35 €/t. Välivarastointi alueelta Porvoosta Honkajoelle on matkaa 333 km suuntaansa (Google Maps Suomi 2010). Honkajoelta kuorma-auto palaa takaisin välivarastointialueelle ilman paluukuormaa, joten paluu maksetaan samana hintana kuin menomatka. Koska kuorma-auton kantavuus on 10 t, tarvitaan pyöristettynä seitsemän edestakaista kuljetuskertaa kuolleille eläimille (68 t). Nyt voidaan laskea kuolleiden eläinten kokonaiskuljetuskustannukset välivarastointialueelta Porvoosta Honkajoen käsittelylaitokselle:

$$K_{kulj,v-lk} = M_{kuorma,lkm} \times D \times K_{kulj.€/km}, \text{missä} \qquad (23)$$

$K_{kulj,v-lk}$ = Kuljetuskustannus välivarastointialueelta loppukäsittelylaitokselle [€]

$M_{kuorma,lkm}$ = Kuormien määrä [kpl]

D = Edestakainen matka välivarasto - loppukäsittelylaitos [km]

$K_{kulj.€/km}$ = Kuljetuskustannus sis. ALV 22% [€/km]

Sijoittamalla arvot yhtälöön 23, saadaan laskettua Honkajoki Oy käsittelyvaihtoehdon kuljetuskustannukset:

$$K_{kulj,v-lk} = 7 \times 666\,km \times 2{,}15\,€/km = 10023\,€$$

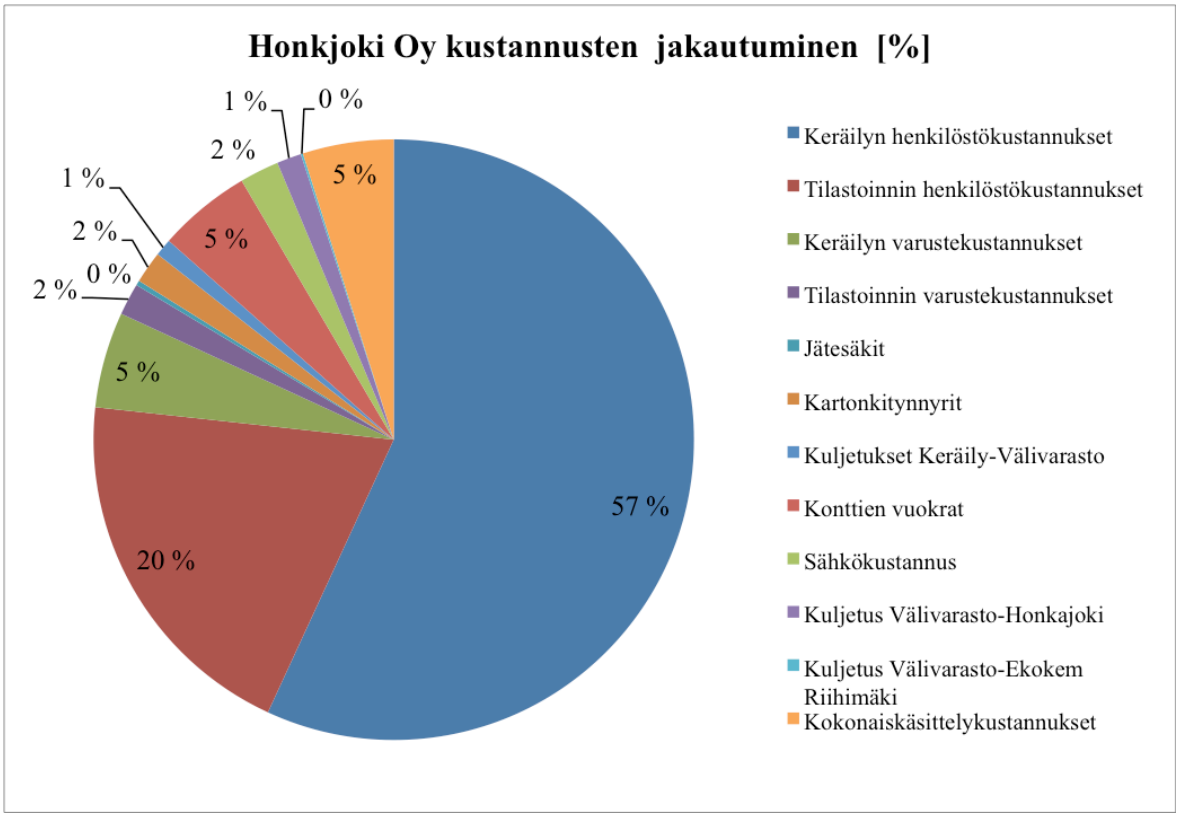
Ekokem Oy Ab Riihimäelle menevien varusteiden painot (5,6 t) on laskettu kaavalla 19 ja kartonkitynnyreiden painot (19 t) on laskettu kaavalla 21. Nyt voidaan laskea Ekokemille menevien varusteiden ja kartonkitynnyreiden kuljetuskustannukset: (5,6t + 19 t) × 35€/t = 861 €. Käsittelykustannus on 125 € / t, joten Ekokemillä käsiteltävien varusteiden kokonaiskustannus on: 125 € / t × (5,6 t + 19 t) = 3 075 €.

Honkajoki Oy:llä eläinten käsittelymaksut ovat 500 €/t (Kultalahti 2010). Kuolleiden eläinten kokonaispainoksi saatiin 68 t. Käsittelykustannuksiksi saadaan tällöin: 500 €/t × 68 t = 34 000. Eli käsittelykustannukset ovat yhteensä 34 000 € + 3 075 € = 37 075 €.

Honkajoki Oy:n kokonaiskustannustarkastelussa kokonaiskustannuksiksi muodostui 755 900 €, mikä on kokonaiskustannukseltaan 42 600 € halvempi kuin Ekokem Oy Ab:n käsittelyvaihtoehto. Seuraavassa taulukossa 7 on esitetty kokonaiskustannukset pyöristettynä kahden merkitsevän numeron tarkkuudella ja kuvassa 16 kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakauma.

Taulukko 7. Kokonaiskustannukset Honkajoki Oy käsittelyvaihtoehto.

Honkajoki Oy	[€]
Keräilyn henkilöstökustannukset	430 000
Tilastoinnin henkilöstökustannukset	150 000
Keräilyn varustekustannukset	39 000
Tilastoinnin varustekustannukset	13 000
Jätesäkit	2 000
Kartonkitynnyrit	13 000
Kuljetukset keräily-välivarasto	7 000
Konttien vuokrat	38 000
Kylmäkonttien sähkökustannus	16 000
Kuljetukset välivarasto-Honkajoki	10 000
Kuljetukset välivarasto-Ekokem Riihimäki	900
Kokonaiskäsittelykustannukset	37 000
Yhteensä	**755 900**



Kuva 16. Honkajoki Oy:n käsittelyvaihtoehdon kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakautuminen.

Koska tässä käsittelyvaihtoehdossa kustannuserot löytyvät kuljetuksista ja loppukäsittelykustannuksista, ovat kustannusten prosentuaaliset osuudet hyvin samanlaiset Ekokem Oy Ab –käsittelyvaihtoehdon kanssa. Henkilöstö- ja varustekustannuksista muodostuu peräti 84 % kaikista kokonaiskustannuksista. Merkille pantavaa on, että tässä käsittelyvaihtoehdossa käsittelykustannukset ovat vain 5 % kokonaiskustannuksista.

9.4 Kokonaiskustannukset kuolleiden eläinten käsittelystä Savaterra Oy:llä

Kolmanneksi käsittelyvaihtoehdoksi valittiin Savaterra Oy, mikä poikkeaa muista käsittelymenetelmistä siten, että siirrettävä termodesorptiolaitos tuodaan öljyvahinkoalueelle. Savaterra Oy pystyy käsittelemään kuolleita eläimiä ja varusteita sekä muita öljyvahingossa syntyviä jätteitä. (Uotila 2010a.) Kappaleessa 8.1.4 on esitelty tarkemmin siirrettävän termodesorptiolaitoksen toiminnasta ja teknisistä ominaisuuksista. Lisäksi 8.2 kappaleessa on kerrottu Savaterra Oy:n toiminnasta.

Termodesorptiolaitoksella onnistuu kartonkitynnyreissä olevien säkitettyjen eläinten sekä kertakäyttösuojahaalarien käsittely. Esikäsittelynä käytetään murskaimia ja repijöitä, millä saadaan tasaisempi palakoko käsiteltävälle jätteelle. Eläinten hoidosta syntyvät jätteet voidaan käsitellä laitoksessa, mutta käsittelyprosessi on hidas ja sekä vaatii erikoistoimenpiteitä jätteiden murskauksessa ja käsittelyhenkilöstöltä. (Uotila 2010b.)

Kuolleiden eläinten kuljetukset välivarastointialueelta Savaterra Oy:n termodesorptiolaitokselle hoidetaan täysperävaunuyhdistelmällä. Termodesortiolaitoksen tarkka sijoitus öljyvahinkoalueella on vaikea määritellä, joten laskelmassa tehtiin oletus, että laitos on sijoitettu 50 km päähän välivarastointi alueesta. Edestakainen matka on tällöin 100 km. Tilastoinnin jälkeen kartonkitynnyreissä olevat eläimet kuljetetaan lastataan täysperävaunuyhdistelmään ja kuljetetaan termodesorptiolaitokselle. Eläinten kuljetusten hintoina käytetään 2,70 €/km. Eläinten kuljetuskustannukset ovat laskettu kaavalla 18.

$$K_{kulj,v-lk} = \left(\frac{M_{kart,t,kok}}{M_{k-a} + M_{pv}} \right) \times D \times K_{kulj.€/km}$$

Sijoittamalla arvot yhtälöön 18, saadaan eläinten kuljetuskustannuksiksi:

$$K_{kulj,v-lk} = \left(\frac{1267\ kpl}{272\ kpl} \right) \times 100\,km \times 2{,}70\,€/km = 1350\,€$$

On huomioitava, että kuormia ei voi olla 4,7 vaan käytetään viittä kuormaa. Kaavan tarkka arvo on 1 258 €.

Lintujen keräilyssä ja tilastoinnissa käytettävien varusteiden kuljetuksessa käytettään hintaa 35 €/t (Kultalahti 2010). Käytettyjen varusteiden kuljetuskustannukset ovat samat kuin Ekokem Oy Ab:n käsittelyvaihtoehdossa: 5,6 t × 35 €/t = 196 €. Nyt voidaan laskea kuolleiden eläinten ja käytettyjen varusteiden kokonaiskuljetuskustannukset välivarastointialueelta termodeserptiolaitokselle: 1350 € + 196 € = 1 546 €.

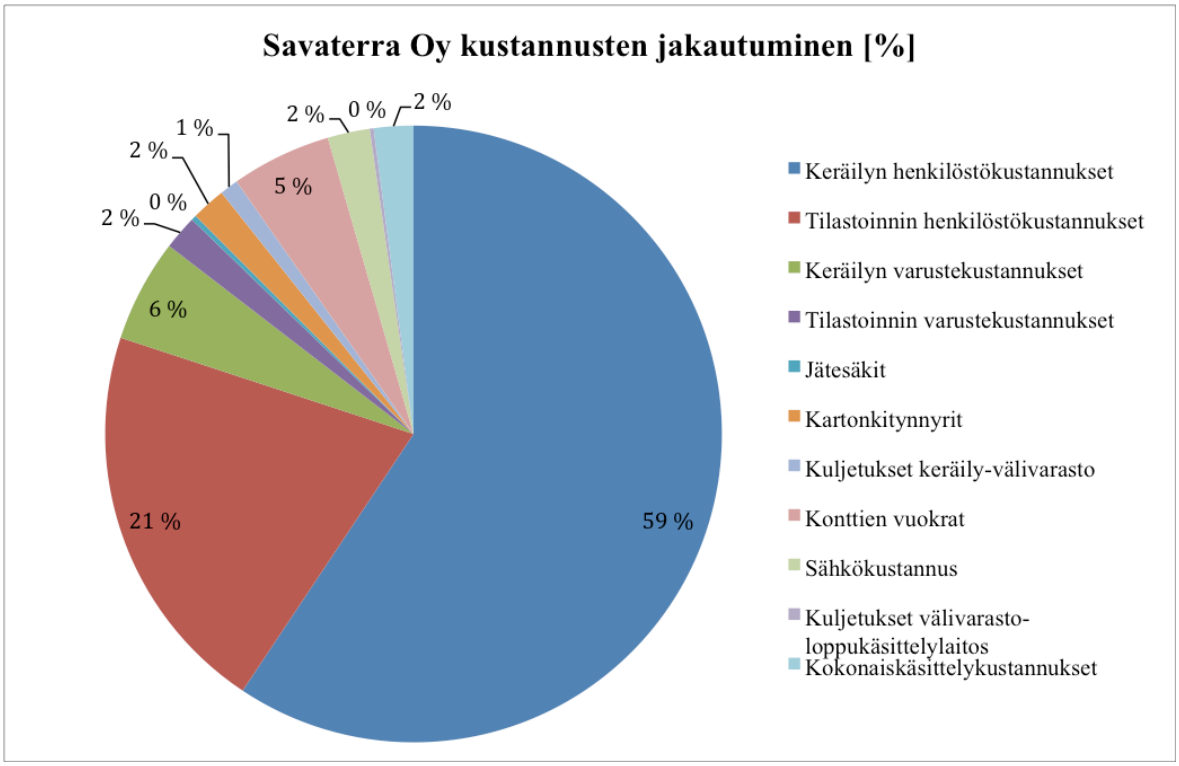
Savaterra Oy:llä käsittelykustannukset ovat eläimille 150 €/t ja varusteille 300 €/t (Uotila 2010b). Kuolleiden eläinten kokonaispaino (68 t) laskettiin kaavalla 20, kartonkitynnyreiden paino (19 t) kaavalla 21 ja varusteiden paino (5,6 t) kaavalla 19. Eläinten ja kartonkitynnyreiden kokonaispaino on 68 t + 19 t = 87 t ja varusteet 5,6 t. Nyt voidaan laskea kokonaiskäsittelykustannukset: 150 €/t × 87 t + 300 €/t × 5,6 t = 14 730 €.

Taulukossa 8 on esitetty kokonaiskustannukset pyöristettynä kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Taulukko 8. Kokonaiskustannukset Savaterra Oy käsittelyvaihtoehto.

Savaterra Oy	[€]
Keräilyn henkilöstökustannukset	430 000
Tilastoinnin henkilöstökustannukset	150 000
Keräilyn varustekustannukset	39 000
Tilastoinnin varustekustannukset	13 000
Jätesäkit	2 000
Kartonkitynnyrit	13 000
Kuljetukset keräily-välivarasto	7 000
Konttien vuokrat	38 000
Kylmäkonttien sähkökustannus	16 000
Kuljetukset välivarasto-termodesorptiolaitos	1 500
Kokonaiskäsittelykustannukset	15 000
Yhteensä	**724 500**

Savaterra Oy:n liikuteltava termodeserptio käsittelymenetelmä oli kolmesta esitellystä vaihtoehdosta halvin. Eroa toiseksi halvimpaan Honkajokeen oli 31 400 € ja Ekokemin vaihtoehtoon hintaeroa oli 74 000 €. Seuraavassa kuvassa (kuva 17) on esitetty kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakauma.



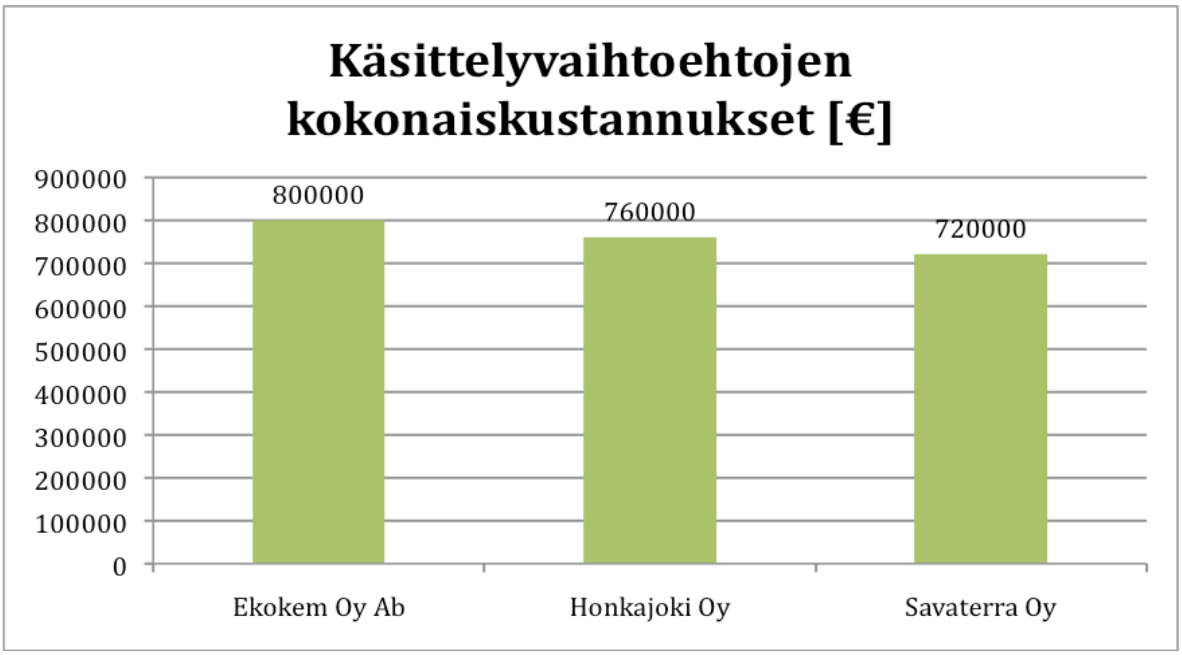
Kuva 17. Savaterra Oy:n käsittelyvaihtoehdon kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakautuminen.

Koska tässä käsittelyvaihtoehdossa kustannuserot löytyvät kuljetuksissa ja loppukäsittelykustannuksissa, ovat kustannusten prosetuaaliset osuudet hyvin samanlaiset Ekokem Oy Ab:n ja Honkajoki Oy:n –käsittelyvaihtoehtojen kanssa. Henkilöstö- ja varustekustannuksista muodostuu peräti 88 % kaikista kokonaiskustannuksista. Konttien vuokrat olivat 5 % kokonaiskustannuksista, mutta tässä käsittelyvaihtoehdossa käsittelykustannukset olivat vain 2 % kokonaiskustannuksista.

9.5 Kuolleiden eläinten käsittelyvaihtoehtojen kustannusvertailu

Kokonaiskustannusvertailussa kolmen eri käsittelyvaihtoehdon väliset kustannuserot ovat selkeät, mutta eivät merkittävät. Suuressa alusöljyvahingossa kustannukset voivat olla sato- ja miljoonia tai jopa yli miljardi euroa (Halonen 2010). Esimerkiksi Exxon Valdezin onnettomuudessa 1989 kokonaiskustannukset olivat 2,5 miljardia US dollaria (Cedre 2006). Tässä suuruusluokassa muutamilla kymmenillä tuhansilla euroilla ei ole suurta merkitystä. Laskuesimerkeissä arvot ovat laskettu euron tarkkuudella, mutta todellisuudessa nyt saadut

arvot voivat olla erilaiset riippuen siitä minkälaisia alkuarvoja käytetään, mutta kustannusten suuruusluokka pysyy samana. Kuvassa 18 on esitetty pylväsdiagrammina kokonaiskustannukset pyöristettynä kahden merkitsevän luvun tarkkuudella:



Kuva 18. Käsittelyvaihtoehtojen kokonaiskustannukset.

Kuvasta huomataan, että Savaterra Oy:n käsittelynkokonaiskustannukset ovat 40 000 € edullisemmat verrattuna Honkajoki Oy:hyn ja 80 000 € Ekokem Oy Ab:en. Honkajoen ja Ekokemin kustannusero on 40 000 €. Käsittelylaitosta valitessa on otettava huomioon, että Savaterra Oy:n siirrettävää termodesorptiolaitosta ei ole taloudellisesti kannattavaa kuljettaa öljyvahinkoalueella, jos käsiteltävät määrät jäävät alle 50 000 t. Honkajoki Oy:n käsittelyvaihtoehdossa varusteita, jätesäkkejä ja kartonkitynnyreitä ei voida käsitellä samassa laitoksessa kuin kuolleet eläimet. Kuljetukset järjestään Honkajoki Oy:n vaihtoehdossa kahteen eri käsittelylaitokseen, siten että Ekokem Oy Ab:lla käsitellään varusteet ja kartonkitynnyrit.

Todellisen alusöljyvahingon sattuessa kuolleiden eläinten käsittelyvaihtoehtoihin vaikuttavat monet muutkin tekijät kuin kustannukset. Esimerkiksi työtä kirjoitettaessa Ekokemillä Riihimäellä ei ollut yhtään vapaana olevaa ongelmajätteenkäsittelykapasiteettia tarjolla. Vastaavasti Honkajoki Oy:llä oli noin 100 t/d vapaata käsittelykapasiteettia tarjolla. Jos alusöljyvahinko sattuisi, on järkevää kartoittaa käsittelylaitosten nykyinen tila ja tulevat suunnitelmat käsittelykapasiteetin suhteen. Lisäksi on järkevää kuormittaa eri

käsittelylaitoksia tasaisesti, koska suuressa öljyonnettomuudessa öljyistäjätettä syntyy todella runsaasti.

9.6 Kustannustarkastelujen epävarmuustekijät

Kustannustarkastelujen epävarmuustekijöillä tarkastellaan kokonaiskustannusten muuttuvia tekijöitä. Eli mistä tekijöistä kustannukset eniten riippuvat. Suurin epävarmuustekijä koko laskennassa on kuolleiden eläinten määrä. Kuten luvussa kolme esitettiin kuolleiden eläinten määrä voi vaihdella kymmenistä aina kymmeniin tuhansiin. Jos laskelmassa arvioitu kuolleiden eläinten määrä kaksinkertaistuu 40 000:en, voidaan karkeasti arvioida, että kustannuksetkin kaksinkertaistuvat. Jätesäkkien, kartonkitynnyreiden, kylmäkonttien, kuljetusten ja loppukäsittelyn kustannukset ovat suoraan riippuvaisia kuolleiden eläinten määrään ja massaan. Tilastoinnin henkilöstö- ja varustekustannuksiin kuolleiden eläinten määrä vaikuttaa samassa suhteessa kuin edellä mainituissa kustannustekijöissä. Tilastointiin kuluva työ on riippuvainen kuolleiden eläinten määrästä. Mitä enemmän tunnistettavia eläimiä sitä enemmän kuluu aikaa ja tarvittavia suojavarusteita. Keräilyn henkilöstökustannukset riippuvat keräilyryhmän nopeudesta tutkia rantoja. Arviona oli, että yksi keräilyryhmä (6 hlö) etenee yhden työpäivän aikana 2 km. Jos eläimiä löydetään runsaasti, kuluu keräilyyn enemmän aikaa ja tällöin eteneminen maastossa hidastuu. Lisäksi rannat voidaan joutua tutkimaan kolme kertaa kahden sijasta. Tämä nostattaa henkilöstökustannuksia työpäivien määrän kasvuna. Keräilyn varustekustannukset lisähaalarien osalta ovat suoraan riippuvaisia käytettyihin työpäiviin.

Lasketuista kokonaiskustannuksista suurimmat kustannukset muodostuivat keräilyn ja tilastoinnin henkilöstökustannuksista. Nämä kustannustekijät muodostavat kaikista kustannuksista Ekokem Oy Ab Riihimäen käsittelyvaihtoehdossa 73 %, Honkajoki Oy käsittelyvaihtoehdossa 77 % ja Savaterra Oy:n käsittelyvaihtoehdossa 80 %. Koska edellä mainitut kustannukset ovat merkittävän suuret prosenteilla mitattuna, ei muiden kustannustekijöiden muuttumisilla ole kovin suurta vaikutusta kokonaiskustannuksiin.

Kuolleiden eläinten keräilyn henkilöstökustannusten alkuarvoksi määriteltiin 20 €/h. Lisäksi jokaisesta henkilöstä aiheutuu muita kustannuksia mm. muonituksen ja henkilökoh-

taisen hygienian osalta 20 €/vrk. WWF kouluttaa vapaaehtoisia öljyntorjuntajoukkoja erilaisiin tehtäviin ja nämä joukot ovat vapaaehtoistyötä, mistä ei makseta erillistä palkkaa. Korvauksia maksetaan tilanteen mukaan, mutta WWF on lupautunut järjestämään ruokailun, varustuksen ja majoituksen (WWF 2009). Alkuarvona oli, että keräilyn henkilöstöresurssitarve on 30 henkilöä. Ekokem Oy Ab Riihimäki versiossa kaksi oletetaan, että keräilyjoukosta puolet (15 hlö) ovat vapaaehtoisia WWF:n kouluttamia henkilöitä ja loput palkallisia pelastuslaitoksen työntekijöitä. Sijoittamalla annetut arvot kaavaan 2, saadaan laskettua skenaarion 2 keräilyn henkilöstökustannukset:

$$K_{\text{ker}\,\ddot{a}ily,kok} = 80\ d \times 30\,hl\ddot{o} \times (\frac{20\,€/h \times 8\ h}{2} + 20\,€/hl\ddot{o}/d) = 240\,000\ €$$

Keräilyn henkilöstökustannukset alenisivat alkuperäisestä 432 000 €:sta 192 000 €, mikä on 44 % pienempi kuin alkuperäinen tulos. Tilastoinnin henkilöstöresurssina käytettiin neljää henkilöä. Jos kahtena apulaisena käytetään vapaaehtoistyöntekijöitä, saadaan yhtälöllä (15) laskettua version 2 tilastoinnin henkilöstökustannukset:

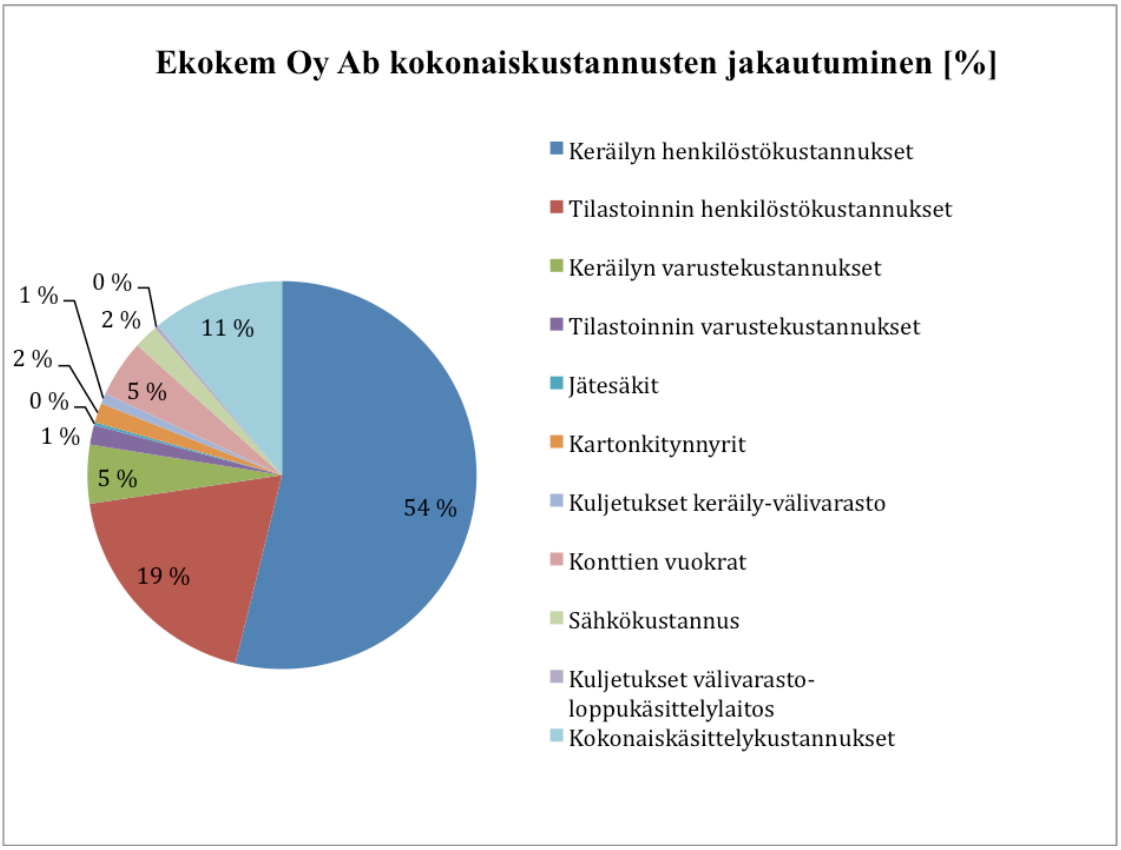
$$K_{tilasto\,\text{int}\,i,kok,versio\ 2} = 208d \times 4hl\ddot{o} \times (\frac{20\,€/h \times 8h/d}{2} + 20\ €/d) = 83200\ €$$

Alkuperäisenä tulokseksi saatiin 149 760 € eli eroa on 66 560 €, mikä on 44 % pienempi. Seuraavassa taulukossa on esitetty Ekokem Oy Ab Riihimäen käsittelyvaihtoehdon kokonaiskustannukset alkuperäisillä ja muutetuilla henkilöstökustannuksilla. Taulukossa esitetyt tulokset ovat pyöristetty kahden merkitsevän luvun tarkkuudella.

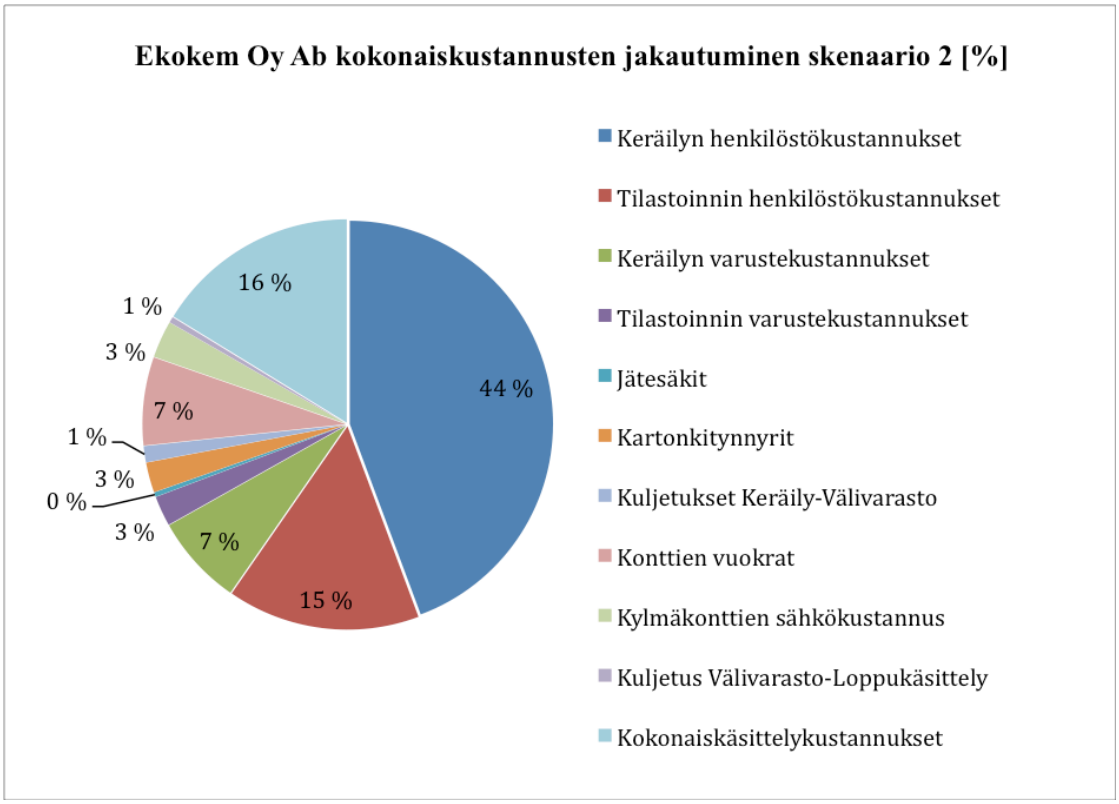
Taulukko 9. Ekokem Oy Ab Riihimäki käsittelyvaihtoehdon kokonaiskustannukset muutetuilla arvoilla.

Ekokem Oy Ab Riihimäki	[€]	[€]
	Alkuperäinen	Skenaario 2
Keräilyn henkilöstökustannukset	430 000	240 000
Tilastoinnin henkilöstökustannukset	150 000	83 000
Keräilyn varustekustannukset	39 000	39 000
Tilastoinnin varustekustannukset	13 000	13 000
Jätesäkit	2 000	2 000
Kartonkitynnyrit	13 000	13 000
Kuljetukset keräily-välivarasto	7 000	7 000
Konttien vuokrat	38 000	38 000
Sähkökustannus	16 000	16 000
Kuljetus välivarasto-loppukäsittely	2 500	2 500
Kokonaiskäsittelykustannukset	88 000	88 000
Yhteensä	**798 500**	**541 500**
Kustannussäästö		**257 000**

Kuten taulukosta 7 huomataan säästöä syntyy 257 000 €, mikä on 32 % halvempi kuin alkuperäinen kokonaiskustannus. Seuraavissa kuvissa 19 ja 20 esitetään kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakautuminen muuttuneilla henkilöstökustannusten arvoilla. Kuvassa 19 on esitetty alkuperäisten arvojen mukaan laskettu prosentuaalinen jakauma ja alemmassa kuvassa 20 on esitetty skenaario 2 eli mukautetuilla arvoilla laskettu kustannuslaskelma.



Kuva 19. Ekokem Oy Ab:n alkuperäisen kustannuslaskelman kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakauma.



Kuva 20. Ekokem Oy Ab:n skenaario 2 kustannuslaskelman kokonaiskustannusten prosentuaalinen jakauma.

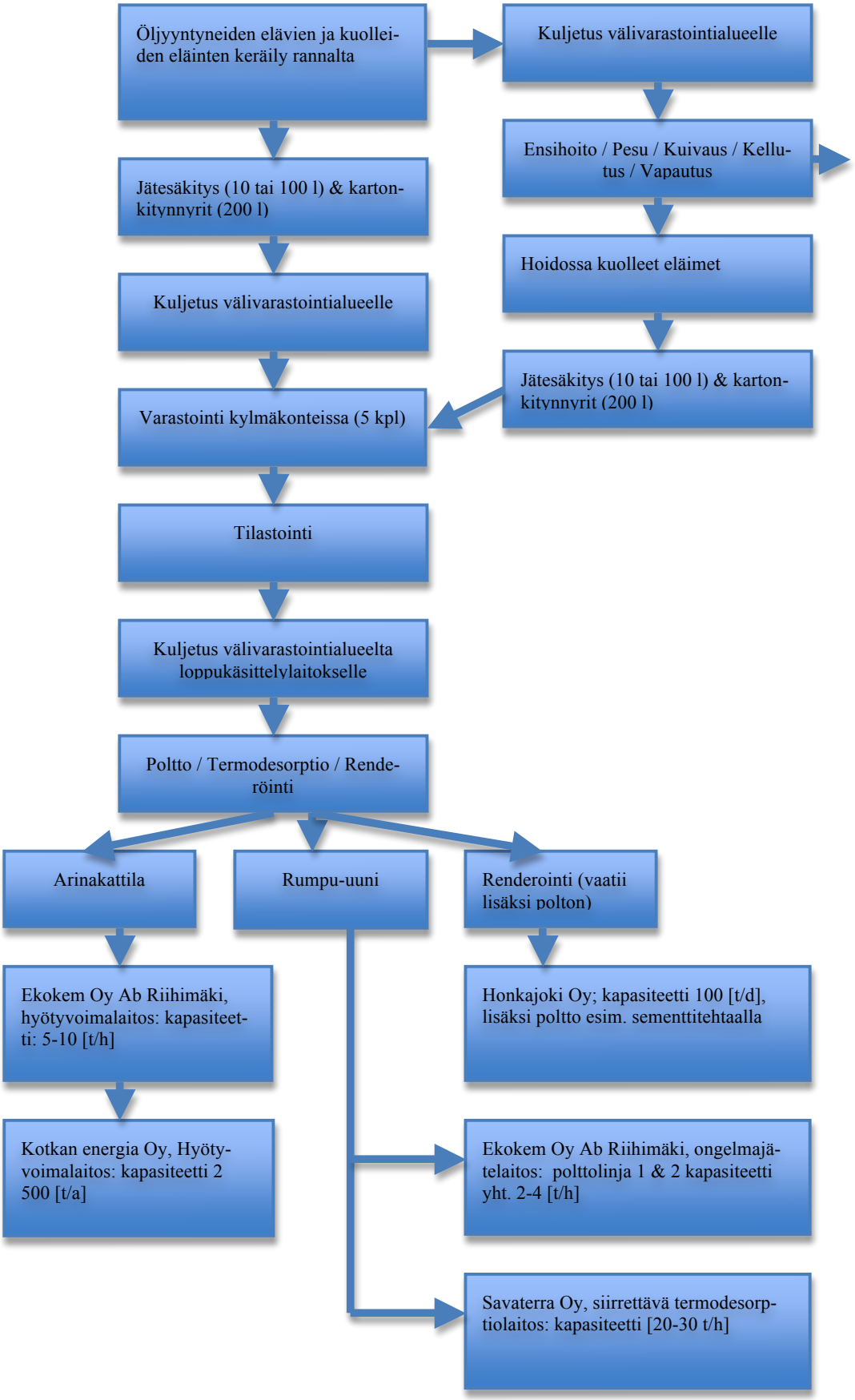
Verrattaessa ylempää ja alempaa prosentuaalista kokonaiskustannusten jakaumaa, voidaan huomata jokaisen kustannustekijän prosentuaalisen osuuden muuttuneen. Suurimmat muutokset olivat keräilyn henkilöstökustannuksissa. Keräilyn henkilöstökutannukset pienenivät 10 % ja tilastoinnin henkilöstökustannukset pienenivät 4 %. Vastaavasti muiden muuttumattomien kustannustekijöiden prosentuaaliset osuudet nousivat muutamilla prosenteilla. Henkilöstökustannusten jälkeen suurin kustannus on kokonaiskäsittelykustannukset. Skenaario 2 kokonaiskäsittelykustannuksen prosentuaalinen osuus kasvoi 5 %. Muiden kustannusten osuus vaihteli 0-4 %. Tarkasteltaessa skenaarion 2 henkilöstökustannusten prosentuaalista osuuttaa, voidaan huomata henkilöstökustannusten olevan 59 % kaikista kustannuksista. Voidaan todeta, että vaikka puolet työvoimasta on lähes ilmaista, ei se muuta radikaalisti henkilöstökustannusten prosentuaalista osuutta.

10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Missään Suomen laissa ei ole varsinaisesti määritelty öljyyntyneitä kuolleita villieläimiä. Suuressa öljyvahingossa kuolleet eläimet luokitellaan ongelmajätteeksi ja omaksi jäteja-keeksi. Lisäksi kuolleissa eläimissä saattaa olla tartuntavaarallisia tauteja. Tämä asettaa kuolleiden eläinten käsittelylle erikoistoimenpiteitä käsittelyn ja hygienian suhteen. Kuol-leille eläimille soveltuvat käsittelytekniikat ovat: arinapoltto, termodesorptio, renderöinti ja erillinen poltto sekä teoriassa leijupetipoltto. Poltossa lämpötila on oltava vähintään kahden sekunnin ajan + 850 °C ja jos jäte sisältää halogenoituja tai orgaaniset aineksia enemmän kuin yksi prosentti kloorina ilmaistuna, on lämpötilaa nostettava + 1100 °C:een vähintään kahden sekunnin ajaksi.

Kuolleille ja eläville eläimille on varattava oma riittävän suuri ja helposti valvottavissa oleva välivarastointialue, mihin on keskitetty eläinten pesu- ja hoitokontit sekä kuolleiden eläinten kylmäkontit. Alueen on oltava tasainen ja asfaltoitu ja hyvien kulkuyhteyksien varrella. Alueella tulee olla valaistus, sähkö- ja vesiliittymät sekä viemäröinti.

Kuvassa 21 on esitetty kuolleiden ja elävien eläinten kokonaiskäsittelyprosessi. Oletuksena on, että öljy on rantautunut ja maastontiedustelut suoritettu.



Kuva 21. Kokonaisprosessi kuolleiden ja elävien eläinten käsittelystä.

Eläviä ja kuolleita eläimiä kerätään ja etsitään samaan aikaan. Elävät eläimet yritetään pelastaa resurssien mukaan ja ne kuljetetaan välivarastointialueelle, missä on eläimille tarkoitetut hoitokontit. Eläinten pesu ja hoito ovat kuitenkin rankka toimenpide, joten hoidossa menehtyneet eläimet viedään välivarastointialueella sijaitseviin kylmäkontteihin odottamaan tilastointia. Löydetyt kuolleet eläimet säkitetään ja laitetaan jätesäkeillä suojattuihin 200 l kartonkitynnyreihin. Kootusti keräysalueilta kuolleet eläimet kuljetetaan kuormaautoilla tai täysperävaunuyhdistelmillä välivarastointialueelle ja sijoitetaan kylmäkontteihin. Tilastoinnissa kuolleet eläimet tunnistetaan ja kirjataan atk-järjestelmään. Kun on saatu riittävä määrä eläimiä tunnistettua, voidaan aloittaa eläinten kuljetus loppukäsittelylaitokselle. Kuvassa esitellyt laitokset voivat käsitellä eläinjätettä heti tai pienin muutoksin normaaliin polttoon nähden öljyvahingon tapahduttua.

Työssä tehdyssä kustannuslaskelmassa laskettiin kustannukset kuolleiden eläinten keräilystä aina loppukäsittelyyn asti. Laskelmassa luotiin esimerkkitapaus ja loppukäsittelyvaihtoehtoina käytettiin kolmea eri käsittelytekniikkaa ja laitosta. Laskelmaan valitut eläinten käsittelylaitokset olivat: Ekokem Oy Ab (rumpu-uuni), Honkajoki Oy (renderöinti) ja Savaterra Oy (siirrettävä termodeserptio). Kustannuslaskelmassa jokainen kustannustekijä laskettiin erillisenä osiona. Taulukossa 10 on esitetty yhteenvetona laskennassa saadut tulokset kolmesta eri käsittelytekniikasta ja käsittelylaitoksesta. Ekokem Oy Ab ja Savaterra Oy pystyvät käsittelemään sekä kuolleet eläimet että varusteet, mutta Honkajoki Oy:n käsittelyvaihtoehdossa öljyiset varusteet ja muut ongelmajätteet kuljetetaan ja käsitellään Ekokem Oy Ab Riihimäen ongelmajätelaitoksella.

Taulukko 10. Kokonaiskustannusten vertailu kahdesta eri loppukäsittelylaitoksesta.

Käsittelylaitos	**Ekokem Oy Ab Riihimäki** [€]	**Honkajoki Oy** [€]	**Savaterra Oy** [€]
Kustannustekijä			
Keräilyn henkilöstökustannukset	430 000	430 000	430 000
Tilastoinnin henkilöstökustannukset	150 000	150 000	150 000
Keräilyn varustekustannukset	39 000	39 000	39 000
Tilastoinnin varustekustannukset	13 000	13 000	13 000
Jätesäkit	2 000	2 000	2 000
Kartonkitynnyrit	13 000	13 000	13 000
Kuljetukset Keräily-Välivarasto	7 000	7 000	7 000
Konttien vuokrat	38 000	38 000	38 000
Kylmäkonttien sähkökustannus	16 000	16 000	16 000
Kuljetus välivarasto-käsittelylaitos	2 500	10 000	1 500
Kuljetus välivarasto-Ekokem Riihimäki (varusteet)	0	900	0
Kokonaiskäsittelykustannukset	88 000	37 000	15 000
Yhteensä	**798 500**	**755 900**	**724 500**

Halvimmaksi vaihtoehdoksi muodostui Savaterra Oy ja siirrettävä termodesorptiolaitos. Kuitenkaan kokonaiskustannusten väliset erot eivät ole merkittävät suuressa alusöljyvahingossa. Taulukossa on huomioitava se, että suurin osa kustannuksista pysyy samana, riippumatta siitä missä kuolleet eläimet loppukäsitellään. Erovaisuudet kustannuslaskelmassa tulevat kuljetuskustannuksista välivarastointialueelta loppukäsittelylaitokselle sekä eläinjätteen ja varusteiden käsittelykustannuksista.

Johtopäätöksinä voidaan todeta, että nyt saatujen tulosten perusteella kuolleiden eläinten käsittelystä aiheutuvat kokonaiskustannukset ovat alle promillen luokkaa suuren alusöljyvahingon kokonaiskustannuksista. On arvioitu, että kokonaiskustannukset 30 000 t alusöljyvahingossa ovat noin miljardi euroa. Työn alussa eri palavereissa esitettiin monenlaisia näkemyksiä eläinten tilastoinnin tarpeellisuudesta ja siihen kuluvista ylimääräisistä henkilöstö- ja varusteresursseista sekä kustannuksista. Esimerkkilaskelmassa tieto kuolleiden eläinten määrästä ja lajeista maksaa 220 000 € eli noin 30 % kuolleiden eläinten käsittelyn kokonaiskustannuksista. Öljyvahingon sattuessa, on tapauskohtaisesti mietittävä miten elävien ja kuolleiden eläinten kanssa toimitaan ja miten käsittely hoidetaan.

Jatkotutkimuksina voitaisiin selvittää, miten nyt esitetty toimintamalli soveltuisi Saaristomeren, Selkämeren ja Merenkurkun alueille. Edellä mainitut alueet tuovat erilaisia haasteita kuolleiden eläinten käsittelylle, välivarastoinnille, kuljetuksille ja loppukäsittelylle, kos-

ka Pohjanlahden alue on huomattavasti laajempi kuin SÖKÖ II –alueena oleva Suomenlahti.

Vastaavia tutkimuksia ei tullut esille diplomityötä tehdessä, joten siinä mielessä työ ja SÖKÖ II-projekti on ainutlaatuinen Suomessa. Työn tuloksia tullaan hyödyntämään myöhemmin valmistuvassa SÖKÖ II –toimintamanuaalissa, missä on laadittu toimintamallit Itä-Uudenmaan, Helsingin ja Länsi-Uudenmaan pelastustoimialueille Suomenlahdella tapahtuvan vakavan alusöljyvahingon varalle.

LÄHTEET

2000/76/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 4.12.2000 jätteenpoltosta [verkkodokumentti]. EYVL N:o L 332, 28.12.2000 [viitattu 17.8.2009]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://eurlex. europa.eu/LexUriServ/site/fi/oj/2000/l_332/l_33220001228fi00910111.pdf.

2002/1774/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 3.10.2002 muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveyssäännöistä [verkkodokumentti]. EYVL N:o L 273, 10.10.2002 [viitattu 17.8.12.2009]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://wwwb.mmm.fi/el/laki/h/02002R1774-20070724-fi.pdf.

2002/1774/EY Liite 4. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 3.10.2002 muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveyssäännöistä [verkkodokumentti]. EYVL N:o L 273, 10.10.2002 [viitattu 20.8.12.2009]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://wwwb.mmm.fi/el/laki/h/02002R1774-20070724-fi.pdf.

A.28.6.1993/635. Valtioneuvoston asetus aluksista aiheutuvan ympäristön pilaantumisen ehkäisemisestä. [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 2.11.2009]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19930635.

A 22.12.1993/1390. Jäteasetus [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 16.8.2009]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931390.

A 28.11.2000/1022. Maa- ja metsätalousministeriön asetus eläinjätteen käsittelystä [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 16.8.2009]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20001022.

A 18.2.2000/169. Ympäristönsuojeluasetus [FINLEX – Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 22.8.2009]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000169.

Cedre. 2006. Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accident Water Pollution [Cedren www-sivuilla]. Päivitetty 2006 [viitattu 29.10.2009]. Saatavissa: http://www.cedre.fr/index-en.php

Danish Emergency Management Agency. 2001. The oil pollutin from the ”Baltic Carrier” incident – Cross-body evaluation an report of experience. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 17.4.2010]. 8 s. Saatavissa PDF-tiedostona: www.brs.dk/folder/groensund/GroensundUk.pdf.

Davies Elizabeth. 2006. Estonian oil spill threatens 35,000 birds. The Independent digital newspaper. [Verkkojulkaisu]. Päivitetty 7.2.2006 [viitattu 12.4.2010]. Saatavissa: http://www.independent.co.uk/environment/estonian-oil-spill-threatens-35000-birds-465821.html.

Ekman Ivar. 2006. Free Flow: Plugging up potential for oil spill in Europe. The New York Times digital newspaper. [Verkkojulkaisu]. Päivitetty 8.2.2006 [viitattu 12.4.2010]. Saatavissa: http://www.nytimes.com/2006/02/08/business/worldbusiness/08iht-transcol9.html?_r=3.

Ekokem. 2008a. Oikeat astiat turvalliseen pakkaamiseen. [Verkkodokumentti]. [viitattu 4.11.2009]. 8 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.ekokem.fi/files/attachments/yhtioiden_esitemateriaali/astiaesite_2008_a4_k.pdf.

Ekokem. 2008b. Hyödyntämis- ja käsittelyprosessit. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2010]. 10 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.ekokem.fi/files/attachments/yhtioiden_esitemateriaali/ekokemprosessifin2208.pdf.

Ekokem. 2010. Riihimäen tuotantolaitosten käsittelykapasiteetit. [Ekokemin www-sivuilla]. [Viitattu 6.4.2010] Saatavilla: http://www.ekokem.fi/portal/fi/ekokemyhtiot/kasittelyprosessit/ongelmajatteiden_kasittelyprosessit/riihimaen_tuotantolaitoksen_kasittelykapasiteetit/.

Energiamarkkinavirasto. 2010. Sähkön hinta. [Energiamarkkinaviraston www-sivuilla]. [Viitattu 16.2.2010]. Saatavissa: http://www.energiamarkkinavirasto.fi/select.asp?gid=67&pgid=67.

Etelä-Savon ympäristökeskus. 2004. Päätös [verkkodokumentti]. Dnro ESA-2003-Y- 26-121. Annettu 14.1.2004 [viitattu 6.4.2 10]. 32 s. + liitt. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.environment.fi/download.asp?contentid=18172&lan=fi.

Flaaming Oy. 2009. Jätehuolto ja ympäristötuotteet hinnasto 1.7.2009. [Flaaming www-sivuilla] Päivitetty 1.7.2009 [viitattu 5.2.2010]. 5 s. Saatavissa: http://www.flaaming.fi/docs/ovh_hinnasto_13072009.pdf.

Gerdmans Oy. 2010. Yrityskalusteet. [Gerdmansin www-sivuilla]. [Viitattu 4.4.2010]. Saatavilla: http://www.gerdmans.fi/shop/product/M8128/Kansitynnyri.html?article=760041&article=760042&article=760043&article=760044&js=true.

Google maps Suomi. 2010. Sähköinen karttapalvelu. [Googlen www-sivuilla]. [Viitattu 20.2.2010]. Saatavissa: http://maps.google.fi/maps?ct=reset.

Halonen Justiina. 2007. SÖKÖ - Toimintamalli suuren öljyntorjuntaoperaation koodinointiin rannikon öljyntorjunnasta vastaaville viranomaisille - Kymenlaakson pelastustoimialueelle laadittu toimintamalli itäisellä Suomenlahdella tapahtuvan merkittävän öljyonnettomuuden varalle. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja - sarja A 15. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. [Viitattu 13.5.2009]. 155 s. + liitt. 45 s. ISBN 978-952-5214-93-2. ISSN 1239-9086.

Halonen Justiina. 2010. Alusöljyvahinko ja sen torjunta. Mt MERIOIL vuotaa -miljoonat vaarassa! Yleisöluento KyAMK Kotka. 9.3.2010.

Helle Inari. 2010. Mustan horisontin kirous – öljyn vaikutukset meriluonnossa. Mt MERIOIL vuotaa -miljoonat vaarassa! Yleisöluento KyAMK Kotka. 9.3.2010.

Hermetel Oy. 2010. Pakastekontin sähkönkulutus. [Hermetel Oy:n www-sivuilla]. [Viitattu 16.2.2010]. 4 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.hermetel.com/files/243_Konttiesite.pdf.

Hietala Mari. 2008. Neljännes Venäjän öljyntuotannosta kuljetetaan Suomenlahden kautta. Ympäristö-lehden Tilastot 7/2008. Suomen ympäristökeskus ympäristövahinkoyksikkö. [Viitattu 18.5.2009]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=303401&lan=fi&clan=fi%20#a0.

Hietala, Meri ja Lampela, Kari. 2007. Öljyntorjuntavalmius merellä [pdf-dokumentti]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 15.12.2009]. 43 s. ISBN 978-952-11-2913-1. ISSN 1796-1637. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=77247&lan=fi.

Honkajoki Oy. 2008. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma [pdf-dokumentti]. [päivitetty 14.9.2009] [viitattu 5.4.2010]. 38 s. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=290977&lan=fi&clan=fi.

Huhtinen Markku et al. 2000. Höyrykattilatekniikka. 5. painos. Helsinki: Oy Edita Ab. 379 s. ISBN 951-37-3360-2.

Hupponen Mari. 2007. Öljyvahinkojätteiden käsittely Kymenlaakson alueella alusonnettomuuden jälkeen. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energia- ja ympäristötekniikan osasto. [Viitattu 19.5.2009]. 176 s. + 1 liite. Saatavissa PDF-tiedostona: https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/30024/TMP.objres.588.pdf?sequence=1.

Hämeen ympäristökeskus. 2006. Ympäristölupapäätös (epävirallinen). [verkkodokumentti]. Dnro HAM-2004-Y-434-111. Nro YSO/59/2006. Annettu julkipanon jälkeen 20.4.2006 [viitattu 16.4.2010]. 68 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=49833&lan=fi.

IFAW. 2008. International Fund for Animal Welfare. [IFAW:n www-sivuilla]. Päivitetty 2008 [viitattu 15.12.2009]. Saatavissa: http://www.ifaw.org.

Ironsec. 2010. Ammattilaisen väline ja varustetukku. [Ironsec:n www-sivuilla]. Päivitetty 2006 [viitattu 15.2.2010]. Saatavissa: http://www.ironsec.fi/webmarket/product_info.php/cPath/811_815_821/products_id/6333.

IBRRC. 2006. International Bird Rescue Research Center. [IBRRC:n www-sivuilla]. Päivitetty 1.3.2006 [viitattu 13.4.2010]. Saatavilla: http://www.ibrrc.org/estonia-06.html.

IBRRC. 2010. International Bird Rescue Research Center. [IBRRC:n www-sivuilla]. Päivitetty 2010 [viitattu 28.3.2010]. Saatavilla: http://www.ibrrc.org/spill_history_2000-05.html.

ITOPF. 2009. Fate of Oil Spills. [ITOPF:n www-sivuilla]. Päivitetty 2009 [viitattu 3.11.2009]. Saatavissa: http://www.itopf.com/marine-spills/fate/.

Itämeriportaali. 2009. [Itämeriportaalin www-sivuilla]. [Viitattu 8.6.2009]. Saatavissa: http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/uhat/oljyonnettomuudet/fi_FI/oljyonnettomuudet/.

Jokinen Toni (toim.) 2006. Öljyyntyneiden eläinten hoito. [verkkodokumentti]. WWF Suomen raportti nro 24. Helsinki: WWF. Päivitetty 2006 [viitattu 28.3.2010]. 24 s. ISBN 952-5242-14-5. ISSN 0788-0804. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/lintuopas_06_suomi.pdf.

Jätelaitosyhdistys. 2006. Energiahyödyntäminen. [Yhdistyksen www-sivuilla]. [Viitattu 10.4.2010]. Saatavissa: http://www.jly.fi/energia33.php?treeviewid=tree3&nodeid=33.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2004. Ympäristölupapäätös. [verkkodokumentti]. Dnro KAS-2004-Y-10-131. Nro A1065. Annettu 24.5.2004 [viitattu 17.8.2009]. 15 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.syke.fi/download.asp?contentid=17647&lan=fi.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2009. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma. Taustaraportti. Jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa. [verkkodokumentti]. Kaakkois-Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 1/2009. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 3.11.2009]. 142 s. (PDF ISBN 978-952-11-3566-8). (Verkkojulkaisuna ISSN 1796-1823). Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=114267&lan=fi.

Kuljetusliike Koivisto Oy. 2010. Toimistokontin vuokraus. [iRent verkkopalvelun www-sivuilla]. [Viitattu 16.2.2010]. Saatavissa: http://www.irent.fi/product/show/5778/Toimistokontti.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2009. Kymenlaakson Jäte Oy:n toiminnot. [Kymenlaakson Jätteen www-sivuilla]. [Viitattu 20.8.2009]. Saatavissa: http://www.kymenlaaksonjate.fi/toiminnot

L 4.2.2000/86. Ympäristönsuojelulaki [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 20.8.2009]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086.

L 13.6.2003. Pelastuslaki [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 2.11.2009]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030468

Laine-Ylijoki Jutta et al. 2005. Yhdyskuntajätteiden termisen käsittelyn kuonista ja tuhkista hyötykäytettäviä ja loppusijoitettavia tuotteita [verkkodokumentti]. VTT tiedotteita 2291. Espoo: VTT. [Viitattu 10.4.2010]. 79 s. + liitt. 4 s. ISBN 951-38-6547-9. (Painettuna ISBN 951-38-6546-0). ISSN 1455-0865 (Painettuna ISSN 1235-0605). Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2291.pdf.

Lehmuskoski Antti (toim.) 2006. Öljyntorjuntaopas - Ohjeita öljyyntyneiden rantojen puhdistamiseksi [verkkodokumentti]. WWF Suomen raportti nro 19. 2. painos. Helsinki: WWF. Päivitetty 2006 [viitattu 4.11.2009]. 16 s. ISBN 952-5242-09-9. ISSN 0788-0804. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/oljyntorjuntaopas_suomi_2painos.pdf.

Lounais-Suomen ympäristökeskus. 2006. Turun jätteenpolttolaitokselle ympäristölupa [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Julkaistu 28.3.2006 [viitattu 10.5.2010]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=176994&lan=fi.

LuontoPortti. 2010. Suomen luontoa ja lajistoa. [Luontoportin www-sivuilla]. [Viitattu 16.2.2010]. Saatavissa: http://www.luontoportti.com/suomi/fi/.

Mattila Jan. 2009a. BCU-wiki. Maastoryhmä. [Helsingin yliopiston wiki]. [Intranet]. Päivitetty 26.3.2009 [viitattu 28.10.2009]. Saatavissa: Intranet Helsingin yliopiston käytössä, vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan.

Mattila Jan. 2009b. BCU-wiki. Yleisvaatimuksia lintujen hoitokonteille. [Helsingin yliopiston wiki]. [Intranet]. Päivitetty 28.7.2009 [viitattu 29.10.2009]. Saatavissa: Intranet Helsingin yliopiston käytössä, vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan.

Mattila Jan. 2009c. BCU-wiki. Jätehuolto. [Helsingin yliopiston wiki]. [Intranet]. Päivitetty 29.7.2009 [viitattu 28.10.2009]. Saatavissa: Intranet Helsingin yliopiston käytössä, vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan.

Mroueh Ulla-Maija et al. 2004. Pilaantuneiden maiden kunnostushankkeiden hallinta [verkkodokumentti]. VTT tiedotteita 2245. Espoo: VTT. [Viitattu 13.10.2009]. 318 s. + liitt. 44 s. ISBN 951-38-6469-3 (Painettuna: ISBN 951-38-6468-5). ISSN 1455-0865 (Painettuna: ISSN 1235-0605). Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2245.pdf.

Nljkamp Hugo. 2010. Wildlife response in Estonia. [WWF:n järjestämä seminaariesitys]. [Viitattu 12.4.2010]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/3_Estonia_spill.pdf.

Nurminen Vesa. 2009. Luonnonvaraisten eläinten käsittely ja pyydystys. [WWF koulutusmateriaali]. [Viitattu 26.10.2009]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/Elainpelastus%20Vesa%20Nurminen.pdf.

Pakkaus Piippo Oy. 2009. Kartonkitynnyrit. [Pakkaus-Piippo Oy:n www-sivuilla]. [Viitattu 4.11.2009]. Saatavissa: http://www.piippopack.com/tuotteet/tynnyrit/.

Partila Mikko. 2010. Öljyvahingon seurauksena rantautuvan öljyn lajitteluohjeiston muodostaminen. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan koulutusohjelma. [Viitattu 30.3.2010]. 107 s. + 1 liite. Saatavissa PDF-tiedostona: https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/61601/nbnfi-fe201004271724.pdf?sequence=3.

Pascale Melinda. 2008. SÖKÖ II hankkeen esittely. [WWF koulutusmateriaali]. [Viitattu 30.5.2009]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/Pascale%20OT%20SOKO%20241108.pdf.

Penttinen Riina. 2001. Maaperän ja pohjaveden kunnostus - Yleisimpien menetelmien esittely [verkkodokumentti]. Suomen ympäristökeskuksen moniste 227. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Julkaistu elokuussa 2001 [viitattu 14.10.2009]. 51 s. ISBN 952-11-0943-2. ISSN 1455-0792. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12461&lan=fi.

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

Rantala, J. SÖKÖ II-hankkeen toimialue [Kuva]. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun SÖKÖ II-hankkeen kuva-arkisto. [Viitattu 17.11.2009]. Saatavissa: http://picasaweb.google.fi/sokoteam/MoodlenKuvagalleria#5176847272585378402.

Simo Saukko Trading. 2010. Saukkosales – muovialan tuotteiden tukkukauppa. [Saukkosales www-sivuilla]. [Viitattu 3.4.2010]. Saatavissa: http://www.saukkosales.fi/index.php?page=shop.browse&category_id=4&option=com_virtuemart&Itemid=1&vmcchk=1&Itemid=1&gclid=CPbxqJ7J66ACFcOS3wod40aMHw.

SFS 3649. 1976. Kuormalava 1 000 mm × 1 200 mm. Päämitat. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 1 s.

SFS 3650. 1976. EUR-lava 800 mm × 1 200 mm. Päämitat. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 1 s.

Siitonen Mika. 2009. Liikuteltava lintujen hoitoyksikkö. [WWF koulutusmateriaalia]. [Viitattu 31.10.2009]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/BCU%20Mika%20Siitonen.pdf.

Soil Recovery A/S. 2010. Incineration plants. [Soil Recover A/S www-sivuilla]. [Viitattu 17.4.2010] Saatavissa: http://www.soil-recovery.dk/incineration.html.

Stèn Sirje. 2009. Valtakunnalliset hyötykäyttötavoitteet ja polttolaitoshankkeet. [Valtakunnalliset jätteen hyötykäyttöpäivät]. Lappeenranta. 12 s. [Viitattu 15.12.2009]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.lut.fi/fi/jatepaivat/program/Sivut/Default.aspx

Suomen Tieto Toimisto. 2009. Suomenlahden öljykuljetusten kasvu taittui. Keskisuomalainen [verkkolehti]. Päivitetty 23.2.2009 [viitattu 25.5.2009]. Saatavissa: http://www.ksml.fi/uutiset/talous/suomenlahden-%C3%B6ljykuljetusten-kasvu-taittui/369249.

Suomen Varastokontti Oy. 2010. Pakastekontti. [Suomen Varastokontti Oy:n www-sivuilla]. [Viitattu 30.1.2010]. Saatavissa: http://www.varastokontti.fi/index.php?option=com_virtuemart&Itemid=33.

Suomen ympäristökeskus. 2009a. Öljyn vaikutukset meriympäristöön [valtion ympäristöhallinnonverkkopalvelu]. Päivitetty 7.9.2009 [viitattu 3.11.2009]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=179244&lan=fi.

Suomen ympäristökeskus. 2009b. Öljy- ja kemikaalivahinkojen torjunta merialueilla. [valtion ympäristöhallinnonverkkopalvelu]. Päivitetty 31.12.2009 [viitattu 3.1.2010]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=645&lan=fi.

Suomen ympäristökeskus. 2009c. Suomenlahden erityispiirteet. [valtion ympäristöhallinnonverkkopalvelu]. Päivitetty 23.4.2009 [viitattu 25.1.2010]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=167042

SÖKÖ II. 2009. Hankekuvaus [SÖKÖ www-sivuilla]. Päivitetty 20.5.2009 [viitattu 30.5.09]. Saatavissa: http://www.kyamk.fi/KyAMK/Toimialat%20ja%20osaamisalat/Tekniikka,%20metsä%20ja%20liikenne/Merenkulku%20ja%20logistiikka/Tutkimus-%20ja%20kehitystoiminta/Käynnissä%20olevat%20hankkeet/SÖKÖ%20II%202007-2011/Toteutus%20ja%20tulokset.

Tanskanen Anna-Liisa. 2007. Öljyalusonnettomuuksissa syntyvien jätteiden käsittelyn sääntely. Pro gradu -tutkielma. Joensuun yliopisto: Kauppa- ja oikeustieteellinen tiedekunta, Ympäristöoikeus. [Viitattu 13.8.2009]. 90 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/environment/research/projects/oswat/Documents/Lainsaadantoselvitys.pdf.

Tenhunen Mira. 2006. Findest Protein työstää eläinten raadot rehunjatkeeksi ja polttoaineeksi. [Puuliiton Särmä –julkaisu]. [Viitattu 6.4.2010]. Saatavissa: http://puuliitto.fi/index.php?m=6&s=1&d=4&id=1996.

Tolvanen Petteri. 2009. Öljyvahingolle todennäköisimmin altistuvia lajeja. [WWF:n koulutusmateriaali]. [Viitattu 15.10.2009]. 12 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/Lajit%20Petteri%20Tolvanen.pdf.

Turun seudun jätehuolto Oy. 2010. Yrityksen www-sivuilla. [Viitattu 6.4.2010] Saatavissa: http://www.turunseudunjatehuolto.fi/orikedon_vastaanottoasema.

Ust-Luga. 2009. [Ust-Lugan www-sivuilla]. [Viitattu 8.6.09]. Saatavissa: www.ust-luga.ru.

Vesanto Petri. 2006. Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) vertailuasiakirjankäyttö suomalaisessa toimintaympäristössä - Jätteenpolton BREF 2006 [verkkodokumentti]. Suomen ympäristö 27/2006. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Julkaistu elokuussa 2006 [viitattu 12.10.2009]. 101 s. ISBN 952-11-2309-5 (Painettuna: ISBN 952-11-2308-7). ISSN 1796-1637 (Painettuna: ISSN 1238-7312). Saatavissa

PDF-tiedostona: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=54918&lan=FI

Vincent Gilles et al. 2001. Accident of the oil tanker ” Baltic Carrier” off the Danish coastline. Final report. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 17.4.2010]. 10 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://ec.europa.eu/echo/civil_protection/civil/marin/reports_publications/baltic_carrier_report.pdf.

VNa 15.5.2003/362. Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta. [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu15.4.2010]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030362.

VNp 4.9.1997/861. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista. [FINLEX – Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 15.4.2009]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861.

VTT. 2004. Lipasto laskentajärjestelmä. Transpoint Cargo Oy ent. Combitrans Oy ympäristötaseen laskentajärjestelmän materiaali. [Viitattu 3.11.2009]. Saatavissa: Intranet Transpoint Cargo Oy:n käytössä, vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan.

WWF. 2009. Öljyntorjuntajoukot. [WWF:n www-sivuilla]. Päivitetty 18.2.2009 [viitattu 31.4.2010].Saatavissa: http://www.wwf.fi/ymparisto/meret_sisavedet/oljyntorjuntajoukot/liittyminen.html.

Ympäristöhallinto. 2009a. Ympäristölupa. [Suomen Ympäristökeskuksen www-sivuilla]. Päivitetty 11.6.2009 [viitattu 12.8.2009]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=300&lan=fi.

Ympäristöhallinto. 2009b. Loukkaantuneet ja kuolleet eläimet - toimintaohjeita. [Suomen Ympäristökeskuksen www-sivuilla]. Päivitetty 8.7.2009 [viitattu 3.4.2010]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9048&lan=fi

Ympäristöministeriö. 2007. Ympäristösuojelulainsäädäntö. [Ympäristöministeriön www-sivuilla]. Päivitetty 8.5.2007 [viitattu 12.8.2009]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=43482&lan=fi.

Suulliset lähteet, sähköpostiviestit ja palaverit

Asikainen Asta. 2009. Ylitarkastaja. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Puhelinhaastattelu 19.11.2009.

Haantaus Markku. 2009. Materiaalipäällikkö. Sita Oy. Puhelinhaastattelu 3.11.2009.

Lindbäck Anders. 2010. Head of Sales. Sita oy. Puhelinhaastattelu 28.1.2010.

Kultalahti Matti. 2010. Myyntipäällikkö. Honkajoki Oy. Puhelinhaastattelu 7.4.2010.

Känkänen Pauli. 2010. Myyntipäällikkö. Ekokem Oy Ab Riihimäki. Puhelinhaastattelu 28.1.2010.

Metsäranta Heikki. 2010a. Tuotantojohtaja. Ekokem Oy Ab Riihimäki. Sähköpostiviesti 29.1.2010.

Metsäranta Heikki. 2010b. Tuotantojohtaja. Ekokem Oy Ab Riihimäki. Puhelinhaastattelu 14.5.2010.

Nurminen Vesa. 2009a. Ylipalomies. Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Viranomaispalaveri 16.6.2009.

Nurminen Vesa. 2009 b. Ylipalomies. Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 27.10.2009.

Nurminen Vesa. 2009 c. Ylipalomies. Helsingin kaupungin pelastuslaitos. Sähköpostiviesti 23.11.2009.

Palo Taito. 2009a. Kaupungineläinlääkäri. Kotkan kaupunki. Puhelinhaastattelu 23.10.2009.

Palo Taito. 2009b. Kaupungineläinlääkäri. Kotkan kaupunki. Puhelinkeskustelu 26.10.2009.

Repo Elina. 2010. Energiainsinööri. Kotkan Energia Oy. Puhelinhaastattelu 18.1.2010.

Tani Mauri. 2009. Tarkastaja. Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus. Puhelinhaastattelu 21.10.2009.

Uotila Jussi. 2010a. Tekninen johtaja. Savaterra Oy. Puhelinhaastattelu 29.1.2010.

Uotila Jussi. 2010b. Tekninen johtaja. Savaterra Oy. Puhelinhaastattelu 14.5.2010.