

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Energia- ja ympäristötekniikan osasto

DIPLOMITYÖ

**ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN KÄSITTELY KYMENLAAKSON ALUEELLA
ALUSONNETTOMUUDEN JÄLKEEN**

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen

Diplomi-insinööri Mika Luoranen

Ohjaaja: Professori Mika Horttanainen

Lappeenrannassa 16.5.2007

Mari Hupponen

Korpisuonkatu 14 B 5

53850 Lappeenranta

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Energia- ja ympäristötekniikan osasto

Mari Hupponen

Öljyvahinkojätteen käsittely Kymenlaakson alueella alusjonnettomuuden jälkeen

Diplomityö

2007

176 sivua, 20 kuvaa, 52 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Professori Mika Horttanainen
Diplomi-insinööri Mika Luoranen

Hakusanat: tankkeri, öljyisen jätteen käsittely, öljyonnettomuus, öljypäästö, öljyvahinkojäte

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

Työn tavoitteena oli selvittää Suomenlahdella tapahtuvasta alusöljyvahingosta syntyvän öljyisen jätteen käsittelymahdollisuudet ja -kapasiteetit sekä loppusijoitusmahdollisuudet ja -kapasiteetit Kymenlaakson alueella. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, miten öljyvahinkojätettä voidaan esikäsitellä välivarastoinnin aikana puhdistuksen ja loppusijoituksen tehostamiseksi.

Työn alussa on perehdytty öljyvahinkojätteen muodostumiseen vaikuttaviin tekijöihin: öljylaatujen ominaisuuksiin, öljyn kulkeutumiseen rannalle, ranta- ja saaristomaisemaan, öljyntorjuntaan ja rantojen puhdistamiseen. Työssä on kuvattu öljyvahinkojätteen käsittelymenetelmien periaatteet ja menetelmien rajoituksia käsitellä öljyvahinkojätettä. Lisäksi työ sisältää tutkimusta Suomen aluevesillä ja maailmalla tapahtuneista öljyonnettomuuksista. Onnettomuuksista on selvitetty erityisesti öljyvahinkojätteen määrä, koostumus ja käsittely.

Työn loppuosassa on esitelty Kymenlaakson alueen laitosten mahdollisuuksia käsitellä öljyvahinkojätettä. Tietoa on kerätty haastatteleamalla puhelimitse laitosten edustajia keväällä 2007. Alueella voidaan polttaa leijupedissä puhtaaseen polttoaineeseen sekoitettua öljyistä orgaanista ainesta ja puhdistustyössä käytettyjä varusteita arviolta 19 000 t/a, homogenoitua öljyistä orgaanista ainesta voidaan polttaa rumpu-uunissa arviolta 1200 t/a. Alueen polttokapasiteetti kasvaa, kun työn aikana rakenteilla oleva jätteenpolttolaitos valmistuu ja jätettä voidaan polttaa laitoksen arinalla. Lisäksi erityisesti öljyisiä maa-aineksia voidaan alipainekäsitellä, bitumistabiloida, kompostoida sekä pestä.

Saadut tutkimustulokset ovat hyödynnettävissä erityisesti Kymenlaakson alueella. Tiedot käsittelymenetelmistä ja niiden rajoitteista ovat hyödynnettävissä valtakunnallisesti.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Department of Energy and Environmental Technology

Mari Hupponen

Oil spill waste treatment in the Kymenlaakso region after a ship accident

Master's thesis

2007

176 pages, 20 figures, 52 tables and 1 appendix

Examiners: Professor Mika Horttanainen
M. Sc. (Tech.) Mika Luoranen

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

The aim of the study was to ascertain the treatment methods, disposal possibilities and capacities in the Kymenlaakso region for the oily waste that developed after an oil spill in the Gulf of Finland. The aim was also to clarify how the oil spill waste could be processed during the intermediate storage to make cleaning and disposal more effective.

In the beginning of the study, the focus is on the factors that affect oil spill waste generation: characteristics of different oils, oil travel to the shoreline, shoreline and island landscapes, oil spill prevention and shoreline cleanup. The principles of the treatment methods of oil spill waste and the methods' limitations in handling the waste are presented in the study. The study also includes research about oil accidents in Finnish territorial waters and around the world. From the spill accidents, especially the volume, composition and treatment of the oily waste are discussed.

In the final part of the study, oil spill waste treatment possibilities in companies in the Kymenlaakso region are presented. Specifications have been collected by interviewing companies' workers by telephone in spring 2007. Oily organic matter and equipment used in cleaning mixed with clean fuel can be burned 19 000 t/a in a fluidized bed in the region, homogenized oily organic matter can be burned 1200 t/a in a rotary kiln. The region's burning capacity will increase when the incineration plant that was under construction during the study is ready and the oil spill waste can be burned on its grate. Also especially oily soil can be treated with soil vapour extraction, stabilization with bitumen, composting and washing.

The results can be applied especially in the Kymenlaakso region. Information about the treatment methods and the methods' limitations can be utilised at a national level.

ALKUSANAT

Diplomityö on tehty Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa. Työ sisältyy yliopiston ”Öljyvahinkojätteiden välivarastointi ja käsittely alussonnettomuuden jälkeen” eli OS-WAT (Oil Spill Waste Treatment) -hankkeeseen. Hankkeen ovat rahoittaneet Kaakkois-Suomen ympäristökeskus ja Kotka-Hamina seudun seutuvaliokunta. Ympäristökeskuksen rahoitus on jakautunut kansalliseen ja EU-rahoitukseen. Ilman myönnettyä rahoitusta en olisi päässyt tekemään diplomityötä näin mielenkiintoisesta ja ajankohtaisesta aiheesta.

Haluan osoittaa kiitokseni hankkeen ohjausryhmälle, jolta olen saanut hyviä neuvoja diplomityön laatimisvaiheessa. Kiitän myös työni tarkastajia Mika Horttanaista ja Mika Luorasta saamistani kommentteista työni aikana. Lisäksi haluan kiittää kaikkia niitä henkilöitä, joihin olen ottanut yhteyttä työn laatimisen aikana. Kaikki ovat suoneet aikaansa tutkimukselle työkiireidensä lomasta.

Haluan esittää erityisen suuren kiitoksen opiskelukavereilleni, jotka ovat saaneet minut viihtymään Lappeenrannassa paremmin kuin olisin ikinä voinut uskoa muuttaessani aivan tuntemattomaan kaupunkiin. Vanhemmilleni kiitos siitä, että ovat antaneet minun tehdä elämässäni omat ratkaisuni ja iso vanhimille iso kiitos, että ovat jaksaneet uskoa minuun.

Pienenä tyttönä vitsailin, että minusta tulee isona diplomi-insinööri. Kukaan ei uskonut. Miten kävikään...

Lappeenrannassa 16.5.2007

Mari Hupponen

SISÄLLYSLUETTELO

KUVALUETTELO	5
TAULUKKOLUETTELO	6
SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO.....	9
1 JOHDANTO	12
1.1 Työn tausta.....	15
1.2 Työn tavoitteet	16
1.3 Työn toteutus.....	18
2 ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN MUODOSTUMISEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	20
2.1 Öljyalaadut.....	20
2.1.1 Raakaöljy	21
2.1.2 Nestekaasu	22
2.1.3 Benssiinit	22
2.1.4 Petroli.....	22
2.1.5 Dieselöljy	23
2.1.6 Kevyt polttoöljy.....	23
2.1.7 Raskas polttoöljy	23
2.1.8 Bitumit	24
2.2 Öljyn kulkeutuminen rannalle.....	24
2.2.1 Leviäminen	25
2.2.2 Haihtuminen.....	27
2.2.3 Emulgoituminen	27
2.2.4 Dispersio	28
2.2.5 Hapettuminen	28
2.2.6 Liukeneminen.....	29
2.2.7 Biohajoaminen	29
2.2.8 Sedimentoituminen.....	30
2.2.9 Talviolosuhteet.....	30
2.3 Itäisen Suomenlahden ranta- ja saaristomaisema.....	30

2.3.1	Kallio- ja louhikkoranta	32
2.3.2	Kivikko- ja soraranta	33
2.3.3	Hiekka- ja hietaranta.....	33
2.3.4	Muita rantoja	33
2.4	Öljyntorjunta merellä.....	34
2.4.1	Öljyntorjunnan eteneminen.....	35
2.4.2	Torjuntakalusto	36
2.4.3	Jääolosuhteet	38
2.5	Öljyyntyneiden rantojen puhdistaminen.....	38
2.5.1	Vapaaehtoiset öljyntorjuntajoukot	40
2.5.2	Öljyntorjuijen suojarusteet	40
2.5.3	Rantojen puhdistaminen käsin	41
2.5.4	Rantojen puhdistaminen koneilla	41
2.5.5	Rantojen viimeistelypuhdistus	43
2.6	Rannoilta muodostuva öljyvähinkojäte	44
3	ÖLJYVÄHINKOJÄTTEIDEN KÄSITTELYMENETELMÄT	45
3.1	In situ -käsittely	47
3.1.1	Luontainen biohajoaminen ja maan käänö	48
3.1.2	Fytoremediaatio.....	50
3.2	Bioremediaatio	51
3.2.1	Kompostoinnin soveltuvuus öljyvähinkojätteelle	51
3.2.2	Auma- ja allaskompostointi	55
3.2.3	Reaktorikompostointi	58
3.2.4	Peltokäsittely	62
3.3	Pesu.....	64
3.3.1	Pesuprosessi	66
3.4	Terminen käsittely	68
3.4.1	Poltto rannalla	69
3.4.2	Poltto voimalaitoksella leijupetikattilassa	70
3.4.3	Poltto jätteenpolttolaitoksella arinakattilassa.....	72
3.4.4	Termodesorptioon perustuva käsittely rumpu-uunissa.....	74
3.4.5	Siirrettävät termodesorptiolaitteistot	78

3.5	Stabilointi ja kiinteytys	80
3.5.1	Sementtistabilointi	82
3.5.2	Bitumistabilointi	83
3.6	Eristys	83
3.7	Huokoskaasukäsittely - Alipainekäsittely	85
3.8	Kuivatus välivarastoinnin yhteydessä	87
3.9	Kaatopaikkakäsittely	87
3.10	Käsittelymenetelmien soveltuvuus öljyvahinkojätteelle	89
4	ÖLJYVAHINKOJÄTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY AIEMMISSA ÖLJYONNETTOMUUKSISSA	90
4.1	Antonio Gramsci 1979	91
4.1.1	Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus	91
4.1.2	Öljyvahinkojätteen käsittely	93
4.2	Antonio Gramsci 1987	94
4.2.1	Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus	95
4.2.2	Öljyvahinkojätteen käsittely	96
4.3	Exxon Valdez 1989	97
4.3.1	Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus	97
4.3.2	Öljyvahinkojätteen käsittely	99
4.4	Nakhodka 1997	100
4.4.1	Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus	100
4.4.2	Öljyvahinkojätteen käsittely	101
4.5	Erika 1999	101
4.5.1	Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus	102
4.5.2	Öljyvahinkojätteen käsittely	103
4.6	Volgoneft 248 1999	106
4.6.1	Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus	106
4.6.2	Öljyvahinkojätteen käsittely	107
4.7	Prestige 2002	108
4.7.1	Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus	109
4.7.2	Öljyvahinkojätteen käsittely	111
4.8	Yhteenveto öljyvahinkojätteiden määristä ja käsittelymenetelmistä	112

5	ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN KÄSITTELYMAHDOLLISUUDET KYMENLAAKSON ALUEELLA	114
5.1	Polttolaitokset.....	115
5.1.1	Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitos - Kotka	116
5.1.2	Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitos - Kotka.....	117
5.1.3	Kymin Voima Oy:n Kuusankosken voimalaitos - Kuusankoski	119
5.1.4	Maxit Oy Ab:n Leca-soratehdas - Kuusankoski	120
5.1.5	Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtaas - Anjalankoski	121
5.1.6	Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtaas - Hamina	124
5.1.7	Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitos - Anjalankoski.....	125
5.2	Kymenlaakson Jäte Oy - Anjalankoski	126
5.3	Ekokem-Palvelu Oy - Anjalankoski.....	128
5.3.1	Alipainekäsittely.....	130
5.3.2	Kompostointi.....	131
5.3.3	Bitumistabilointi.....	133
5.3.4	Siirrettävä pesulaitteisto.....	135
5.4	JT-Ympäristörakentaminen Oy - Anjalankoski	137
5.5	Salvor Oy - Kotka.....	138
5.5.1	Alipainekäsittely.....	138
5.5.2	Siirrettävä stabilointilaitteisto	139
5.5.3	Siirrettävä pesulaitteisto.....	140
5.6	Kaatopaikat	142
5.6.1	Ekokem-Palvelu Oy - Anjalankoski.....	143
5.6.2	Karhulan teollisuuskaatopaikka - Kotka.....	144
5.6.3	Kausalan kaatopaikka - Iitti	144
5.6.4	Kymenlaakson jäte Oy - Anjalankoski.....	144
5.6.5	Salvor Oy - Kotka.....	145
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	146
6.1	Jatkotutkimus	151
	LÄHTEET	154
	LIITE	

KUVALUETTELO

Kuva 1. Kymenlaakson alue.....	17
Kuva 2. ÖljyAADut.....	20
Kuva 3. Säistymisprosesseja	25
Kuva 4. Suomenlahden keskimääräinen virtauskenttä	26
Kuva 5. Esimerkki aumakompostoinnin käsittelyvaiheista	57
Kuva 6. Esimerkki reaktorikompostoinnin käsittelyvaiheista.....	61
Kuva 7. Esimerkki pesuprosessin käsittelyvaiheista	67
Kuva 8. Esimerkki öljyVAhinkojätteen kuljettamisesta voimalaitoksen leijupetikattilaan ..	71
Kuva 9. Esimerkki arinapolttoon perustuvasta jätteenpolttolaitoksesta	73
Kuva 10. Yksinkertaistettu kuva termodesorptioprosessista.....	75
Kuva 11. Esimerkki stabilointiprosessin käsittelyvaiheista	81
Kuva 12. Esimerkki huokoskaasukäsittelystä hallissa.....	85
Kuva 13. Yli 700 tonnin öljyonnettomuuksia vuosina 1970–2005	90
Kuva 14. Antonio Gramscin öljyonnettomuuden jälkeen hyväksytyn Agro-Consultin tarjouksen mukainen polttouuni.....	94
Kuva 15. Exxon Valdezin päästöalueen neljä tärkeintä rantamateriaalia.....	98
Kuva 16. Erikan öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen öljyVAhinkojätteen käsittelylaitos	104
Kuva 17. Volgoneft 248 öljyonnettomuuden seurauksena kerätyn öljyVAhinkojätteen koostumus	107
Kuva 18. Prestigen öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen öljyVAhinkojätteen koostumus	111
Kuva 19. ÖljyVAhinkojätteen käsittelyyn soveltuvien käsittelylaitosten sijainti Kymenlaakson alueella.....	115
Kuva 20. Kymenlaakson alueen kaatopaikat, joille voidaan ottaa vastaan öljyisiä jätteitä	143

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Saaria ja rantaviivaa Kymenlaakson alueen itäisellä Suomenlahdella.....	31
Taulukko 2. Rantamateriaalien likaantumialttiuksia	32
Taulukko 3. Suomen öljyntorjunta-alukset	37
Taulukko 4. Rantavyöhykkeen öljyisyyden arvioiminen	39
Taulukko 5. SAMASE -raja-arvot	45
Taulukko 6. Maaperän öljypitoisuuksien kynns- ja ohjearvot	46
Taulukko 7. Öljyvähinkojätteen luontaisen biohajoamisen tunnuspiirteitä.....	49
Taulukko 8. Öljyvähinkojätteen fytoimediaation tunnuspiirteitä.....	51
Taulukko 9. Öljyvähinkojätteen kompostoinnin tunnuspiirteitä	55
Taulukko 10. Öljyvähinkojätteen auma- ja allaskompostoinnin tunnuspiirteitä.....	58
Taulukko 11. Öljyvähinkojätteen reaktorikompostoinnin tunnuspiirteitä	61
Taulukko 12. Öljyvähinkojätteen peltokäsittelyn tunnuspiirteitä.....	64
Taulukko 13. Öljyvähinkojätteen pesun tunnuspiirteitä	65
Taulukko 14. Rannalla tapahtuvan öljyvähinkojätteen polton tunnuspiirteitä.....	70
Taulukko 15. Leijupetikattilalaitoksen öljyvähinkojätteen polton tunnuspiirteitä.....	72
Taulukko 16. Arinakattilassa tapahtuvan öljyvähinkojätteen polton tunnuspiirteitä	74
Taulukko 17. Öljyvähinkojätteen termodesorptiokäsittelyn tunnuspiirteitä.....	77
Taulukko 18. Öljyvähinkojätteen sementtistabiloinnin tunnuspiirteitä	82
Taulukko 19. Öljyvähinkojätteen bitumistabiloinnin tunnuspiirteitä	83
Taulukko 20. Öljyvähinkojätteen eristyksen tunnuspiirteitä.....	85
Taulukko 21. Öljyvähinkojätteen huokoskaasukäsittelyn tunnuspiirteitä	86
Taulukko 22. Öljyvähinkojätteen kaatopaikkakäsittelyn tunnuspiirteitä.....	88
Taulukko 23. Öljyvähinkojätteille teknisesti soveltuvia käsittelymenetelmiä.....	89
Taulukko 24. Suomenlahden rannikon putsaus Antonio Gramscin öljyonnettomuuden jälkeen	96
Taulukko 25. Rantaviivan öljyisyys Exxon valdezin öljyonnettomuuden jälkeen vuosina 1989–1992.....	98
Taulukko 26. Erikan öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen jätteen käsittely käsittelykeskuksessa	105

Taulukko 27. Erikan öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen jätteen jatkokäsittely	105
Taulukko 28. Volgoneft 248 öljyonnettomuuden likaaman rantaviivan siivous	106
Taulukko 29. Volgoneft 248 öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneiden öljyvahinkojätteiden käsittely.....	108
Taulukko 30. Prestigen öljyonnettomuuden seurauksena Lounais-Ranskassa käytettyjen puhdistusmenetelmien osuuksia	110
Taulukko 31. Prestigen aiheuttama öljyvahinkojättemäärä 5.11.2004.....	110
Taulukko 32. Öljyonnettomuuksien seurauksena aiheutuneita öljyvahinkojättemääriä ja jätteiden käsittelymenetelmiä.....	113
Taulukko 33. Öljyvahinkojätteen polttaminen Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitoksella.....	117
Taulukko 34. Öljyvahinkojätteen polttaminen Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitoksella	118
Taulukko 35. Öljyvahinkojätteen polttaminen Kymin Voima Oy:llä Kuusankoskella....	120
Taulukko 36. Öljyvahinkojätteen polttaminen Leca-soratehtaalla Kuusankoskella	121
Taulukko 37. Öljyvahinkojätteen polttaminen Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtailla.....	123
Taulukko 38. Öljyvahinkojätteen polttaminen Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtailla	125
Taulukko 39. Öljyvahinkojätteen polttaminen Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitoksella.....	126
Taulukko 40. Öljyvahinkojätteen kompostointi Kymenlaakson Jäte Oy:llä.....	128
Taulukko 41. Ekokem-Palvelu Oy:n öljyvahinkojätteen kapasiteettiarvioita ja luparajoja	128
Taulukko 42. Ekokem-Palvelu Oy:n uuden käsittelykeskuksen öljyvahinkojätteen käsittelykapasiteettiarvioita ja luparajoja.....	129
Taulukko 43. Öljyvahinkojätteen alipainekäsittely Ekokem-Palvelu Oy:llä.....	131
Taulukko 44. Öljyvahinkojätteen kompostointi Ekokem-Palvelu Oy:llä.....	133
Taulukko 45. Öljyvahinkojätteen käsittely Ekokem-Palvelu Oy:n siirrettävällä sekoitusasemalla bitumistabiloimalla	134
Taulukko 46. Öljyvahinkojätteen käsittely Ekokem-Palvelu Oy:n toimesta siirrettävällä pesulaitteistolla	137

Taulukko 47. Öljyvahinkojätteen alipainekäsittely Salvor Oy:llä.....	139
Taulukko 48. Öljyvahinkojätteen käsittely Salvor Oy:n siirrettävällä stabilointilaitteistolla.....	140
Taulukko 49. Öljyvahinkojätteen käsittely Salvor Oy:n siirrettävällä pesulaitteistolla	142
Taulukko 50. Arvio Kymenlaakson nykyisestä öljyvahinkojätteiden käsittelykapasiteetista	146
Taulukko 51. Arvio Kymenlaakson öljyvahinkojätteen käsittelykapasiteetin kasvusta lähivuosina	148
Taulukko 52. Kymenlaakson alueella käsiteltävien jätejakeiden esikäsittely ja arvio käsittelykapasiteeteista.....	150

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Symbolit	Selite	Yksikkö
x	öljypitoisuus	[%]
H	mitattu lämpöarvo	[kJ/kg]

Alaindeksit

o	oil, öljy
w	waste, jäte

Lyhenteet

ABS	American Bureau of Shipping, alusten luokituslaitos
ALSU	alueellinen jätesuunnitelma
Cedre	Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution, ranskalainen merionnettomuuksien tutkimuslaitos
DEC	Alaska Department of Environmental Conservation, Alaskan ympäristönsuojeluosasto
dwt	dead weight, tonnia kuollutta painoa eli kantavuus
EPA	United States Environmental Protection Agency, Yhdysvaltain ympäristönsuojeluvirasto
EVOSTC	Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council, Exxon Valdezin öljyvahingon edunvalvontaneuvosto
GOFREP	Gulf of Finland Reporting, alusliikenteen ilmoitusjärjestelmä Suomenlahdella
HELCOM	Helsinki Commission - Baltic Marine Environment Protection Commission, Helsinki-komissio - Itämeren suojelukomissio
htpv	henkilötyöpäivä

IMO	International Maritime Organization, Kansainvälinen merenkulkujärjestö
IPIECA	International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, Kansainvälisen öljyteollisuuden ympäristönsuojeluyhdistys
ka	kuiva-aine
L	laki
Merikotka ry	Meriturvallisuuden ja -liikenteen tutkimusyhdistys
MV	Merivoimat
OSWAT	Oil Spill Waste Treatment, Öljyvahinkojätteiden välivarastointi ja käsittely alusonnettomuuden jälkeen -hanke
p-%	painoprosentti
PVC	polyvinyylikloridi
PWSRCAC	Prince William Sound Regional Citizens' Advisory Council, Prince Williamin salmen alueellinen kansalaisten neuvoo-antava neuvosto
REF	Recovered Fuel, Recycled Fuel, kierrätyspolttoaine
RVL	Rajavartiolaitos
SAMASE	saastuneiden maa-alueiden selvitys- ja kunnostusprojekti
SEB	Soviet Export Blend, Neuvostoliittolainen vientiraakaöljysekoitus
SYKE	Suomen ympäristökeskus
SÖKÖ	Itäisen Suomenlahden öljyjätteiden kuljetus ja välivarastointi öljyonnettomuudessa -hanke
t	tonni
t-%	tilavuusprosentti
Tekes	teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus
VALTSU	valtakunnallinen jätesuunnitelma
VLL	Varustamoliikelaite
VOC	haihtuvat orgaaniset yhdisteet
VNa	valtioneuvoston asetus
VNp	valtioneuvoston päätös
WWF	Maailman luonnonsäätiö

YVA ympäristövaikutusten arviointimenettely
ÅLS Ålands landskapsregering, Ahvenanmaan maakuntahallitus

1 JOHDANTO

Suomenlahden merkitys erityisesti öljynkuljetusreittinä on kasvanut merkittävästi viime vuosina. 3500 tankkeria kuljettaa vuosittain Suomenlahdella yli 100 miljoonaa tonnia öljyä. Kuljetusten määrä on kaksinkertaistunut parissa vuodessa. Samalla myös onnettomuusriski on kasvanut ja kasvaa edelleen, sillä on arvioitu, että vuonna 2010 Suomenlahden tankkereissa kulkee 200 miljoonaa tonnia öljyä. (Granath 2006, 7) Arviot tulevaisuuden öljykuljetusten määristä vaihtelevat, mutta yhteistä arvioille on, että kuljetusten määrä edelleen kasvaa.

Venäjä sijoittuu öljyntuotantomäärillään maailman kärkipäähän ja se pyrkii kuljetta-
maan maailmanmarkkinoille öljystään suuren osan omista satamistaan. Venäjän uudet
öljysatamat ovat osaltaan mahdollistaneet kuljetusten määrän huiman kasvun. Uusien
öljysatamien lisäksi vanhoja satamia on laajennettu ja useita terminaalien laajennus-
hankkeita on edelleen suunnitteilla Suomenlahdelle (Hietala 2006, 1). (Enestam 2004b)

Öljykuljetukset eivät kuitenkaan ole ainoa liikennemuoto Suomenlahdella, vaan samaan
aikaan ovat kasvussa kemikaalikuljetus- ja rahtiliikennemäärät. Oman lisänsä antaa Hel-
singin ja Tallinnan välinen vilkas poikittaisliikenne, joka on myös lisääntynyt ja aiheut-
taa osaltaan törmäysriskejä. Öljyonnettomuuden riskiä suurentavat liikenteen määrän
lisäksi Suomenlahden useat ahtaat tankkereiden ja kauppa-alusten kohtaamispaikat, Pie-
tarin matala edusta, Viipurin ahdas väylä ja jääolosuhteet. (Granath 2006, 7)

Suomenlahden keskisyvyys on 37 m, suurin syvyys on 123 m, pituus 400 km ja leveys
48–135 km. Näin kokonaispinta-ala on 29 570 km² ja tilavuus on 1103 km³, joka on
vain noin 5 % koko Itämeren tilavuudesta. Kapeuden ja rannikon rikkonaisuuden joh-
dosta Suomenlahti on erittäin haavoittuvainen mahdollisen öljyonnettomuuden sattuessa
ja seurauksia voi aiheutua niin Suomen, Venäjän kuin Viron asukkaille ja luonnolle
(Ympäristöministeriö 2004). (Ahlman 2002)

Suomenlahdella ja Itämerellä on ryhdytty toimiin merenkulun turvallisuuden parantami-
seksi ja öljyntorjuntavalmiuden lisäämiseksi. Kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO)

nimesi Itämeren erittäin herkäksi merialueeksi ja Itämeren suojelukomissio (HELCOM) on antanut merenkulun turvallisuutta parantavia suosituksia (Ahponen 2005, 11). Lisäksi vuonna 2004 otettiin käyttöön yhteistyön tuloksena Suomessa, Venäjällä ja Virossa Suomenlahden alusliikenteen ilmoitusjärjestelmä (GOFREP). (Enestam 2004b)

Turvallisuuteen panostaminen näkyy myös siinä, että yhä suurempi osa säiliöaluksista on uudehkoja ja hyväkuntoisia. Pitkään keskustelua herättäneiden yksirunkoisten öljyalusten määrää on saatu vähennettyä kansainvälisillä turvamääräyksillä. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO hyväksyi vuonna 2003 nopeutetun aikataulun yksirunkoisten tankkereiden poistamiseksi maailman vesiltä. Aikataulun perusteella kyseiset tankkerit poistuvat käytöstä viimeistään vuonna 2015. Vuonna 2003 EU hyväksyi myös säännöksen, jonka mukaan esimerkiksi raskaimpien öljylaatujen kuljetukset yksirunkoisilla tankkereilla kiellettiin välittömästi EU:n jäsenvaltioiden vesillä. (Enestam 2004b) Alusten kunnan ohella on niiden koko kasvanut. Suurempien alusten, 75 000–100 000 tonnia kuollutta painoa (dwt, engl. dead weight), osuus on kasvanut nopeasti, mutta yli 150 000 dwt alusten käyttöä rajoittaa Tanskan salmien mataluus. (Ympäristöministeriö 2004) Kantavuus eli dwt ilmoittaa laivan lastin, polttoaineen, makeavesivarastojen, elintarvikkeiden ja miehistön suurimman sallitun yhteispainon (Lindqvist et al. 2005, 40).

Tuoreimmat uutiset öljyntorjuntavalmiuksien parantamiseksi koskevat osakeyhtiömallisen öljyntorjunnan osaamiskeskuksen toiminnan käynnistämistä ja monitoimialusta. Osaamiskeskus keskittyisi toiminnan alkuvaiheessa öljyntorjuntaan tarvittavan järeän erityiskaluston hankintaan ja varastointiin sekä huoltoon. Lisäksi se antaisi koulutusta öljyntorjunnasta ja toteuttaisi öljyntorjuntaharjoituksia yhteistyössä alalla toimivien tahojen kanssa. (Ympäristöministeriö 2007c) Vuonna 2006 Suomen ympäristökeskukselle on myönnetty valtuudet tilata uusi öljyvahinkojen torjuntaan tarkoitettu monitoimialus, joka pystyy työskentelemään myös vaikeilla keleillä ja jääolosuhteissa. Monitoimialus valmistuu vuonna 2009 ja se sijoitetaan itäiselle Suomenlahdelle, josta on puuttunut öljyntorjuntakapasiteettia (Suomen ympäristökeskus 2007a). (Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus 2006, 1)

Öljyonnettomuuksista muodostuvien jätteiden käsittely on todettu valtakunnallisesti puutteellisesti suunnitelluksi. Tämä käy ilmi niin ehdotuksesta uudeksi valtakunnalliseksi jätesuunnitelmaksi (VALTSU) vuoteen 2016 kuin valmisteilla olevasta Kaakkois-Suomen alueellisesta jätesuunnitelmasta (ALSU). ALSUssa käsitellään alusonnettomuuksissa muodostuneita öljyisiä jätteitä (Gunnar 2007). VALTSU puolestaan sisältää tavoitteen erityisjätteiden jätehuollon tason yhtenäistämistä. Tämä on tarkoitus toteuttaa muun muassa tehostamalla poikkeustilanteissa syntyvien jätteiden jätehuollon suunnittelua. Poikkeustilanteena mainitaan suuret öljyonnettomuudet, joista muodostuvia jätteitä ei välttämättä voida käsitellä olemassa olevien käsittelylaitosten ja lupaehtojen puitteissa. Lisäksi tarkoituksena on huomioida poikkeustilanteita koskevat säännökset jätelakia uudistettaessa. (Ympäristöministeriö 2007a, 42–43)

Jätelain 27 §:n mukaisesti Suomessa toimii saastuttaja maksaa -periaate (L 3.12.1997/1072). Näin ollen ensisijainen korvausvastuu on öljyvahingon sattuessa aina onnettomuuden aiheuttajalla eli aluksen omistajalla tai omistajan vakuutusyhtiöllä. Mikäli vahinko ylittää onnettomuuden aiheuttajan vastuurajan, vahingon aiheuttajaa ei saada selville tai hän ei kykene korvaamaan aiheutuneita kustannuksia, korvaus maksetaan kansainvälisestä tai kansallisesta öljysuojarahastosta. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 8)

Öljyonnettomuuden tapahtuessa jälkien siivous on todella kallista ja luonnolle aiheutettuja tuhoja ei voi rahalla edes korvata. Näin ollen tehokkainta olisi estää onnettomuudet kokonaan. Suomenlahti on toistaiseksi välttynyt vakavalta öljyonnettomuudelta, mutta luotaessa katse historiaan ja tulevaisuuden trendeihin, voidaan kuitenkin todeta, että merkittävän suuruisen öljyonnettomuuden riski on todellinen. Tämän johdosta on tärkeää laatia etukäteen suunnitelmat öljyonnettomuudesta aiheutuville öljyisille jätteille, jotta niistä ei aiheudu väliavarastoinnin, käsittelyn ja loppusijoituksen yhteydessä lisää vahinkoa ympäristölle ja yhteiskunnan toiminnalle.

1.1 Työn tausta

Diplomityö sisältyy Lappeenrannan teknillisen yliopiston ”Öljyvahinkojätteiden väli-varastointi ja käsittely alusonnettomuuden jälkeen” eli OSWAT (Oil Spill Waste Treatment) -hankkeeseen. Se on jatkoa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun Itäisen Suomenlahden öljyjätteiden kuljetus ja väli-varastointi öljyonnettomuudessa -hankkeelle (SÖKÖ). SÖKÖ-hanke toteutetaan aikavälillä 2003–2007. OSWAT toimii SÖKÖn täydentäjänä ja siinä ovat mukana Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Joensuun yliopisto, Kymenlaakson pelastuslaitos, Kymenlaakson Jäte Oy, Kotka-Hamina seudun seutuvaliokunta sekä Meriturvallisuuden ja -liikenteen tutkimusyhdistys (Merikotka ry). Hanke toteutetaan vuosien 2006–2007 aikana.

OSWAT-hankkeessa tutkitaan, millä tavalla öljyvahingon jälkeen rannoilta kerätty pilaantunut maa-aines ja muu öljyinen jäte, joista työssä käytetään yhteisnimitystä öljyvahinkojätteet, voidaan käsitellä ja käsittelyn jälkeen loppusijoittaa niin, että jätteen väli-varastointi, kuljetus, käsittely ja loppusijoitus eivät aiheuta lisää vakavia haittoja ympäristölle ja yhteiskunnan toiminnalle. Tutkimuksen ulkopuolelle jää, lähinnä merestä kerättävä, öljyinen vesi. Hankkeessa tehdään alustava suunnitelma jätteiden käsittelemiseksi. Suunnitelmaa voidaan käyttää toimintaohjeistuksena mahdollisen öljyvahingon jälkeen. Selvitystyön tuloksena syntyy myös tietoa siitä, miten mahdolliseen merkittävään öljyvahinkoon tulee varautua valtakunnallisesti ja minkälaista toiminnan organisoimista ja mahdollista lisäkapasiteettia jätteiden käsittelyyn tarvitaan. Lisäksi saadaan tietoa lainsäädännön ja ympäristöviranomaisten hallintomenettelyjen selkeyttämistarpeista. Tulokset palvelevat muun muassa Kaakkois-Suomen rannikkoalueen kuntia, ympäristöviranomaisia ja jätteiden käsittelyorganisaatioita.

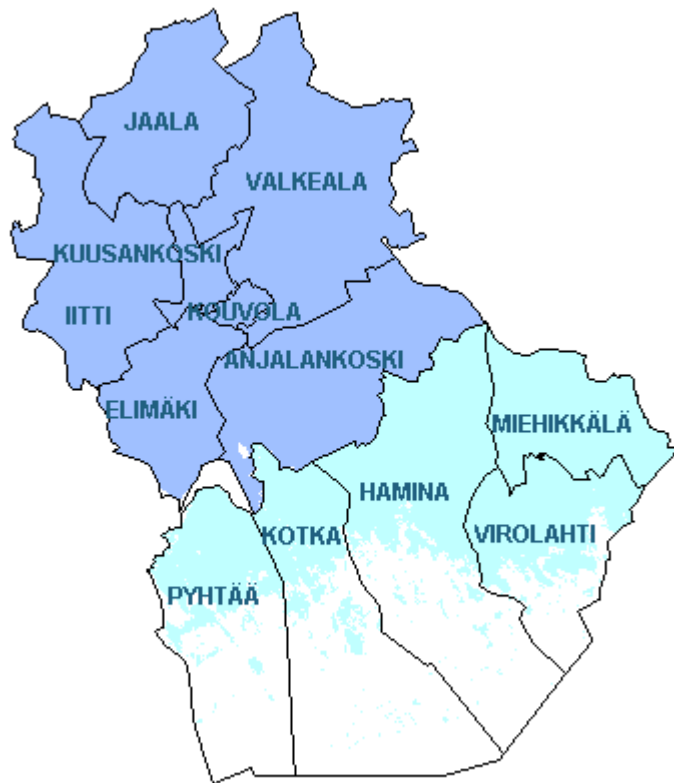
SÖKÖ-hankkeessa on suunniteltu mahdollisen merkittävän öljyvahingon välittömiä torjuntatoimenpiteitä ja kriisinhallintaa Kaakkois-Suomen rannikko- ja saaristoalueella. Hanke koskee Haminan, Kotkan, Pyhtään ja Virolahden alueita. Hankkeen tavoitteena on ollut kehittää kyseisten kuntien toimintavalmiutta öljyvahingon sattuessa. Hankkeessa on toteutettu useita selvitystöitä, jotka on koottu yhteen ja muokattu toimintamalliksi, joka kuuluu täydentävänä osana Kymenlaakson pelastuslaitoksen laatimaan torjunta-

suunnitelmaan. Toimintamalli täydentyy vuoden 2007 aikana valmistuvilla selvitystöillä. Kaikki työt muodostavat valmistuttuaan yhdessä kokonaisuuden, jonka turvin toimia merkittävän öljyonnettomuuden sattuessa Kymenlaakson alueella. SÖKÖ-hankkeessa ovat mukana Kymenlaakson pelastuslaitos, Kouvolan ammatillinen aikuiskoulutuskeskus, Hämeen ammattikorkeakoulu, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristöministeriö, Rajavartiolaitos, Puolustusvoimat ja Maailman luonnonsäätiö eli WWF sekä edellä mainitut kunnat. Lisäksi hankkeeseen osallistuvat muun muassa Anjalankosken Ekopark, Ekokem, Kotkan kuljetusosuuskunta, jätehuoltoyritykset ja vakuutusyhtiöt. (Halonen 2007, 5, 15 ja 23; SÖKÖ)

1.2 Työn tavoitteet

SÖKÖ-hankkeessa on selvitetty öljyvahinkojätteiden välivarastoinnin teknisiä ja rakenteellisia vaatimuksia sekä kompostoinnin teknisiä mahdollisuuksia välivarastoinnin yhteydessä. Lisäksi tarkastelualueella on tehty öljyisten jätteiden polttamisesta ja kompostoinnista alustavaa selvitystyötä.

Diplomityössä on tehty tarkentavaa tutkimusta, öljyonnettomuuden seurauksena rannoilta ja saaristoista muodostuvien, öljyvahinkojätteiden käsittelystä. Käsittely on rajattu koskemaan Kymenlaakson aluetta, joka on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kymenlaakson alue (Kymenlaakson maakunta)

Diplomityön tavoitteena on selvittää,

- mitkä ovat Kymenlaakson alueen käsittelylaitosten viralliset välivarastot
- miten öljyvahinkojätteitä voidaan esikäsitellä välivarastoinnin aikana puhdistuksen ja loppusijoituksen tehostamiseksi
- mitkä ovat öljyvahinkojätteiden käsittelymahdollisuudet ja -kapasiteetit sekä käsiteltyjen jätteiden loppusijoitusmahdollisuudet ja -kapasiteetit Kymenlaakson alueella, kun halutaan
 - minimoida ympäristöriskit
 - saada käsittelystä mahdollisimman tehokasta
 - minimoida haitat normaalille jätehuoltotoiminnalle sekä muulle yhteiskunnan toiminnalle.

1.3 Työn toteutus

Työn alussa (kappale 2) on kuvattu öljyvahinkojätteiden muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä, kuten eri öljylaatuja, joita on vapautunut mereen aiemmissa öljyonnettomuuksissa. Lisäksi on tarkasteltu öljyn kulkeutumista rannalle sekä kuvailtu Suomenlahden rannikkoa, jotta saadaan mielikuvaa, millaiselta paikalta öljyvahinkojätettä muodostuu. Öljyvahinkojätteiden määrään ja koostumukseen vaikuttaa myös merellä tapahtuva öljyntorjunta ja öljyyntyneen rannan puhdistamiseen käytetyt menetelmät, joita on esitelty lyhyesti. Lisäksi työssä on tarkasteltu rannoilta ja saaristosta kerätyn öljyvahinkojätteen koostumusta.

Työssä on kuvattu öljyvahinkojätteiden käsittelymenetelmien periaatteet (kappale 3). Suurin painoarvo on annettu menetelmille, jotka ovat oikeasti käyttökelpoisia rannoilta kerätyille öljyvahinkojätteille. Käyttökelpoisuuden selvittämiseksi on tutkittu menetelmien rajoituksia, joiden avulla on löydetty sopivia vaihtoehtoja öljyvahinkojätteen eri jätelaaduille.

Työssä on tutkittu Suomen aluevesillä ja maailmalla tapahtuneita öljyonnettomuuksia (4). Tietoa on hankittu erityisesti öljyvahinkojätteiden määristä, koostumuksista ja käsittelystä. Öljyonnettomuuksista on laadittu taulukko (taulukko 32), jonka avulla voidaan hahmottaa, kuinka paljon öljyvahinkojätettä voi muodostua rannikolle, kun tiedetään aluksesta vapautunut öljymäärä. Näin saadaan mielikuvaa mahdollisista jätemääristä, joihin Suomen tulee varautua, jos Suomenlahdella tapahtuu merkittävän suuruinen öljyonnettomuus. Lisäksi taulukosta voidaan nähdä Suomessa ja maailmalla käytettyjä öljyvahinkojätteiden käsittelymenetelmiä.

Tavoitteiden saavuttamiseksi työn aikana on otettu yhteyttä kappaleiden 3 ja 4 soveltuvia käsittelymenetelmiä hyödyntäviin Kymenlaakson alueen jätteenkäsittelylaitoksiin, voimalaitoksiin ja muihin soveltuvia menetelmiä käyttävien laitosten edustajiin (kappale 5). Kunkin yrityksen edustajaa haastateltiin puhelimitse, apuna käsittelymenetelmille laadittu haastattelupohja (Liite I). Haastattelujen avulla on selvitetty minkälaista, miten paljon ja millä aikataululla öljyvahinkojätettä on mahdollista käsitellä Kymenlaakson

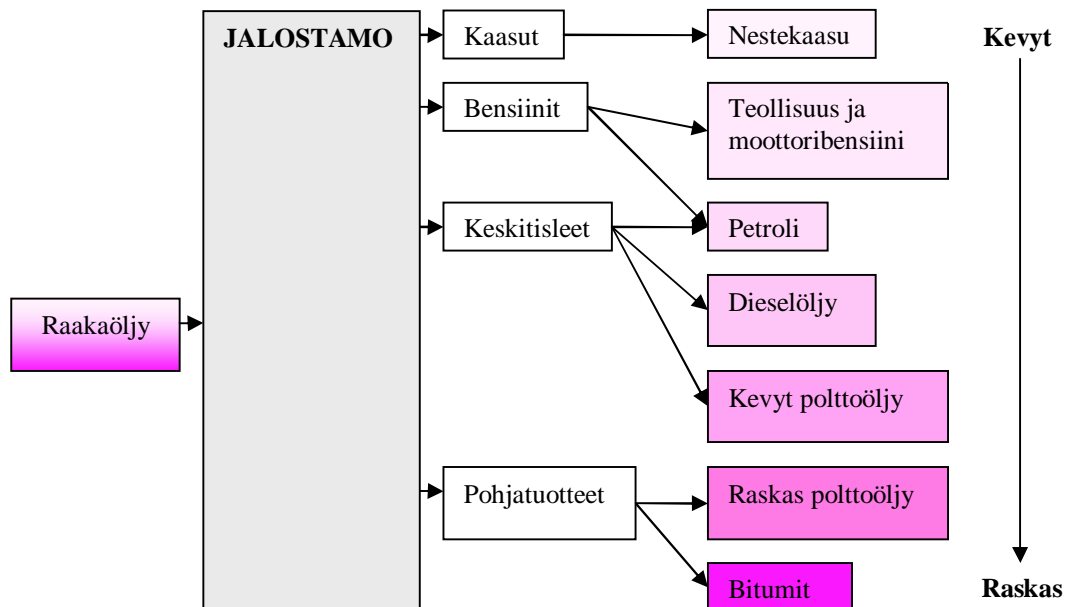
alueella. Tietoa on kerätty niin alueen kiinteistä kuin siirrettävistä laitoksista. Saatujen tietojen perusteella on saatu selville alueen teknisesti hyödynnettävissä oleva käsittelykapasiteetti. Lisäksi työn aikana on selvitetty Kymenlaakson alueen viralliset välivarastot ja kaatopaikat, joille voidaan ottaa vastaan öljyisiä jätteitä, lähinnä selvitettiin niiden sijainnit ja kapasiteetit.

2 ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN MUODOSTUMISEEN VAIKUTAVIA TEKIJÖITÄ

Merellä tapahtuvat öljyonnettomuudet ovat aina erilaisia. Vahingon muodostuminen vakavaksi on monesta tekijästä kiinni kuten öljypäästön määrästä, öljyntorjunnan onnistumisesta, vuodenaikasta ja sääolosuhteista.

2.1 Öljyalaadut

Öljyonnettomuuden sattuessa öljyalaadulla on vaikutusta siihen, miten paljon muodostuu saastunutta maa-ainesta ja muuta öljyistä jätettä, yhteisnimekseen öljyvahinkojätettä. Ennakoitaessa merellä sattuneen öljyonnettomuuden vaikutuksia, on siis hyvä selvittää, mitä öljyä aluksesta on vapautunut ja kuinka paljon. Merellä kuljetettavat öljyt ovat raakaöljystä jalostettuja öljyjä tai raakaöljyjä. Öljyalaatua kevyimmästä raskaimpaan on esitetty kuvassa 2. Jalostettujen öljyalaatujen ominaisuuksiin vaikuttavat raakaöljyn ominaisuudet sekä jalostusprosessimenetelmät. (Westerholm 2003)



Kuva 2. Öljyalaadut (Hästbacka (toim.) 1992, 55–56; Talvenmaa 2002, 26)

Kevyet öljyalaadut ovat huoneenlämmössä nestemäisiä. Raskaat öljyt, kuten bitumit sekä raskaat poltto- ja raakaöljyt, ovat puolestaan huoneenlämmössä liian jäykkiä käsiteltä-

väksi, minkä takia niitä kuljetetaan merellä lämmitettyinä. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 4) Suomessa käytettävillä raskailla öljy-laaduilla jäähmepiste on 5-36 °C ja kevyillä öljy-laaduilla -37-0 °C. Jäähmepisteellä tarkoitetaan lämpötilaa, jossa öljyn viskositeetti suurenee eli juoksevuus huononee hyvin nopeasti. (Huhtinen et al. 2004, 35–36)

Veteen joutuessaan öljyt levittäytyvät kalvoksi veden pinnalle. Kevyillä öljy-laaduilla kalvo on ohuempi kuin raskailla laaduilla. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 4) Kevyet öljy-laadut haihtuvat nopeasti mereen joutuessaan ja ne ovat vesiluonnolle myrkyllisimpiä. Merellä tapahtuvan öljyntorjunnan kannalta haasteellisimpia ovatkin raskaat öljy-laadut. Toisaalta rannalle ajautuessaan kevyet öljy-laadut imeytyvät nopeasti hyvin vettä läpäisevään maa-ainekseen. (Suomen ympäristökeskus 2006c)

2.1.1 Raakaöljy

Raakaöljyä on muodostunut eloperäisen luonnon jäänteistä miljoonien vuosien kuluessa. Se koostuu hiilivetyseoksista eli hiilen ja vedyn yhdisteistä, mutta myös muista alkuaineista kuten rikistä, typestä, hapestä ja metalleista. Raakaöljyjen koostumus vaihtelee suuresti öljykentittäin ja alueittain erityisesti keveytensä ja rikkipitoisuutensa suhteen. (Suomen ympäristökeskus 2005) Raakaöljyn tiheys vaihtelee välillä 780–1000 kg/m³ 15 °C:ssa. Se voi siis olla kevyttä ja helposti haihtuvaa, keskiraskasta tai erittäin raskasta ja bitumimaista. Raakaöljyä on lämmitettävä kuljetuksen aikana, jos sen jäähmepiste on yli 10–15 °C. (Hästbacka (toim.) 1992, 31)

Mereen joutunut raakaöljy leviää nopeasti meren pinnalle ja siitä haihtuu kevyitä ainesosia. Haihtumisen jälkeen mereen jää jäljelle niin sanottua jäännösöljyä. Raakaöljyssä on siis kevyitä ja raskaita öljyn osia, minkä johdosta sen vaikutukset ovat yhdistelmä kevyiden öljytuotteiden ja raskaiden polttoöljyjen ominaisuuksista. Raakaöljy muodostaa usein vesi-öljy -emulsion (katso kappale 2.2.3). (Suomen ympäristökeskus 2006c)

2.1.2 Nestekaasu

Raakaöljyn helpoimmin haihtuvana osana ovat nestekaasut, jotka erotetaan raakaöljystä jalostusprosessin alkuvaiheessa. Puhdas nestekaasu on erittäin helposti syttyvää, ilmaa raskaampaa, väritöntä, mautonta ja hajutonta, minkä takia kaasu hajustetaan voimakkaasti. Nestekaasu varastoidaan ja kuljetetaan paineenalaisena nesteenä, mutta normaalioloissa se on kaasumaista. Pulloissa toimitettava nestekaasu on Suomessa propaania. Butaania käytetään puolestaan esimerkiksi savukkeensyöttimissä ja retkikeittimissä. Teollisuuskaasut ovat propaania, butaania tai niiden seosta. Teollisuuskaasujen käyttökohteina ovat esimerkiksi paperi-, lasi-, keramiikka- ja metalliteollisuus sekä kaupunkikaasun valmistus. (Aatelo (toim.) 1995, 63–64)

2.1.3 Bensiinit

Bensiinit ovat erittäin helposti syttyviä, kevyitä hiilivetyseoksia, lähes värittömiä, kirkkaita ja herkkäliikkeisiä aineita, joiden tislausalue on 30–210 °C. Bensiinit voidaan jakaa moottori-, kaksitahti-, pienkone-, lento- ja teollisuusbensiineihin. Eri laatuja käytetään esimerkiksi henkilöautoissa, mopoissa, pienkoneissa, pienlentokoneissa ja petrokemian raaka-aineena. Moottoribensiinejä valmistetaan kesä-, kevät- ja talvilaaduksi, joilla on erilaiset kaasuuntumisominaisuudet. (Aatelo (toim.) 1995, 65 ja 69–70)

2.1.4 Petroli

Petrolit ovat palavia, haihtuvia hiilivetyseoksia, jotka ovat huoneenlämpötilassa herkkäliikkeisiä ja kirkkaita nesteitä, joista verottomat petrolit värjätään punaiseksi. Petroli-tuotteiden tislausalue on 170–230 °C ja paloluokaltaan ne ovat syttyviä (Hästbacka (toim.) 1992, 58). Petroleja ovat lento-, moottori-, valo- ja lämmityspetrolit. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi vesiliikenteessä, työkoneissa, lentokoneissa suihkuturbiinien polttoaineena, valaistukseen, lämmitykseen ja dieselöljyn kylmäominaisuuksien parantamiseen. (Aatelo (toim.) 1995, 71)

2.1.5 Dieselöljy

Dieselöljyt ovat läpikuultavia ja väriltään kirkkaita, kellertäviä tai rusehtavia nesteitä. Ominaisuudet vaihtelevat muun muassa kesä- ja talvilaatujen mukaan. Dieselöljyn tislusalue on 170–360 °C ja tiheys 810–860 kg/m³ 15 °C:ssa (Hästbacka (toim.) 1992, 58–59). Sen käyttökohteita ovat muun muassa kuorma-, linja- ja henkilöautot sekä vesiliikenne ja työkoneet. (Aatelo (toim.) 1995, 72)

2.1.6 Kevyt polttoöljy

Kevyt polttoöljy on helposti juoksevaa (Aatelo (toim.) 1995, 72). Se on keskittisle, jonka tislusaste on välillä 170–390 °C. Verottomat kevyet polttoöljyt värjätään punaisiksi (Aatelo (toim.) 1995, 72). Polttoöljyä myydään kesä- ja talvilaatuja. Sitä käytetään kiinteistöjen lämmityksessä, teollisuuden kuivaus-, sulatus- ja polttouunien polttoaineena, mutta myös maatalouden kasvihuoneissa ja kuivureissa. Lisäksi kevyt polttoöljy on teollisuus- ja varavoimalaitosten varapolttoaine. Kevyt öljy haihtuu, muiden kevyiden öljylaatujen tavoin, mereen joutuessaan (Suomen ympäristökeskus 2006c). (Hästbacka (toim.) 1992, 60)

2.1.7 Raskas polttoöljy

Raskas polttoöljy on tislusjäännösöljyä, jota syntyy sivutuotteena jalostettaessa kevyitä öljytuotteita. Sen tislusalue on yli 350 °C ja se on väriltään ruskeaa tai lähes mustaa (Aatelo (toim.) 1995, 77). Raskaita polttoöljyjä valmistetaan useita eri laatuja, jotka eroavat yleensä viskositeetin ja rikkipitoisuuden perusteella. (Suomen ympäristökeskus 2005) Raskaita polttoöljyjä käytetään muun muassa teollisuuslaitosten ja lämpölaitosten energianlähteenä sekä laivojen polttoaineena. Laivojen polttoainetta voidaan kutsua myös nimellä bunkkeri. Lisäksi raskasta polttoöljyä käytetään varapolttoaineena muita polttoaineita käyttävillä laitoksilla. (Hästbacka (toim.) 1992, 62)

Raskas polttoöljy on kuumennettuna juoksevaa nestettä, mutta jäähtyessä se jähmettyy jäykkäliikkeiseksi. Sitä kuljetetaan ja varastoidaan lämmitettynä. Näin ollen mereen

joutunut raskas polttoöljy jähmettyy ja on haihtumatonta. Se voi myös vajota vedenpinnan alle, riippuen öljyn ominaisuuksista. Vajonneen öljyn havaitseminen merestä on vaikeaa. (Suomen ympäristökeskus 2006c) Se voi painua pohjaan tai kulkeutua merivirtojen mukana huuhtoutuen rantaan vasta kuukausien tai vuosien kuluttua (Lehmuskoski (toim.) 2003,5).

Raskas polttoöljy muodostaa usein öljykakkuja, jotka ulottuvat meren pinnasta kymmenien senttimetrien syvyyteen. Tahmea ja jäykkä olomuoto aiheuttaa haasteita öljyntorjunnalle. Raskas polttoöljy on ympäristössä hyvin pysyvää ja jotkut ainesosat jopa hajomattomia. Se ei pahemmin imeydy maaperään, niin kuin eivät muutkaan raskaat öljytuotteet. (Suomen ympäristökeskus 2006c)

2.1.8 Bitumit

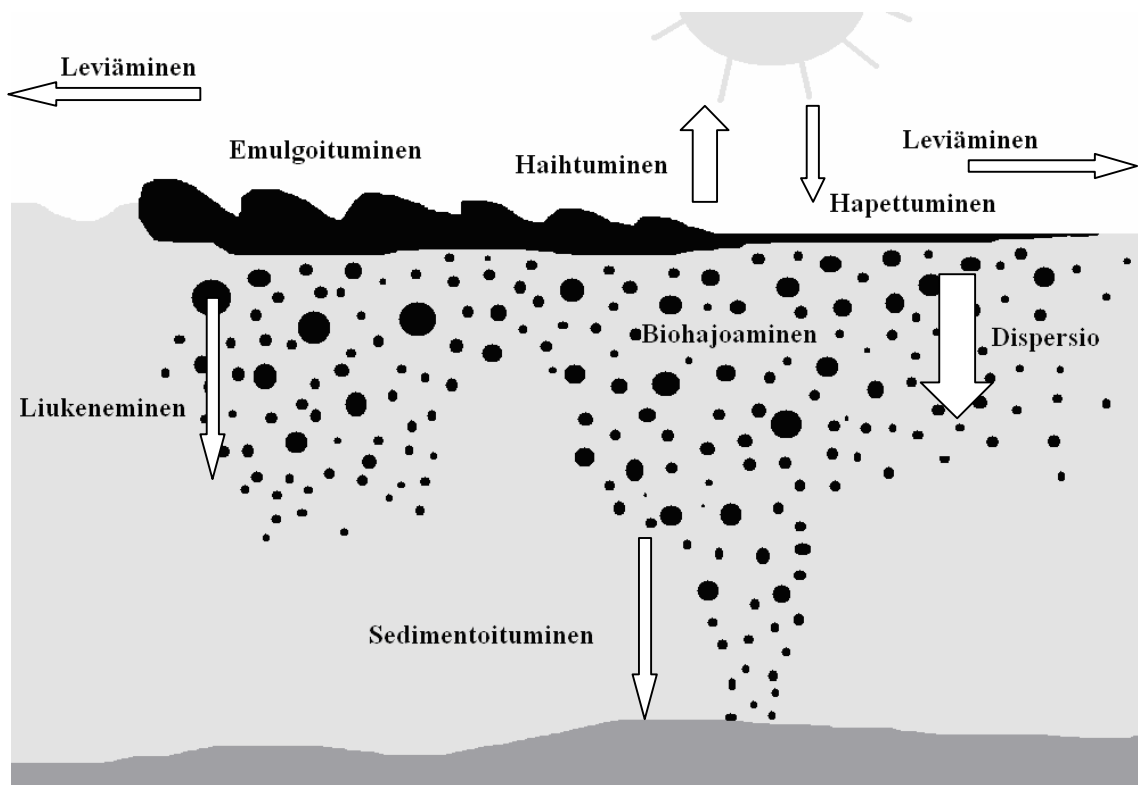
Raakaöljyn tislauksen raskain jae bitumi on väriltään mustaa ja huoneen lämpötilassa kiinteä tai puolikiinteä aine. Sen tislausalue on yli 550 °C (Huhtinen et al. 2004, 34). Bitumi on rakennusmateriaali ja kestäkulutushyödyke. Bitumilla on hyvä tartuntakyky ja sitkeys, joten se soveltuu sideaineeksi ja liimaksi mitä erilaisimpiin kohteisiin. Lisäksi sillä on erinomainen vedeneristyskyky ja tietyissä tilanteissa myös sähköneristyskyky. Bitumi on myrkytön ja kemiallisesti aika inertti eli se ei reagoi muiden aineiden kanssa. Bitumeja ovat muun muassa tie-, teollisuus-, kumi- ja kuumabitumit, bitumiliuokset, -emulsiot ja -öljyt. Bitumien käyttökohteina ovat esimerkiksi kateaine- ja paperiteollisuus sekä tienrakennus. (Hästbacka (toim.) 1992, 63–65)

Veteen joutuessaan bitumi jäähtyy ja kiinteytyy. Yleensä bitumi on vettä raskaampaa ja näin ollen se vajoaa pohjasedimenttiin, mutta esimerkiksi bitumiliuokset ja -emulsiot muodostavat vedenpinnalle kalvon. (Nynas 2005, 21–22)

2.2 Öljyn kulkeutuminen rannalle

Öljyonnettomuuden johdosta mereen joutunut öljy alkaa säistyä, jolloin sen olomuoto muuttuu. Säistymisprosesseja ovat leviäminen, haihtuminen, dispersio, emulgoituminen,

hapettuminen, liukeneminen ja sedimentoituminen. Säilytysprosesseja on esitetty kuvassa 3. Öljyn käyttäytyminen meressä riippuu öljyn laadusta ja ympäristöolosuhteista kuten tuulesta, aallokosta ja ilman lämpötilasta. Jo vuorokauden sisällä päästöistä voi tapahtua selviä muutoksia öljyn koostumuksessa ja ominaisuuksissa. (Westerholm 2003) Samassa ajassa öljy on jo voinut ajautua avomereltä Suomenlahden rantaan (Suomen ympäristökeskus 2006c).



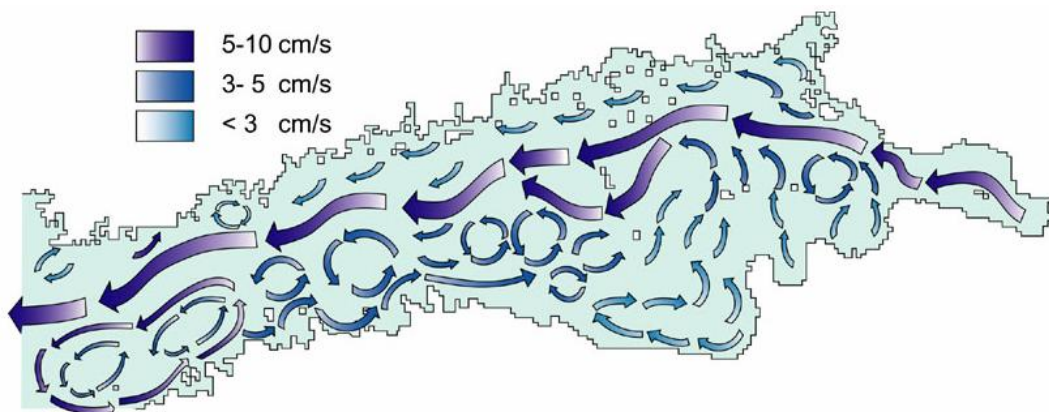
Kuva 3. Säilytysprosesseja (ITOPF)

2.2.1 Leviäminen

Öljyonnettomuuden jälkeen veteen joutunut öljy muodostaa veden pinnalle kalvon, joka voi olla ohuena hopeinen, harmaa tai sateenkaaren kirjava. Paksumpana väri on tummempi tai jopa musta. Kalvon alue on tyynempi ja tasaisempi kuin ympäröivä meri sillä kalvo vähentää aaltojen muodostumista ja vaimentaa niiden etenemistä. Öljyn leviäminen onnettomuuspaikalta tapahtuu lauttana, jossa kevyemmät, pienemmän viskositeetin omaavat, öljy-laadut leviävät raskaita nopeammin. Lautta pyrkii kulkemaan yhtenäisenä ja pitkänä vanana, mutta aallot, tuuli ja virtaukset rikkovat sitä. Leviämiseen vaikuttaa

myös öljyä ympäröivä lämpötila. Leviäminen voi tapahtua myös emulsiona (katso kapale 2.2.3). (Lehmuskoski (toim.) 2003, 4-5)

Suomenlahden pintaveden virtauksista on laadittu mallisimulointikuva, joka on esitetty kuvassa 4. Tämä on todennäköisin vaihtoehto, miten öljy leviäisi mereen joutuessaan. Vaihtoehdon pintavirtauksiin vaikuttavat vallitsevat tuulensuunnat ja -nopeudet, ilmanpaine-erot, pohjan ja rannikon muodot sekä maapallon pyörimisliike. Virtauskentän todennäköisyys toteutua on arviolta 50–70 %. Öljyvahingon sattuessa yksittäiset tuulet voivat kuitenkin vaikuttaa pitkän aikavälin keskiarvotilanteeseen. Näin aiheutuu huomattavastikin poikkeavia virtauskenttiä. Tuulen puhaltaminen etelän ja idän väliltä voi johtaa öljyn kulkeutumiseen virtausten mukana Suomen rannikolle. Pohjoistuulilla Suomen rannikko säilyy varminn öljyltä. (Lumiaro et al. 2002)



Kuva 4. Suomenlahden keskimääräinen virtauskenttä (Myrberg ja Andrejevi 2002)

Öljyntorjuntatoimenpiteiden suunnittelun avuksi on kehitetty myös operatiivisia tietokoneohjelmia, joilla voidaan laskea meressä ajelehtivan öljyn liikerataa. Nämä ovat päivystävien viranomaisten käytettävissä välittömästi onnettomuuden tapahtuessa. Öljyntorjuntatoimia varten pyritään laatimaan vähintään vuorokauden ennuste, jota päivitetään useita kertoja päivän aikana. Nykyisillä operatiivisilla ohjelmilla pisin ennusteaika on kaksi vuorokautta. (Gästgifvars et al. 2004, 7 ja 51)

2.2.2 Haihtuminen

Öljyn jouduttua veteen se alkaa haihtua, joka on tärkein öljyä muokkaava tekijä. Haihtumisaikaan vaikuttaa öljyn laatu, tuuli, aallokko ja lämpötila sekä öljylautan pinta-ala. Haihtuminen nopeutuu kovassa tuulessa, öljylautan pinta-alan kasvaessa ja korkeassa lämpötilassa. Haihtumisen tuloksena öljystä häviävät ensimmäisenä kevyimmät yhdisteet, jotka ovat öljyn myrkyllisimpiä ja paloherkimpiä ainesosia. Kevyiden öljylaatujen haihtuminen meren pinnalta voi tapahtua saman vuorokauden aikana tapahtuneesta päästöstä. Parhaimmillaan haihtuminen tapahtuu muutamassa tunnissa, mutta yleensä kevyistä öljyalaaduista haihtuu suurin osa muutaman vuorokauden sisällä (Suomen ympäristökeskus 2006c). Tämän johdosta kevyimpiä öljyalaatuja ei aina ehditä poistaa vedestä. Haihtumisen jälkeen jäljelle jäävät raskaimmat ja sitkeimmät yhdisteet. Jäljelle jäävän öljyn tiheys ja viskositeetti ovat siis suuremmat kuin alkuperäisen öljyn (Kojo 1988, 12). (Lehmuskoski (toim.) 2003, 4)

2.2.3 Emulgoituminen

Vedessä oleva haihtumaton jäännösöljy voi kovan tuulen ja aallokon vaikutuksesta sekoittua veden kanssa ja muodostaa emulsion. Tällöin öljyyn sekoittuu vettä pieninä pisaroina. Emulsion ulkonäkö muistuttaa suklaavaahtoa ja sitä esiintyy yleensä paikallisesti. Se on kiinteää ja sitkeää, ruskeaa tai oranssia vaahtoa ja paksuudeltaan muutamia millimetrejä tai jopa useita senttimetrejä. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 5) Emulsion tilavuus voi olla jopa nelinkertainen alkuperäiseen öljyn tilavuuteen verrattuna (Suomen ympäristökeskus 2006c). Emulsiot voidaan jakaa öljy-vesi- ja vesi-öljy -emulsioihin. Öljy-vesi-emulsiota hajottavat meressä olevat planktonit ja mikro-organismit. Vesi-öljy -emulsio on puolestaan hitaasti hajoava emulsio, jonka on arvioitu kasvattavan jätemäärää, sillä emulsio hidastaa ja pitkittää muita prosesseja, jotka johtavat öljyn häviämiseen (ITOPF). (Pfister (toim.) 1980, 27)

2.2.4 Dispersio

Aallot ja pyörteet voivat johtaa öljylautan rikkoutumiseen palasiksi ja erikokoisiksi pisaroiksi, jotka sekoittuvat veden kanssa. Tätä pisaroitumista kutsutaan dispersioksi. Pienimmät palaset pysyvät meren pinnan alla, kun isommat yrittävät nousta pintaan, jossa ne yhtyvät toisten palasten kanssa tai levittäytyvät ohueksi kalvoksi. Pinnan alle jääneillä pisaroilla on dispersion jälkeen suurempi pinta-ala, joka edesauttaa hajoamisen, biohajoamisen ja sedimentoitumisen tapahtumista. Dispersion nopeus on riippuvainen öljyn ominaisuuksista ja meren tilasta. Nopeinten dispersio tapahtuu kevyillä öljyalaaduilla ja myrskyisessä meressä. (ITOPF)

Dispersio voidaan saada aikaan myös tietyillä öljyalaaduilla dispersanttien eli hajottajakemikaalien avulla (IPIECA 2004, 6). Ne vähentävät öljyn pintajännitystä ja hajottavat öljylautan pisaroiksi veteen. Venäjän laki sallii kemikaalien käytön, ja sekä Uuran että Koiviston satamissa on valmius helikopterilevitykseen. Suomessa kuitenkin suhtaudutaan kielteisesti hajottajakemikaalien käyttöön. Niiden käyttö voi tulla kysymykseen vain poikkeustapauksissa (Hautojärvi et al. 2003, 10). (Saavalainen 2006)

2.2.5 Hapettuminen

Hapettuminen on prosessina erittäin hidas, vaikka aurinko paistaisi kunnolla. Ohutta kalvoa häviää enintään 0,1 % päivässä. (ITOPF) Raskaasta öljystä muotoutuu haihtumisen, auringon valon ja hapettumisen tuloksena tervamaista, sitkeää, tahraavaa, lähes kiinteää ja asfalttimaista ainesta (Suomen ympäristökeskus 2006c). Tämä aines voi näkyä tervapalloina ja kokkareina. Tervapallot ovat pinnalta kiinteitä ja sisältä pehmeitä. Kooltaan ne ovat muutamia senttimetrejä. Kokkareet ovat selvästi isompia. Niitä havaitaan rannalla isona lauttana tai yksittäisinä, mutta myös mahdollisesti runsaina esiintyminä. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 4) Kiinteytyminen voi johtaa öljyn vajoamiseen meren pinnan alle, jos öljy muuttuu vettä raskaammaksi, minkä johdosta aines voi ajautua rannoille kuukausien tai vuosien kuluttua öljyvahingosta. (Suomen ympäristökeskus 2006c; EPA 2006)

2.2.6 Liukeneminen

Hiilivedyt ovat veteen huonosti liukenevia, mutta liukoisuuksissa on silti eroja. Liukenemiseen vaikuttavat tuuliolosuhteet, veden laatu ja öljyn ominaisuudet. (Pfister (toim.) 1980, 26) Öljyn vesiliukoiset yhdisteet voivat liueta mereen. Vesiliukoisimpia ovat kevyet aromaattiset hiilivedyt. Samat yhdisteet tosin ovat ensimmäisiä, jotka haihtuvat ja kyseinen prosessi on 10–100 kertaa nopeampi kuin liukenemisprosessi. Liukeneminen tapahtuu nopeimmin dispersion jälkeen. (ITOPF) Öljyn hapettuessa muodostuu myös komponentteja, joiden liukoisuus voi olla suurempi kuin alkuperäisvalmisteen. Samoin emulgoituminen nopeuttaa liukoisten tuotteiden liukenemistä. Liukenemisprosessilla on vaikutusta sekä lyhyellä että pitkällä tähtäyksellä, mutta ajan kuluessa liukeneminen veteen vähenee. (Pfister (toim.) 1980, 26–27)

2.2.7 Biohajoaminen

Merivesi sisältää mikro-organismeja, jotka käyttävät öljyä ravinnokseen. Nämä voivat osittain tai kokonaan hajottaa öljyä vesiliukoisiksi yhdisteiksi ja lopulta hiilidioksidiksi ja vedeksi. Eri mikro-organismit hajottavat tiettyjä raakaöljyn hiilivetyjakeita. Kuitenkin osa öljyn jakeista on hajoamattomia ja näin erittäin pysyviä. Biohajoamiseen vaikuttavat mikrobien ja ravinteiden määrä vedessä, lämpötila, suolapitoisuus, öljyn leviäminen ja koostumus sekä liuenneen hapen määrä (Pfister (toim.) 1980, 27). Lämpimät olosuhteet ovat suotuisimpia biohajoamiselle. (ITOPF) Tarvitaan laaja joukko mikro-organismeja, jotta öljyä saadaan merkittävästi vähennettyä (EPA 2006). Meressä hapen vähyys ei yleensä ole ongelma, ainakaan meriveden pintakerroksissa, mutta jään alla ja meren pohjassa hajoaminen voi olla vähäistä. Öljyä hajottavia anaerobisia mikrobeja on myös tavattu luonnossa, mutta niiden tehokkuus on yleensä pienempi kuin aerobinen hajoaminen. Öljyn biohajoaminen on hidasta ja kestää useista kuukausista useisiin vuosiin. (Rytkönen ja Liukkonen 1995, 2) Näin ollen biohajoaminen ei ole merkittävin säästymisprosessista öljyonnettomuuden alkuaikoina.

2.2.8 Sedimentoituminen

Eräät raskaat öljyalaadut ovat vettä raskaampia, jonka johdosta ne sedimentoituvat eli vajoavat meren pohjaan. Meriveden tiheys on noin $1,024 \text{ kg/m}^3$, jonka johdosta vain harvat öljyt ovat sitä raskaampia. Raskaat öljyalaadut voivat kuitenkin esimerkiksi haihtumisen seurauksena muuttua vettä raskaammiksi ja näin vajota pinnan alle (Lehmuskoski (toim.) 2003, 4). Öljyjen tulee siis olla sakkautuneita tai orgaanisia materiaaleja sisältäviä, jotta vajoaisivat. Rannalta öljy voi ottaa mukaansa esimerkiksi hiekkaa, joka voi johtaa öljyn vajoamiseen mereen. (ITOPF)

2.2.9 Talviolosuhteet

Jääolosuhteissa öljyn leviäminen tapahtuu hitaammin kuin avovedessä. Öljy liikkuu kiintojään alla vasta, kun veden virtausnopeus on yli 20 cm/s . Viskositeetin vaikutuksesta veden ja öljyn ominaispainojen ero pyrkii tasaamaan aineiden rajapintaa. Hitaammasta leviämisestä johtuen ajan kulumisen öljyntorjunnassa ei ole niin hälyttävää kuin avomerellä. Öljyä voi joutua jäälle myös veden jäätyessä. Tällöin öljy voi kuorruttaa jääkappaleita ja tunkeutua jään huokosiin. Mikäli öljyä ei kerätä jäistä, se ajautuu rantaan jäiden sulaessa. (Jolma 2004, 7)

Öljyn olomuoto ei muutu talvella kylmissä olosuhteissa niin nopeasti kuin kesäaikaan, koska öljyn haihtuminen ja hajoaminen on vähäisempää (Lehmuskoski (toim.) 2003, 4). Kaikkein kevyimmät ja paloherkimmät ainesosat kuitenkin todennäköisesti haihtuisivat myös talvella (Sarvala ja Sarvala (toim.) 2005, 120). Jään alle joutuneen öljyn liukeneminen voi olla merkittävämpää kuin haihtuminen, koska haihtuminen ilmaan on estetty (Hirvi (toim.) 1990, 45).

2.3 Itäisen Suomenlahden ranta- ja saaristomaisema

Itäisen Suomenlahden vesialueella on saaria, vedenalaisten harjanteiden rajaamia altaita ja itäisen Suomenlahden kansallispuisto. Alueen saaret ovat jyrkkärantaisia ja syvien vesien ympäröimiä ja tyrskyjen pieksemiä kalliosaaria, joiden lohkareiden raoissa saat-

taa rehottaa pensaikkoa. Useimmat saaret ovat puuttomia ja metsäiset saaret ovat yleensä jäkäläistä kalliomännikköä. Kalliosaarten lisäksi löytyy harjusaaria kuten Pitkäviiri hiekkarantoineen ja laajoine rantamatalikkoineen. Pääosin rannat ovat kivikkoisia hiekkarantoja tai kalliorantoja, mutta alueelta löytyy myös pieniä matalakasvuisia rantaniittyjä. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2005a)

Itäinen Suomenlahti on merkittävä saaristolinnuston, kuten selkälokin, kala- ja lapintii-ran pesimäalue sekä lintujen arktisen muuton läpikulkualue (Ahponen 2005, 11; Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2005a). Lahden jäät ovat puolestaan harmaahylkeiden tärkeää lisääntymisaluetta. Alueen yleisimpiä vesilintuja ovat isokoskelo ja tukkasotka. Sinisimpukkaa esiintyy alueella pienikokoisina ja harvalukuisena. Samoin rakkolevä elää alueella ääri rajoillaan. (Metsähallitus 2005) IMO onkin nimennyt Itämeren erittäin herkäksi merialueeksi (Ahponen 2005, 11). Itämeren vesi vaihtuu kerran neljännesvuosisadassa ja vesi sekoittuu hitaasti. Meri on myös matala ja vähäsuolainen (Jolma 2004, 2). Esimerkiksi Virolahden edustan pintaveden suolapitoisuus on noin 3,5-4 ‰ (Oulasvirta). Suomenlahti on jäänpeitossa noin kolme kuukautta ja jääkenttä on paksuinta juuri Suomenlahden itäosissa, jossa jääpeite pysyy pisimpään (Hänninen et al. 2002, 35–36).

Etelä-Kymenlaakson alueen kuntien rantaviivan pituuksia ja Suomenlahden saarten lukumääriä sekä saarten rantaviivan pituuksia on esitetty taulukossa 1. Suomenlahden lukemattomista poukamista ja saarista kertyykin öljylle altista rantaviivaa enemmän kuin rannikon rantaviivasta (Jolma 2004, 2).

Taulukko 1. Saaria ja rantaviivaa Kymenlaakson alueen itäisellä Suomenlahdella (Halonen 2007, 52)

Kunta	Mantere [km]	Suuret saaret (rantaviiva > 1 km/saari)		Pienet saaret (rantaviiva < 1 km/saari)		Yhteensä [km]
		[km]	[kpl]	[km]	[kpl]	
Hamina	147	201	70	129	330	477
Kotka	137	213	60	111	290	461
Pyhtää	160	140	46	66	206	366
Virolahti	133	92	39	38	109	263

Öljyonnettomuuden tapahtuessa rannan likaantumisalttiuteen vaikuttaa rantamateriaali. Rannan elpymiskyky on sitä parempi, mitä enemmän vesi huuhtelee rantaa ja mitä vä-

hemmän materiaali pystyy sitomaan öljyä. (Jolma 2002, 6) Erilaisten rantojen likaantumisalttiuksia on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Rantamateriaalien likaantumisalttiuksia (Jolma 2002, 6-7)

Rantamateriaali	Keskimääräinen partikkelikoko [mm]	Likaantumisalttius	Rantatyyppejä
Kallio ja lohkare	> 250	Pieni	Kallio-, kalliojyrkänne-, louhikkoranta tai rapakallioranta
Kivikko ja sora	2–250	Keskinkertainen	Kivikko- tai soraranta
Hiekka	0,1-2	Suuri	Hiekka- ja hietaranta
Siltti, savi ja muta	< 0,1	Eryyisen suuri	Vesijättö-, kosteikko- tai lieteranta
Mikä tahansa edellä mainituista		Eryyisen suuri	Luonnon suojelualue, uimaranta tai muu erityistä suojaa vaativa ranta

2.3.1 Kallio- ja louhikkoranta

Kallioranta on kallioiden muodostama ranta, jonka halkeamissa esiintyy louhikoita ja erityisesti suojaisemmissa poukamissa ja lahdelmissa voi olla irtomaa-aineksen muodostamia rantatasanteita. Kalliojyrkännerannalla kallio viettää jyrkästi syvään veteen ilman vedenpinnan yläpuolelle jäävää rantatasannetta. Louhikkoranta puolestaan on keskimääräiseltä partikkelikooltaan yli 250 mm lohkareiden peittämä ranta, jossa kivien laatu voi vaihdella lohkareista vierinkiviin. Rapakallioranta muodostuu rikkonaisesta rapautuvasta kallioista, jossa rantatasanne on moroa eli mekaanisesti hajonnutta kalliota (Jolma 2002, 7; Niska 2004, 34). (Jolma 2002, 7)

Kalliorannoilla ja rannoilla, joissa on isompia lohkareita tai ihmisten rakentamia kiinteitä rakenteita, likaantumisalttius on pieni. Aallot ja virtaukset huuhtovat yleensä hyvin öljyä pois, mikä johtaa pieneen öljynpidätyskykyyn ja näin hyvään elpymiskykyyn. Öljyä saattaa kuitenkin jäädä notkelmiin, halkeamiin ja koloihin sekä vesirajan yläpuolelle, aaltojen ulottumattomiin (Lahmuskoski 2003, 11). Likaantumisalttiuden pienuuteen vaikuttaa myös kasvillisuuden ja eliöstön niukkuus. Kalliorannat sietävät hyvin eri puhdistusmenetelmiä. (Jolma 2002, 6)

2.3.2 Kivikko- ja soraranta

Kivikkoranta koostuu karkeasta moreenista tai kivistä, joiden keskimääräinen partikkelikoko on 50–250 mm. Soraranta on puolestaan lajittuneesta sorasta, jonka keskimääräinen partikkelikoko on 2-50 mm, muodostunut tasainen ranta tai soramoreenista muodostunut jyrkempi ranta. Rannoilla öljyä jää kivien koloihin ja niiden alle. Karkea rantamateriaali viittaa kuitenkin hyvään huuhtoutuvuuteen, koska hienommat maa-ainekset ovat kulkeutuneet pois, joten likaantumisalttiutta ja öljynpidätyskykyä voidaan kuvata keskinkertaiseksi. (Jolma 2002, 6-7)

2.3.3 Hiekka- ja hietaranta

Hiekkaranta on lajittuneesta hiekasta ja sorasta muodostunut ranta. Hietaranta on puolestaan lajittuneesta hiekasta muodostunut ranta. Näillä tasaisilla rannoilla on suuri öljynpidätyskyky, joka johtaa suureen likaantumisalttiuteen. (Jolma 2002, 6-7) Hiekan päälle kerääntyy raskasta öljymassaa ja raskaat öljyt voivat tunkeutua 25 cm syvyydelle hiekkaan. Kevyet öljyt tunkeutuvat jopa syvemmälle aallokon ja liikkuvan hiekan johdosta. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 11)

2.3.4 Muita rantoja

Lieteranta on alava ja tasainen ranta, jonka maalajit ovat eloperäistä liejua tai vyöhykkeittäin lajittuneita savi- ja silttimuodostumia. Vesijättöranta on alava ja tasainen ruohikkoalue, joka ajoittain peittyy veteen. Kosteikkoranta on puolestaan suojainen, soistunut, ruohikkoinen ja matala suo- ja vesialue, joka on usein tärkeä lintualue. Kyseisten rantojen rantamateriaalin keskimääräinen partikkelikoko on alle 0,1 mm. Rantamaan hienojakoisuus, rannan tasaisuus, heikko huuhtoutuvuus, runsas kasvusto ja eliöstö johtavat suureen öljynpidätyskykyyn ja näin erityisen suureen likaantumisalttiuteen ja huonoon elpymiskykyyn. Kyseisiä rantoja on vaikea puhdistaa ja puhdistus voi aiheuttaa rannan muuttumista. Sama likaantumisalttius on myös luonnonsuojelualueilla ja uimarannoilla, koska esimerkiksi uimarantojen käyttöaste on suuri, jonka takia ne tulee puhdistaa hyvin. (Jolma 2002, 6-7)

2.4 Öljyntorjunta merellä

Alusjätelain 12 §:n perusteella ympäristöministeriölle kuuluu aluksista aiheutuvien öljyvahinkojen torjuntatoimen ylin johto ja valvonta. SYKE puolestaan järjestää merellä sattuneen öljyonnettomuuden torjuntatoimet. Alueellinen ympäristökeskus puolestaan ohjaa ja valvoo torjunnan järjestämistä sekä tarvittaessa osallistuu torjuntaan. Kunkin alueen pelastustoimi huolehtii alueensa öljyvahinkojen torjunnasta. Kunnan viranomaiset ja laitokset puolestaan osallistuvat omalta osaltaan öljyvahinkojen torjuntaan ja huolehtivat tarvittaessa vahingon jälkitorjunnasta. (L 30.12.2004/1408) Muut viranomaiset, kuten poliisi, puolustusvoimat, Rajavartiolaitos, Merenkululaitos, Tielaitos, lääninhallitus ja Merentutkimuslaitos ovat alusjätelain 31 §:n mukaan velvollisia antamaan pyydettyä virka-apua. Saman pykälän perusteella torjuntaviranomaisten ja virka-apua antavien viranomaisten tulee laatia alueellisen ympäristökeskuksen johdolla suunnitelma torjuntatyön yhteistoiminnasta. Suunnitelman vahvistaa ympäristöministeriö. (L 26.5.2000/489)

Suomen öljyntorjuntavalmius liittyy useisiin kansainvälisiin sopimuksiin. Suomi on jäsenen Itämeren suojelua koskevassa Helsingin sopimuksessa ja Pohjoismaiden välisessä Kööpenhaminan sopimuksessa. Lisäksi Suomi on laatinut kahdenväliset sopimukset Viron ja Venäjän kanssa sekä Euroopan yhteisön jäsenmaiden kesken on sovittu vastavasta yhteistyöstä. (Hautojärvi et al. 2003, 10)

Itämeren suojelusopimus on Suomen meriympäristövahinkojen torjunnan kannalta keskeisin kansainvälinen sopimus. Sen puitteissa on sovittu Itämeren rantavaltioiden kesken yhteisistä menettelytavoista ja varautumisesta vahinkojen torjuntaan. Sopimuksen mukaan öljyntorjunnan aikana öljyä tulee ensisijaisesti ottaa talteen mekaanisesti. Muut menetelmät, kuten polttaminen tai hajottajakemikaalien käyttäminen, voivat tulla kysymykseen vain poikkeustapauksissa. Lisäksi upotusaineiden käyttö on kielletty. (Hautojärvi et al. 2003, 10)

2.4.1 Öljyntorjunnan eteneminen

Alusöljyvahingoista tehdään hätä- ja onnettomuusilmoitus yleensä meripelastuskeskukseen tai aluehälytyskeskukseen. Tieto onnettomuudesta tulee välittyä kumpaankin keskukseen. Meripelastus- ja aluehälytyskeskuksen tehtävänä on informoida asiasta Suomen ympäristökeskuksen päivystäjälle, joka on jatkuvassa varallaolossa. Päivystäjä hälyttää tarpeen mukaan onnettomuuspaikalle valtion torjunta-aluksia, muuta kalustoa ja toimenpideapua. (Syvänen (toim.) 2005, 10)

Kiireellisten alkutoimien tekemisestä vastaavat alueen pelastustoimen öljyntorjuntayksiköt. Torjuntatöitä johtaa onnettomuuspaikan alueen pelastustoimen nimeämä pelastusviranomainen. (Syvänen (toim.) 2005, 10) Tarvittaessa johtovastuu siirtyy alusjätelain 19 §:n mukaiselle SYKE:n asettamalle torjuntatöiden johtajalle (L 30.12.2004/1408).

Alusjätelain 12 §:n mukaan alueen pelastustoimella tulee olla alusöljyvahinkojen torjuntasuunnitelma, jonka alueellinen ympäristökeskus on vahvistanut (L 30.12.2004/1408). Kymenlaakson pelastuslaitoksella on voimassa oleva öljyvahinkojen torjuntasuunnitelma, joka koskee Kymenlaakson rannikkokuntaa: Hamina, Kotka, Pyhtää ja Virolahti. Tämä suunnitelma on laajennettu kattamaan koko Kymenlaakson alue SÖKÖ-hankkeen toimintamallin avulla. (Halonen 2007, 23)

Kiireellisiä alkutoimia ovat aluksesta vapautuneen öljyn leviämisen pysäyttäminen ja rajoittaminen sekä aluksen puomittaminen. Onnettomuuden vakavuus määritellään ja onnettomuuspaikalle kutsutaan mahdollisesti hinaajia, sukeltajia, pumppausyksiköitä ja lastin kevennysaluksia. Öljyä pyritään siis keräämään myös aluksen rikkoutuneista tankeista ja mahdollisesti uponneesta hylystä, jotta öljyn vapautuminen mereen saataisiin loppumaan (Jolma 2004, 6). Jos mahdollista, onnettomuuteen joutunut alus hinataan suojauspaikalle. (Syvänen (toim.) 2005, 10–11)

Onnettomuudesta laaditaan tilannekuva yhteistyössä valtakunnallisten ja alueellisten alusöljyvahinkojen torjuntaviranomaisten kanssa, mutta sen laatimisesta ja ylläpitämisestä vastaa torjuntatöiden johto. Tilannekuvaa varten tarvitaan tietoja aluksella olleista

ja olevista öljyistä, niiden laadusta, määristä ja ominaisuuksista sekä havaintoja ja ennusteita öljyn leviämisestä. Öljyhavaintojen saamiseksi suoritetaan lento- ja maastotiedosteluja sekä hankitaan satelliittikuvia. (Syvänen (toim.) 2005, 11) Lentovalvonnan avulla alukset voidaan opastaa öljylautan paksuimpaan kohtaan. Öljylautan öljystä yleensä 90 prosenttia sijaitsee alueella, joka on noin kymmenesosa koko lautan pinta-alasta. (Suomen ympäristökeskus 2004, 4)

Öljyä kerätään merestä mahdollisimman pian ennen kuin se alkaa levitä. Leviämisen seurauksena öljyn talteen saamisen mahdollisuudet heikkenevät ja mataliin vesiin ehtinyt öljy on jo suurten keräysalusten ulottumattomissa. Tällöin torjunta jää rantavyöhykkeelle, jossa öljyn kerääminen on raskaampaa ja aikaa vievää. (Jolma 2004, 6) Onnettomuuspaikalle saapuu pienempiä öljypuomeilla varustettuja aluksia, jotka pareittain nuottaavat öljyä hinaamalla puomeja, öljynkeräystyöhön mekaanisella keräysjärjestelmällä varustettuja aluksia ja yksittäisiä aluksia puomien laskemiseksi tai ohjaamiseksi. (Syvänen (toim.) 2005, 13)

Poikkeustapauksissa Suomenlahdella voidaan käyttää myös muita kuin mekaanisia menetelmiä. Mereen voidaan levittää kemikaaleja, jotka muuttavat öljyn koostumusta ja tekevät öljyn keräämisen mekaanisesti öljyntorjunta-aluksilla mahdottomaksi (Saavalainen 2006). Kemikaalien myrkyvaikutus yhdessä öljyn kanssa voi myös olla pelkkää öljyä vaarallisempi (Lumiaro et al. 2002). 1960–1970-lukujen vaihteessa Suomessa käytettiin vielä öljyn torjuntamenetelmänä öljyn polttoa (Suomen ympäristökeskus 2006a, 1).

2.4.2 Torjuntakalusto

Suomella on 15 öljyntorjunta-alusta, joista kaksi on Merivoimien (MV) hallinnassa, kolme Rajavartiolaitoksella (RVL), yksi Ahvenanmaan maakuntahallituksella (ÅLS) ja loput Varustamoliikelaitoksella (VLL). Taulukossa 3 on esitetty Suomen torjunta-alukset ja niiden keräyskapasiteetit, alusten nopeuden ollessa yksi solmu ja öljykerroksen paksuuden ollessa yhden millimetrin. (Jolma 2004, 5)

Taulukko 3. Suomen öljyntorjunta-alukset (Jolma 2004, 5; Suomen ympäristökeskus 2007b)

Alus	Omistaja	Sijoituspaiikka	Keräyskapasiteetti [m ³ /h]	Tankin tilavuus [m ³]
Halli	MV	Turku	74,08	1400
Hylje	MV	Kirkkonummi	64,82	800
Kummeli	VLL	Savonlinna	46,11	70
Letto	VLL	Oulu	55,56	42,7
Linja	VLL	Pori	42,60	77,4
Merikarhu	RVL	Helsinki	59,26	40
Oili I	VLL	Helsinki	38,89	80
Oili II	VLL	Turku	38,89	80
Oili III	VLL	Maarianhamina	38,89	80
Oili IV	VLL	Vaasa	35,19	30
Seili	VLL	Kotka	55,56	196
Sektor	VLL	Turku	46,11	108
Svårtan	ÅLS	Maarianhamina	38,89	52
Tursas	RVL	Turku	55,56	100
Uisko	RVL	Turku	55,56	100
Yhteensä			746	3256

Öljyntorjunta-alusten keräyskapasiteettiin vaikuttaa, kuinka kauan aluksilla menee onnettomuuspaikalle saapumiseen, kerättävän öljykerroksen paksuus ja viskositeetti, öljyntorjunta-aluksen kulkunopeus ja muut olosuhteet kuten sää. Nopeus on keruutehtävissä hyvin alhainen, 1-2 solmua. (Valtion öljyntorjunta-alukset 2006) Torjunta-alusten keräys- ja varastointikapasiteetti vastaa olosuhteista riippuen 1000–5000 t öljymäärää. 10 000–15 000 t öljyvahingon torjuntaan Suomen voimavarat eivät riitä, vaikka mukaan otettaisiin muiden Itämeren valtioiden voimavarat. Kyseinen öljymäärä vastaa ison öljysäiliöaluksen yhden lastitankin sisältöä. Puhdistusta jouduttaisiin onnettomuuden satuessa jatkamaan rannoilla. (Jolma 2004, 6)

Öljyntorjunta-aluksia on sijoitettu eri puolille Suomen rannikkoa, jotta ne saavuttaisivat kuuden tunnin kuluessa kotisatamasta minkä tahansa paikan Suomen vastualueella. Öljyvahingoissa alusten oma tankkikapasiteetti täyttyy pian ja avuksi tarvitaan lisävarastokapasiteettia, johon öljyä keräävät alukset voivat tyhjentää keräystankkinsa. Valtion kalustoa täydentävät kuntien öljyntorjuntaveneet, työlautat, rannikko- ja meripuomit. (Jolma 2004, 5-6) Öljyntorjuntaveneillä on pieni öljyntorjuntakapasiteetti, mutta ne ovat erittäin tärkeitä onnettomuuden alkutorjuntatehtävissä valmiutensa ansiosta. Osassa veneistä on öljynkeruulaite. Öljyntorjuntaveneillä voidaan hoitaa esimerkiksi puomitusta ja kaluston kuljetusta onnettomuuspaikalle. (Suomen ympäristökeskus 2006b)

Öljyntorjunta kapasiteetti kasvaa, kun itäiselle Suomenlahdelle sijoitettava monitoimialus valmistuu vuonna 2009 (Suomen ympäristökeskus 2007a). Suomella on Venäjän ja Viron kanssa kahdenväliset sopimukset öljyntorjuntayhteistyöstä. (Enestam 2004a, 6) Vuonna 2006 Virolla oli kaksi öljyntorjunta-alusta (EVA 316 ja Kati) ja Venäjällä oli yksi avomerikelpoinen öljyntorjunta-alus (Yasniy) sekä pienempiä torjunta-aluksia (Helcom 2005; Helsingin sanomat 2006).

2.4.3 Jääolosuhteet

Jää estää avoveden öljyntorjuntamenetelmien käytön ja näin keräys tapahtuu erikoislaitteilla. Aluksen keulaan voidaan asentaa vahinkopaikalla nostureilla 25 t painoinen jääkeula, jota työnnetään jäiden yli. Laitteen alla on liikkuvat harjat, jotka puhdistavat jääkappaleet ja keräävät öljyn. Toisena vaihtoehtona on öljyntorjuntakauha, jota voidaan käyttää myös rantojen putsamiseen. Kauhassa on pyörivä, lakaisukonetta muistuttava harja, joka puhdistaa jäitä. Kolmas vaihtoehto on öljyjääerotin. Laite kiinnitetään öljyntorjunta-aluksen laitaan. Tärytettävää kaltevaa säleikköä ajetaan puhdistettavissa jäissä. Öljy erottuu jäistä ja ohjataan virtaavan veden pinnalla aluksen sisään, josta keräysjärjestelmä kuorii öljyn talteen. Edellä käytyjen laitteiden lisäksi esimerkiksi venäläisillä on jäiden sekaan nostettavia keräyslaitteita. (Jolma 2004, 7)

Öljynkeräys onnistuu myös kiintojäistä, jolloin öljyä siirretään paineilman avulla jään alta railoihin ja näin jään päälle. Siirtäminen voi tapahtua myös väylälle, mistä öljy kerätään edellä esitetyillä laitteilla. Jään sahaukseen on kehitetty koneita, ja jään päälle saatua öljyä voidaan kerätä eri tavoin. Näin ollen öljyn keräys on mahdollista jääolosuhteissa, mutta se on vaikeaa ja kallista. Hidaskin öljyn keräys vähentää rannoille kulkeutuvan öljyn määrää. (Jolma 2004, 7)

2.5 Öljyyntyneiden rantojen puhdistaminen

Rantoja voidaan joutua puhdistamaan useita kertoja. Oleellista onkin ennen puhdistuksen aloittamista pyrkiä ehkäisemään öljyn pääsy rannoille. Avovesitorjunnan ulottumattomiin ajelehtinutta öljyä voi yleensä vielä puomittaa ennen sen rantaan tuloa ja kerätä

öljyntorjuntaveneitä, keräyslaitteita ja kevyttä puomikalustoa käyttäen. Apuna voi käyttää ajelehtimishavaintoja ja mallilaskelmia, joiden pohjalta voidaan päätellä, mitä aluetta öljy mahdollisesti uhkaa. Pitkän rantaviivan ja ajanpuutteen takia voi olla järkevää ensin rajoittaa öljy uhanalaisilta alueilta ja alueilta, joiden likaantumisalttius on erityisen suuri (katso kappale 2.3). Lisäksi tulee estää öljyn kulkeutuminen rantaviivaa pitkin ennen puhdistamisen aloittamista. (Jolma 2002, 9)

SÖKÖ-hankkeen aikana jaettiin koko Kymenlaakson rantaviiva, niin saaristo kuin mantere, yhden kilometrin levyisiin lohkoihin ja lohkot edelleen viiteen 200 m levyiseen kaistaleeseen. Torjuntatyön aluksi selvitetään lohkon ja kaistaleiden tarkkuudella öljyn sijainti, rantamateriaali, likaantumisalttius (katso taulukko 2) ja öljyn peitto, jota on kuvattu taulukossa 4. Samalla selvitetään öljyyntyneiden alueiden erityispiirteet kuten vedenottoaikat. Merkittävän suuruudessa onnettomuudessa tietojen keräämisen suorittaa puolustusvoimat. Tietojen tulee olla torjuntajohdon käytettävissä mahdollisimman pian. Kerätyn tiedon perusteella päätetään alueiden puhdistusjärjestys ja puhdistusmenetelmät. (Halonen 2007, 47–48 ja 50)

Taulukko 4. Rantavyöhykkeen öljyisyyden arvioiminen (Jolma 2002, 10)

Öljyisyys	Öljyn peittosuus rantavyöhykkeestä [%]	Tunnusmerkkejä rantatasanteen likaantumisesta	Tunnusmerkkejä rantaveden likaantumisesta
Käytännöllisesti katsoen puhdas	Alle 2	<ul style="list-style-type: none"> Laajalla alueella enintään pieniä tahroja Ei öljypaakkuja 	<ul style="list-style-type: none"> Enintään hajanaisia kalvoja Ei öljypaakkuja
Pieniä läikkiä/vähän likaantunut	2–10	<ul style="list-style-type: none"> Ohuita erillisiä läikkiä Öljypaakkuja enintään 2-3 kpl/m² 	<ul style="list-style-type: none"> Enintään ohut öljykerros suojaisissa paikoissa Öljypaakkuja enintään 2-3 kpl/m²
Suuria läikkiä/selvästi likaantunut	10–50	<ul style="list-style-type: none"> Enintään 1-2 cm paksuja yhtenäisiä öljykerroksia Öljypaakkuja enintään 1 kpl/m² 	<ul style="list-style-type: none"> Enintään 1-2 cm paksu yhtenäinen öljykerros Öljypaakkuja enintään 1 kpl/m²
Pääosin öljyn peitossa/voimakkaasti likaantunut	50–100	<ul style="list-style-type: none"> yli 2 cm paksu lähes yhtenäinen öljykerros Yli 5 cm paksuudelta yhteen kertyneitä öljypaakkuja 	<ul style="list-style-type: none"> Yli 2 cm paksu yhtenäinen öljykerros Tiheään pakkautuneita öljypaakkuja

Puhdistusmenetelmiä on useita erilaisia ja niistä tulee löytää menetelmät, jotka soveltuvat öljyyntyneeseen maastoon parhaiten ja vahingoittavat mahdollisimman vähän ympä-

ristöä. Öljyä pyritään kuitenkin mahdollisuuksien mukaan keräämään rannoilta koneellisesti, sillä käsin kerääminen on aikaa vievää (Jokinen 2006). Käsin keräämistä käytetään yleensä lievästi likaantuneilla alueilla, joilla öljyn peitto on 2-10 %, ja likaisemmillä alueilla vain, jos tehokkaampia menetelmiä ei voida käyttää esimerkiksi maaston vuoksi. Rannoilla tarvitaan useita käsipareja puhdistustoimiin, mutta silti ison öljyvahingon seurauksena puhdistus voi kestää kuukausia tai jopa vuosia (Jokinen 2006). Vahinkoa edeltävään tilaan pääseminen on riippuvainen niin öljyyntyneen rannan laadusta, alueiden määrästä, likaantumisasteesta kuin rannan käyttötarkoituksesta. (Jolma 2002, 5 ja 24)

2.5.1 Vapaaehtoiset öljyntorjuntajoukot

Viranomaisten voimavarat eivät välttämättä riitä yksinään rantojen siivoamiseen, jolloin he voivat pyytää avukseen vapaaehtoisia kuten WWF:n perustamat vapaaehtoiset öljyntorjuntajoukot. WWF perusti öljyntorjuntajoukot vuonna 2003. Joukkoihin on ilmoittautunut Suomessa yli 3800 henkilöä, joista noin kaksi prosenttia on Kymenlaakson alueelta, ja määrä kasvaa koko ajan (Jokinen 2006). Onnettomuustilanteessa WWF hälyttää keräämänsä rekisterin perusteella öljyntorjujat paikalle tekstiviesteillä ja sähköpostilla. He työskentelevät viranomaisten alaisuudessa ja ohjeiden mukaisesti. SYKE osallistuu joukkojen ryhmänjohtajien koulutukseen. (Ahponen 2005, 10)

2.5.2 Öljyntorjujien suojarusteet

Öljyntorjujat jaetaan rannalla enintään 20 hengen ryhmiksi, joilla on kullakin ryhmänjohtaja. Öljyntorjujat pukeutuvat rannalla varusteisiin, jotka suojaavat öljyn vaikutuksilta kuten ihon kuivumiselta, hengitysteiden ärsytykseltä, päänsäryltä, huimaukselta, pahoinvoinnilta ja jopa syöpäriskiltä. Suojarusteina pidetään saappaita, suojapukua, kuten sadeasua ja/tai kankaista työhaalaria, öljyn kestäviä ja kämmenistä karhennettuja suojahanskoja, suojalaseja ja hengityssuojainta. Varusteita pukiessa hihat ja lahkeet teipataan ilmastointiteipillä saappaiden ja hansikkaiden varteen, jotta öljyä ei pääse suojarustuksen alle. Lisäksi ryhmänjohtajat pukevat päälleen keltaiset liivit ja ensiaputai-

toisille laitetaan punainen nauha käsivarteen (Perkiökangas et al. 2006). (Lehmuskoski (toim.) 2003, 6-7)

2.5.3 Rantojen puhdistaminen käsin

Rantojen puhdistaminen aloitetaan rajaamalla ranta puhtaisiin ja likaisiin alueisiin. Likaisia alueita puhdistetaan viranomaisten laatiman suunnitelman mukaisesti. Puhdistus tapahtuu puhtaalta alueelta likaista eli vesirajaa kohti äyskäreillä, lasten lapioilla ja kukkalapioilla, muurauslastoilla, haarukoilla tai lusikoilla. Isompina välineinä ovat muun muassa lapiot, talikot, haravat tai katuharjat. Kivien ja kallioiden putsamisessa apuna ovat tiski- tai juuresharjat. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 7 ja 9) Siivoojat eivät saa poistua likaiselta alueelta operaation aikana. Puhtaan alueen henkilöt pysyvät myös omalla alueellaan. Likaiselta alueelta poistuessa kuljetaan puhdistuspisteen kautta, joka on esimerkiksi maahan asetettu kevytpeite. Tämän päällä riisutaan ja puhdistetaan varusteet enimmästä öljyistä. (Perkiökangas et al. 2006)

Öljinen jäte kerätään ämpäriin, jota suojaa kaksi sisäkkäistä muovipussia. Ämpäreiden ollessa puolillaan ne kuljetetaan puhtaan alueen rajalle, jossa puhdas henkilö sulkee pussin tiiviisti nippusiteellä tai narulla ja nostaa pussin isompaan keräyssaaviin. Saavia suojaa kaksi sisäkkäin olevaa jätessäkkiä. Säkit suljetaan tiiviisti nippusiteillä tai hampunarulla ja kuljetetaan saavissa välivarastoon esimerkiksi siirtolavalle. Mikäli öljyä on todella paljon, öljyn kerääminen tapahtuu suoraan muovipusseilla vuorattuihin saaveihin. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 10) Vesikasvillisuuden ja rantakasvillisuuden puhdistaminen on vaikeaa. Kasvit voidaan niittää esimerkiksi viikatteella tai niittokoneella, minkä jälkeen ne voidaan kerätä säkkeihin tai polttaa kasoissa rannalla (katso kappale 3.4.1). Ennen polttoa tulee miettiä aiheutuvia ympäristövaikutuksia. (Jolma 2002, 30 ja 32)

2.5.4 Rantojen puhdistaminen koneilla

Erikoiskalustoa ja laitteistoa käytetään suuritöisillä alueilla, joissa erikoismenetelmien käyttö on käsin puhdistusta edullisempaa. Vahvasti likaantuneella alueella, jonka öljyn

peitto on yli 30 %, voidaan pumppauksella ja alipaineimulla imeä painanteista, kaive-
tuista kuopista tai vedestä öljyä säiliöön. (Jolma 2002, 13 ja 31) Skimmereillä eli öljyn-
keräyslaitteilla voidaan kerätä talteen öljyä veden pinnalta rannan tuntumasta. Ne voi-
daan liittää esimerkiksi imuautoon tai -pumppuun. (Balerman Oy)

Öljyistä maata voidaan kuoria kauhakuormaajalla, tiehöylällä tai telapuskukoneella ka-
soiksi, jotka etukuormaaja lastaa kuorma-autoon tai traktorin perävaunuun poiskuljetet-
tavaksi. Lastaus voi tapahtua myös suoraan välivarastointipaikkaan tai kompostointiau-
maan. Menetelmä soveltuu voimakkaasti likaantuneille rannoille, öljyn peitto yli 50 %,
joilla on irtomaalajeja kuten hiekkaa, soraa tai kiviä. Lieterannoilla menetelmää rajoittaa
maaperän kantavuuden nopea heikkeneminen, alustana voidaan käyttää tällöin uivaa
kaivukonetta. Koneellista maankuorintaa tehdessä tulee huomioida likaantuneen maa-
kerroksen paksuus. Tiehöylällä kuorintapaksuus on alle 4 cm, kauhakuormaajalla ku-
orintapaksuus on alle 25 cm ja telapuskukoneella kuorintapaksuus on yli 15 cm. Kuorin-
nan voi suorittaa ajaen kaistoittain rantaviivan suuntaisesti. (Jolma 2002, 33)

Öljyn mekaaninen keräys voi tapahtua kallio- ja kivipinnoilta sekä maan ja veden pin-
nalta kaivinkoneen kaivuvarteen kiinnitetyn harjakauhan avulla. Menetelmä käy lähes
kaiken tyyppisille rannoille, jotka ovat voimakkaasti tai selvästi likaantuneet öljystä.
Harjakauha soveltuu myös jääolosuhteisiin. Menetelmä soveltuu erityisesti raskaiden
öljylaatujen keräykseen ja kerätyn öljyvahinkojätteen öljypitoisuus on yleensä suuri.
Jäte siirretään kauhasta pumpun avulla tai mekaanisesti esimerkiksi suursäkkeihin.
(Jolma 2002, 35)

Sora-, hiekka- tai lieterannoilla, joilla öljymäärät ovat pieniä, voidaan öljyistä pintamaa-
ta kääntää kyntämällä, äestämällä tai käsityönä. Tällöin rannalla ei saa olla esimerkiksi
erityistä virkistyskäyttöä, koska maahan käännetty öljy hidastaa rannan elpymistä.
Maassa tapahtuvaa öljyn luontaista hajoamista voidaan tosin edistää lannoittamalla tai
kalkitseamalla käännettävä maa. Lisää luontaisesta biohajoamisesta on kerrottu kappa-
leessa 3.1.1. (Jolma 2002, 34)

Kivikko-, sora- ja hiekkarannoilla rantamateriaaleja voidaan siirtää veteen, jossa tapahtuu luonnollista puhdistumista aaltojen vaikutuksesta. Hiekkarannoilta myös voidaan kerätä kiinteää öljyä hiekanpuhdistuskoneilla. Öljyn poistamista polttamalla voidaan harkita rannoilla, jotka ovat 50–100 %:sti öljyn peitossa, mutta polton ympäristövaikutuksia tulee miettiä perusteellisesti etukäteen. (Jolma 2002, 14, 21–22 ja 32)

2.5.5 Rantojen viimeistelypuhdistus

Puhdistuksen viimeistelyastetta harkittaessa on pyrittävä jättämään ympäristölle edellytykset toipua sekä öljyn että puhdistustoimenpiteiden vaikutuksesta. Viimeistelyastetta harkittaessa otetaan siis huomioon eri toimien tuomat haitat ja kustannukset suhteutettuna niillä saavutettavissa olevaan puhdistushyötyyn. Viimeistelypuhdistus ei poista kaikkia likaantumisen jälkiä, mutta tähtää öljyn välittömien haittavaikutusten poistamiseen, jättäen lopun työstä luonnon tehtäväksi. Hienopuhdistusta voidaan käyttää viimeistelypuhdistuksen sijaan, jos halutaan esimerkiksi virkistyskäytössä olevat ranta-alueet puhtaammiksi kuin mitä viimeistelypuhdistuksella saadaan. (Jolma 2002, 12–13)

Alueen viimeistely tapahtuu harjaamalla pintoja puhtaaksi erilaisilla harjoilla. Harjan puhdistaminen tapahtuu esimerkiksi kammalla. Mikäli öljy ei irtoa harjalla, voidaan apuna käyttää astianpesuainetta. Pinttyneen öljyn irrotus voi tapahtua myös huuhtomalla vesiletkulla tai painepesurilla. Paine ei kuitenkaan saa olla liian kova ja lämpötilan tulee pysyä alhaisena. Korkeapainepesu, hiekkapuhallus ja höyrypesu soveltuvat vain kalliorannoille, mutta niitä käytettäessä tulee välttää kivipintojen vaurioittamista (Jolma 2002, 14). Huuhdottu öljy voidaan esimerkiksi rajata öljypuomeilla rannan tuntumaan, tai se voidaan imeä kaivetuista kuopista (Jolma 2002, 25). Öljyn imeytykseen voidaan käyttää, muilla kuin hiekkarannoilla, turvetta, haketta, sahanpurua tai teollisesti valmistettuja materiaaleja. Imeytysaineet levitetään öljyn päälle haravien ja harjojen avulla. Öljyn imeytyttyä aines kerätään talteen. Yksittäisiä öljypaakkuja voidaan kerätä sihdeillä tai siivilöillä. Viimeistelyssä voidaan käyttää apuna erityisesti hiekkarannoilla dispersantteja ja detergenttejä eli irrotusaineita, jotka asettavat muita aineita dispersion alaiseksi (Jolma 2002, 14; Midland 2006, 38). Rannat puhdistetaan resurssien mukaan mahdollisimman hyvin ja puhdistetut alueet kirjataan ylös. Viranomaiset päättävät, milloin puh-

distus lopetetaan, sillä öljyn täydellinen poistaminen voi olla vaikeaa tai jopa mahdotonta. (Lehmuskoski (toim.) 2003, 12–13)

2.6 Rannoilta muodostuva öljyvahinkojäte

Öljyvahinkojätettä muodostuu rannalta niin koneellisesti kuin käsin kerättynä. Koneellisesti kerättynä suurin jäte-erä on öljyn ja maa-aineksen sekoitusta. Käsin kerätessä muovipusseihin kerätään öljyistä rantahiekkaa ja pieniä öljyisiä kiviä. Suurimmat kivet pyritään putsamaan rannalla. Lisäksi säkitetään risuja, oksia, ajopuita ja rantakasveja, kuten kaisloja ja källion koloissa kasvavia pensaita. Käsin kerätyn öljyvahinkojätteen öljypitoisuus on yleensä suuri (Jolma 2002, 24). Lisäksi jätettä muodostuu muun muassa kertakäyttöisistä öljypuomeista ja öljymatoista sekä öljyn imeytysmateriaaleista. Oman lisänsä tuovat öljyntorjuijen käyttämät kertakäyttöhaalarit, jotka hävitetään työskentelyn jälkeen (Lehmuskoski (toim.) 2006, 7). Varusteita pukiessa laitetut ilmastointiteipit ja suojarahanskat, jos hanskoja ei saada puhdistettua uutta käyttökertaa odottamaan, muodostavat myös öljyistä sekajätettä. Jätettä muodostuu paperipyyhkeistä ja tikuista, joilla puhdistetaan saappaita, varusteita ja ihoa. Muovijätettä puolestaan muodostuu pusseista ja säkeistä, joita käytetään kerätessä jätettä käsin. (Perkiökangas et al. 2006) Jätteiden massa voi kasvaa melkoisesti jätteen sisältämästä vesimäärästä, jos esimerkiksi öljy on emulgoitunutta.

Suomenlahdella öljyyn tahriintuu niin paikallisia lintuja kuin muuttolintuja. Samoin hylkeet ovat öljylle alttiina. Rannalta siis kerätään öljyyntyneitä lintuja ja mahdollisesti muitakin eläimiä. Osa linnuista toimitetaan puhdistukseen ja osa eli kuolleet linnut ovat saman tien öljyvahinkojätettä, joka tulee toimittaa välittömästi käsiteltäväksi. Muut jätteet voidaan toimittaa välivarastoihin.

3 ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN KÄSITTELYMENETELMÄT

Öljyvahinkojätteen kuljetus, lajittelu ja käsittely ovat usein valtava haaste, ei pelkästään jätteen laadun johdosta, vaan myös jätemäärän vuoksi. Ilman kunnan suunnitelmaa jätemäärän hallinta on vaikeaa. (Ansell et al. 2001, 10) Suomenlahdella tapahtuvan merkittävän suuruisen öljyonnettomuuden seurauksena rannoilta joudutaan keräämään huomattava määrä öljyvahinkojätettä. Jäte sisältää niin orgaanisia kuin epäorgaanisia aineita. Orgaanisia aineita ovat esimerkiksi puun palaset, kasvit ja öljyn hiilivety-yhdisteet. Epäorgaanisia aineita ovat puolestaan esimerkiksi kivet ja hiekka.

Vuonna 1994 päättyneessä ympäristöministeriön ”Saastuneiden maa-alueiden selvitys- ja kunnostus” (SAMASE)-projektissa on annettu ohjeelliset haitta-ainepitoisuuksien ohje- ja raja-arvot maaperän pilaantuneisuuden arviointiin. (Salvor Oy 2006, 96) Öljyn SAMASE-ohje- ja raja-arvot on esitetty taulukossa 5. Ohje- ja raja-arvo kuvaa öljypitoisuutta, jota pidetään ihmiselle ja ympäristölle vaarattomana. Raja-arvo puolestaan kuvaa pitoisuutta, joka yleensä edellyttää kunnostusta. (Helsingin kaupunki 2003, 26)

Taulukko 5. SAMASE -raja-arvot (Helsingin kaupunki 2003, 26)

Aine	Ohje-arvo [mg/kg]	Raja-arvo [mg/kg]
Helposti haihtuvat öljy-laadut (benssiini)	100	500
Keskittisleet (kevyt polttoöljy ja diesel)	300	1000
Raskaat öljyjakeet (raskas polttoöljy)	600	2000

Rannalta kerättävät öljyyntyneet maa-ainekset voidaan luokitella seuraavasti:

- lievästi pilaantuneet maat
- voimakkaasti pilaantuneet maat
- ongelmajätteet (Hämeen ympäristökeskus 2006a, 6).

Lievästi pilaantuneiden maiden öljypitoisuus on yli ohje- ja alle raja-arvon. Voimakkaasti pilaantuneiden maiden öljypitoisuus on vähintään raja-arvon, mutta alle ongelmajätteen raja-arvon. Ongelmajätteen öljypitoisuus on vähintään tai yli ongelmajätteen raja-arvon. Ongelmajätteen raja-arvona käytetään öljyisillä maa-aineksilla 10 000 mg/kg eli yhtä prosenttia (Mroueh et al. 2004, liite 8/3). (Hämeen ympäristökeskus 2006a, 6)

Valtioneuvosto on antanut 1.3.2007 asetuksen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista. Asetuksen liitteessä ovat yleisimmille maaperää pilanneille haitta-aineille kynnys- ja ohjearvot, jotka korvaavat diplomityötä laadittaessa käytössä olleet epäviralliset SAMASE-ohjearvot ja -raja-arvot. Uusia ohjearvoja voidaan käyttää arvioitaessa maaperän pilaantuneisuutta ja puhdistustarvetta. Asetus tulee voimaan 1. kesäkuuta 2007. (Ympäristöministeriö 2007b) Asetuksessa annetut öljyjen ohjearvot on esitetty taulukossa 6. Maaperää pidetään pilaantuneena, jos teollisuus-, varasto- tai liikennealueen öljypitoisuus ylittää ylemmän ohjearvon tai muun alueen öljypitoisuus ylittää alemman ohjearvon. (VNa 1.3.2007/214) Näin ollen ranta on pilaantunut, jos öljypitoisuus ylittää alemman ohjearvon.

Taulukko 6. Maaperän öljypitoisuuksien kynnys- ja ohjearvot (VNa 1.3.2007/214)

Aine	Alempi ohjearvo [mg/kg]	Ylempi ohjearvo [mg/kg]
Bensiinijakeet	100	500
Keskittisleet	300	1000
Raskaat öljyjakeet	600	2000

Jätelain 3 §:ssä määritellään, että ongelmajätteellä tarkoitetaan jätettä, joka kemiallisen tai muun ominaisuutensa takia voi aiheuttaa erityistä vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. Jätelain 6 §:ssä todetaan, että erilaatuisia ongelmajätteitä ei saa sekoittaa keskenään eikä muihin jätteisiin ja aineisiin, jos se ei ole hyödyntämisen tai käsittelyn kannalta välttämätöntä. Samassa pykälässä todetaan, että sekoittumisen tapahduttua jätteet on eroteltava, jos se on mahdollista. (L 3.12.1997/1072) Öljyvahinkojätteiden keräyksessä ja varastoinnissa huomioidaan siis erilaisten jätteiden erottelu toisistaan. Kerätty jäte lajitellaan öljy-vesiseokseen, öljyiseen maa-ainekseen ja sekajätteeseen sekä riskijätteeseen. Öljyistä maa-ainesta muodostuu kuorittaessa maata koneellisesti. Öljyiseen sekajätteeseen kuuluu varusteet ja muovikasseihin käsin kerätyt jätteet. Riskijätteeseen puolestaan kuuluvat kuolleet eläimet. (Halonon 2007, 54)

Sopivia käsittelymenetelmiä etsittäessä öljyvahinkojäte jaetaan seuraaviin jätelajeiksi:

- öljy ja merivesi
- öljy ja maa-aines
- öljy ja orgaaninen aines
- öljy ja varusteet
- kuolleet eläimet.

Kymenlaakson rannikolta ja saaristosta kerätty öljyvahinkojäte sijoitetaan ennalta suunniteltuihin välivarastoihin. Välivarastointipaikkoja perustetaan rannikolle sekä suurimpiin saariin, joista jätteet voidaan kuljettaa rannikolle. (Halonen 2007, 95–97) Välivarastoista jäte toimitetaan käsittelypaikoille. Öljyvahinkojätteiden käsittelemiseksi löytyy useita eri käsittelymenetelmiä. Käsittelymenetelmät voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: paikan päällä tapahtuvaan käsittelyyn, jossa maata ei kaiveta pois alkuperäisestä paikasta (in situ), alueella tapahtuvaan kunnostamiseen (on site) ja alueen ulkopuolella tapahtuvaan kunnostamiseen (off site) (Sarkkila et al. 2004, 14). Käsittelymenetelmien tunnuspiirteitä sisältäviin taulukoihin on merkitty sulkuihin käsiteltävät maa-ainekset, jos maa-aineksia voi olla vain pieniä määriä jätteen seassa.

3.1 In situ -käsittely

In situ -menetelmän käsittely tapahtuu rannalla, kaivamatta maata ylös. Menetelmä soveltuu helposti haihtuville hiilivedyille. Eri in situ -menetelmät ovat yleensä tapauskohtaisia ja ne vaativat perusteellisen esitutkimuksen. Ennen kunnostusta selvitetään haitta-aineiden laatu, pitoisuus ja jakauma maassa sekä kunnostuksen riskit ympäristölle. Öljyn hiilivetyjen hajoamiseen luonnossa vaikuttavat hiilivetyjen laadun ja määrän lisäksi paikallinen mikrobikanta sekä ympäristöolosuhteet. Hiilivetyjen hajottamiseen pystyviä mikrobeja löytyy lähes kaikkialta, joten ne ovat harvoin rajoittavana tekijänä. Ympäristöolosuhteilla on yleensä ratkaiseva vaikutus sekä hajoamisnopeuteen että lopputulokseen. (Forsbacka 1996, 10 ja 28–30)

Rantaa puhdistaessa tulee arvioida kunnostuksen vaikutuksia (Rytönen ja Liukkonen 1997, 23). Puhdistamisella voidaan aiheuttaa suurempaa vahinkoa ympäristölle kuin mitä rannalle jäävä öljy aiheuttaa. Esimerkiksi käytettäessä korkeapaineista vesihöyryä voidaan tuhota puhdistettavan alueen pieneliöstöä ja rantakasvillisuutta.

3.1.1 Luontainen biohajoaminen ja maan käänö

Luontaisella biohajoamisella tarkoitetaan, että rannan annetaan puhdistua hyväksyttävälle tasolle luontaisesti tapahtuvien biologisten, kemiallisten ja fysikaalisten prosessien vaikutuksesta. Menetelmän soveltaminen vaatii huolellista seuranta ja prosessin hallintaa. Menetelmää käytettäessä öljypitoisuuden tulee olla pieni eli rannalla saa olla vain pieniä läikkeitä (öljyn peitto 2-10 %) (Jolma 2002, 20–23 ja 34). Pitoisuuden tulee vähentyä riittävän nopeasti luontaisesti hajoamalla eli suurin osa öljystä tulee poistaa, jotta puhdistus on mahdollista kohtuajassa. (Penttinen 2001, 10–11)

Helposti hajoavia öljyalaatuja ovat kevyet ja keskiraskaat öljyalaadut, mutta kevyet öljyalaadut haihtuvat myös helposti eli ne muodostavat ilmapäästöjä (Mroueh et al. 2004, 199). Öljyhiilivetyjen biohajoaminen hidastuu ajan kuluessa pitoisuuksien pienentyessä ja helposti hajoavien yhdisteiden vähentyessä. Viileät olosuhteet eivät kuitenkaan estä mikrobien toimintaa, sillä mikrobit voivat sopeutua elämään kylmissä olosuhteissa. Usein kylmyys kuitenkin hidastaa puhdistumista. Paikan päällä voi harkita onnistuuko maaperän lämmittäminen esimerkiksi kuumalla ilmalla tai höyryllä (Relander et al. 1999, 42). (Tuomi ja Vaajasaari 2004, 8 ja 36)

Luontaisen hajoamisen aikana ihmiset ja eläimet eivät saa altistua öljylle. Prosessin aikana ei saa tapahtua ympäristön pilaantumista ja öljyä ei saa päästä leviämään tai kulkeutumaan rannalta mihinkään. (Penttinen 2001, 10) Rannan öljyistä pintamaata voidaan kääntää kyntämällä, äestämällä tai käsityönä, jotta estetään öljyn huuhtoutuminen muualle ja saadaan eläinten tahriintumisvaaraa vähennettyä. Maan kääntäminen voi myös nopeuttaa luontaista hajoamista. Muokkaus voidaan suorittaa uudelleen noin kuukauden kuluttua ensimmäisestä kääntämisestä. Käännettävällä rannalla ei saa olla erityistä virkistyskäyttöä. Hajoamista voidaan myös edistää lannoittamalla tai kalkitsema-

la käännettävä maa. Maahan jäävä öljy hidastaa rannan elpymistä. Mikäli luontaista biohajoamista ei tapahdu, syytä on turvautua muihin käsittelymenetelmiin (Penttinen 2001, 11). (Jolma 2002, 34)

Suomen ympäristökeskuksen tutkimuksessa on selvitetty maan luontaisen puhdistumisen tehokkuutta öljyllä pilaantuneessa kohteessa Etelä-Suomessa. Kohteessa oli enimmillään noin 16 000 mg/kg öljyä. Maaperän öljypitoisuuden ollessa yli 1000 mg/kg, öljyn mitattiin hajoavan hapellisissa olosuhteissa 900–14 000 mg/kg vuodessa. Hapettomissa oloissa hajoamisnopeus oli 550–5000 mg/kg vuodessa. Näin ollen rannan luontainen puhdistuminen voi kestää kymmeniä vuosia. Toisaalta menetelmä ei vaadi suuria investointeja eikä toimenpiteitä (Relander et al. 1999, 41). (Tuomi ja Vaajasaari 2004, 36)

Menetelmä soveltuu siis, jos rannalla on hyvin pieniä läikkiä öljyä tai, jos öljyn kerääminen vahingoittaa rantaa enemmän kuin öljyn jättäminen rannalle. Luontaisen biohajoamisen soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 7.

Taulukko 7. Öljyvahinkojätteen luontaisen biohajoamisen tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 10–11; Jolma 2002, 34; Mroueh et al. 2004, 199; Tuomi ja Vaajasaari 2004, 7-8 ja 36)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyinen maa-aines • EI: Öljyinen merivesi, öljyiset varusteet ja orgaaninen aines sekä kuolleet eläimet
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Selvästi alle 2 % • Rannalla pieniä läikkiä (öljyn peitto 2-10 %)
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kevyet ja keskiraskaat öljyalaadut
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, (siltti), (savi), (moreeni) ja orgaaninen aines
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Pitkä
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnostus ei tuota muualla käsiteltävää jätettä
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Vaatii pitkän aikavälin seurantaa • Kesto • Soveltuu vain pienille öljypitoisuuksille • Alhainen lämpötila hidastaa hajoamista
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Öljy ei saa aiheuttaa riskiä ihmisille tai ympäristölle • Öljyä ei saa levitä mihinkään • Haitta-ainepitoisuuden pieneneminen tulee osoittaa • Alkuperäisiä haitta-aineita haitallisempia saattavat olla haitta-aineiden hajoamis- ja muuntumistuotteet • Rannalla ei saa olla virkistyskäyttöä

3.1.2 Fytoremediaatio

Haitta-aineiden hajottamista kasvien avulla kutsutaan fytoremediaatioksi. Fytoremediaatiomenetelmiä on useita (Penttinen 2001, 18). Ritsodediaatiossa esimerkiksi käytetään kasvijuuristossa eläviä mikrobeja saastuneen maan puhdistamiseen. (Jussila 2006, 8) Juuriston avulla voidaan nostaa maan mikrobiologista aktiivisuutta (Helsingin yliopisto 2006). Ympäröivään maahan verrattuna juuriston yhteydessä olevien mikrobien määrä on 10–1000 -kertainen. Tutkimuksen kohteena ovat olleet esimerkiksi mänty, herne, vehnä, riisi ja maissi. (Forsbacka 1996, 31–32)

Saastuneen maan öljypitoisuus ei saa olla kovin suuri, jotta kasvit voivat menestyä maa-alueella. Suuret öljypitoisuudet voivat olla kasveille toksisia, jolloin menetelmän toimivuus kärsii (Penttinen 2001, 19). Kasvit sitovat pintamaata ja maan kosteutta ja siten ehkäisevät haitta-aineiden leviämistä. Lisäksi kasvit tuovat maahan happea ja ravinteita. (Forsbacka 1996, 31–32) Fytoremediaation käsittelyaika on pitkä, useimmiten vuosia tai vuosikymmeniä. Yleensä menetelmä on käyttökelpoinen vain maan pintakerroksissa eli kasvijuuriston ulottuvilla. Lisäksi käsittelyä rajoittavat vuodenaajat ja kasvukauden pituus. (Penttinen 2001, 19)

Fytoremediaatiota sovellettaessa tulee käyttää paikallisissa olosuhteissa hyvin kasvavia kasveja. Amerikkalaiset tutkimustulokset eri kasvilajien soveltuvuudesta eivät siis ole suoraan yleistettävissä Suomen olosuhteisiin. (Penttinen 2001, 19) Suomessa on tehty tutkimusta muun muassa vuohenherneen sopivuudesta öljyllä saastuneen maan puhdistamiseen. Tutkimuksen perusteella vuohenherneellä on melko vähäistä vaikutusta kevyen polttoöljyn biohajoamiseen pilaantuneessa maassa. Kasvin oletetaan edesauttavan erityisesti raskaiden öljy-yhdisteiden hajoamista. (Helsingin yliopisto 2006) Kyseinen uusi käsittelymenetelmä oli vielä diplomityötä laadittaessa tutkimusasteella Suomessa, joten sitä ei koettu vielä käyttökelpoiseksi menetelmäksi öljyvahinkojätteen käsittelemiseksi. Fytoremediaation tunnuspiirteitä on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Öljyvähinkojätteen fytoimediaation tunnuspiirteitä (Forsbacka 1996, 31; Penttinen 2001, 19)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • EHKÄ: Öljyisiä maa-aineksia • EI: Öljyistä merivettä, orgaanista ainesta ja öljyisiä varusteita sekä kuolleita eläimiä
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Niin pieni, että kasvi menestyy maa-alueella
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menetelmä on vielä tutkimusasteella
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Maa-aineksen tulee soveltua valittavan kasvin kasvualustaksi.
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Pitkä (vuosia tai vuosikymmeniä)
Vahvuuksia	
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Kesto • Yleensä käyttökelpoinen vain maan pintakerroksissa • Suomen vuodenaikat ja kasvukauden pituus
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Menetelmä on vielä tutkimusasteella Suomessa

3.2 Bioremediaatio

Bioremediaatio tarkoittaa ympäristön puhdistamista mikrobien tai kasvien avulla. Tu-
tuin menetelmä on kompostointi, joka on orgaanisten aineiden aerobista eli hapellista
hajottamista mikrobitoiminnan avulla. (Pitkänen 2005, 8) Öljyn hiilivetyjä hajottavia
mikrobeja on tunnistettu yli 200 kappaletta, joista yleisimpiä ovat aerobiset bakteerit.
Yksittäiset mikrobit kykenevät hajottamaan vain rajoitetun määrän hiilivetyjä, minkä
takia hiilivety-yhdisteiden biologiseen hajottamiseen tarvitaan usein bakteerien, sienien
ja hiivojen yhteisvaikutusta. Hiilivedyt hajotetaan hiilidioksidiksi, vedeksi sekä solu-
massaksi ja hapetuksen välituotteiksi (Pasanen 1991, 16). Mikäli yksikään mikrobi ei
pysty käyttämään jotain hiilivety-yhdistettä ravinne- tai energialähteenään, kyseinen
yhdiste ei kompostoidu (Hänninen et al. 1992, 11). (Forsbacka 1996, 11–12) Käsiteltä-
vyyden arvioimiseksi tulee jätteestä tehdä ennakkotutkimuksia, jos aikaisempien koke-
musten pohjalta ei voida varmasti todeta, että menetelmällä päästään haluttuun lopputu-
lokseen (Mroueh et al. 2004, 200).

3.2.1 Kompostoinnin soveltuvuus öljyvähinkojätteelle

Kompostoitessa öljyistä maa-ainesta öljypitoisuuden tulee olla niin pieni, että mikro-
organismit pystyvät elämään maa-aineksessa (Sarkkila et al. 2004, 98). Toisaalta liian
alhainen öljypitoisuus estää biohajoamista, kun mikrobit eivät saa tarpeeksi energiaa

(Hägglom ja Salkinoja-Salonen 1993, 188). Öljypitoisuudesta johtuen kompostiin voidaan joutua lisäämään mikrobien hapensaannin tehostamiseksi kuohkeuttavia tukiaineita. Tukiaineina voidaan käyttää esimerkiksi pitkään kuohkeuttavaa puuhaketta ja kuoriketta tai jo kompostoituja massoja (Hänninen et al. 1992, 16; Mroueh et al. 2004, 201). Suuren öljypitoisuuden seurauksena aineita voidaan joutua lisäämään paljon, mikä puolestaan kasvattaa merkittävästi kompostoitavan jätteen massaa ja tilavuutta. (Pasanen 1991, 53) Huomioitavaa on, että tukiaine yleensä maksaa, joten sen lisääminen voi kasvattaa käsittelykustannuksia.

Öljyalaadulla on pitoisuuden lisäksi ratkaiseva merkitys kompostoinnin soveltuvuudelle (Sarkkila et al. 2004, 98). Kevyet öljyalaadut ovat helposti hajoavia, mutta ne vaativat kaasujen käsittelyn, minkä takia ne on kompostoitava suljetussa tilassa. Keskiraskaat öljyalaadut soveltuvat hyvin kompostoitavaksi, kun taas raskaat öljyalaadut ovat kohtalaisesti tai heikosti hajoavia, minkä takia ne vaativat optimoidut olosuhteet. (Mroueh et al. 2004, 199)

Orgaanista ainesta kompostoitessa happipitoisuuden tulee olla huokostiloissa yli viisi prosenttia, jotta kompostointi toimii aerobisesti. Happitaso vaihtelee suuresti prosessin aikana. Happitasoa ylläpidetään öljyisen jätteen kääntelyllä tai ilman syöttämisellä. Kääntelyllä saadaan myös mikrobit, ravinteet ja öljy jakaantumaan tasaisemmin (Kojo 1988, 16). (Mroueh et al. 2004, 201)

Ravinteiden puutteen on usein todettu hidastavan mikrobiologista hajoamista (Forsbacka 1996, 38). Kompostoinnissa hiilen ja typen suhde tulee olla noin 20–35:1 ja hiilen ja fosforin suhde noin 75–150:1 (Pasanen 1991, 52; Mroueh et al. 2004, 201). Suhteet toteutetaan tukiaineen ja ravinteiden avulla. Prosessin aloitusvaiheessa on suositeltavaa käyttää ravinnelisäystä, jotta prosessia saadaan nopeutettua. (Sarkkila et al. 2004, 100)

Kompostin kosteuspitoisuus tulee pitää välillä 40–60 % maan vedenpidätyskapasiteetista (Sarkkila et al. 2004, 100). Yli 80 %:n kosteus vaikuttaa alentavasti mikrobiaktiivisuuteen ja estää hapen saannin (Vahanne ja Rytönen 2005, 10). Liiallinen kosteus estää myös kompostin lämpiämisen, sillä veden haihduttamiseen kuluu paljon energiaa (Hän-

ninen 1992, 13). Kompostille suositellaan kastelua, mikäli kuiva-ainepitoisuus kasvaa esimerkiksi yli 75 %:iin (Forsbacka 1996, 38). Mikrobit pystyvät toimimaan ja lisääntymään vain vesiliuoksessa, minkä takia vesipitoisuuden lasku liian alhaiseksi estää kompostoitumisen (Paatero et al. 1984, 29; Hänninen 1992, 13). Karkeasti voidaan sanoa, että komposti on liian kuivaa, jos se ei tunnu kädessä kostealta ja liian märkää, jos siitä voidaan saada vettä esiin kädessä puristamalla (Pasanen 1991, 52).

Jätteen partikkelikoolta on vaikutusta hapen jakautumiseen tasaisesti. Lisäksi partikkelien kokoerot voivat vaikuttaa mikrobien saamaan kontaktiin (Vahanne ja Rytönen 2005, 10). Näin ollen kompostista murskataan tai seulotaan pois esimerkiksi yli 5-7 cm partikkelit. Liian pieni partikkelikoko puolestaan aiheuttaa helposti anaerobisia olosuhteita. Kompostoinnin alkaessa jätteen pH:n tulee olla välillä 6,5–8,0 ja prosessin aikana pH vaihtelee välillä 5,5–9,0. Happamuutta voidaan neutraloida kalkin avulla. (Sarkkila et al. 2004, 100–101)

Kompostoinnin edistymistä seurataan yleensä lämpötilamittauksilla, sillä lämpötilan kohoaminen on merkinä biologisen toiminnan vilkastumisesta. Mikrobit kasvavat lämpötila-alueilla: psykofiiliset (alle 20 °C), mesofiiliset (noin 20–40 °C) ja termofiiliset (yli 40 °C). (Forsbacka 1996, 14 ja 39) Viileät olosuhteet eivät kuitenkaan estä mikrobien toimintaa, sillä mikrobit voivat sopeutua elämään kylmissä olosuhteissa. Usein kylmyys kuitenkin hidastaa puhdistumista. (Tuomi ja Vaajasaari 2004, 36)

Kompostoinnin aikana öljyainesten hajoamista seurataan mittaamalla mineraaliöljypitoisuuksia. Kompostoitessa kevyempiä öljyaineksia analysoidaan myös haihtuvat hiilivedyt. (Forsbacka 1996, 39) Kompostointi lopetetaan, kun mahdollisesti asetettu raja-arvo alittuu tai kun kompostointia ei enää tapahdu. Hajoaminen yleensä pysähtyy johonkin pitoisuuteen, jonka alapuolella menetelmä ei enää toimi käytännössä. Jos öljypitoisuus on tällöin vielä liian korkea, puhdistusta voidaan jatkaa samalla menetelmällä. Tämä vaatii kuitenkin uuden lisäaineen, todennäköisesti uuden ravinnelisyksen ja mekaanisen sekoittamisen. Menetelmän merkittävin heikkous on jäljelle jäävät haitta-ainepitoisuudet. Kompostointi voi myös olla osittaista ja pahimmassa tapauksessa se ei

toimi lainkaan. Yleensä kompostointi lopetetaan SAMASE -raja-arvon alittuessa (Aho 2007a; Kantola 2007a). (Sarkkila et al. 2004, 98 ja 101)

Kompostointi tulee suorittaa vettä läpäisemättömällä kentällä tai vastaavalla alueella, jolloin pohjavesi ei altistu haitta-aineille. Suotovedet otetaan talteen ja tarvittaessa ne käsitellään. Lisäksi seurataan muodostuvia ilmapäästöjä. Diesel-, poltto- ja lämmitysöljyä kompostoitaessa ei ole esiintynyt hajuhaittoja, toisin kuin kompostoitaessa bensiinipitoisia maita (Sarkkila et al. 2004, 102). (Penttinen 2001, 22)

Ensisijaisesti öljyvahinkojätteet pyritään kompostoimaan niin, että niitä varten ei tarvitse rakentaa väliaikaisia kompostikenttiä, joilla on periaatteessa samat toiminnalliset vaatimukset kuin pysyvillä kentillä, mutta rakenteissa tingitään esimerkiksi rakennekerrosten paksuuksista, materiaaleista ja materiaalien pitkäaikaiskestävyydestä. Pohjamaan osalta vaatimukset ovat kuitenkin samat. (Mroueh et al. 2004, 202) Kompostoinnin soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 9.

Taulukko 9. Öljyvahinkojätteen kompostoinnin tunnuspiirteitä (Paatero et al. 1984, 29; Pasanen 1991, 53; Häggblom ja Salkinoja-Salonen 1993, 188; Forsbacka 1996, 38; Penttinen 2001, 22; Moueh et al. 2004, 199; Sarkkila et al. 2004, 100–101; Tuomi ja Vaajasaari 2004, 36)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kevyet öljyhiilivetyjakeet ovat helposti hajoavia, mutta kaasujen käsittely on välttämätöntä • Keskiraskaat öljyhiilivetyjakeet soveltuvat hyvin kompostoitavaksi • Raskaat öljyhiilivetyjakeet ovat kohtalaisesti tai heikosti biohajoavia eli ne ovat hajotettavissa, mutta ne vaativat siihen optimit olosuhteet
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, savi, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti
<i>pH</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mikrobiologiselle toiminnalle edullisin pH on 6-8
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 40–60 %
Ravinnepitoisuus	<ul style="list-style-type: none"> • C:N noin 20–35:1 ja C:P noin 75–150:1
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Kuukausia tai vuosia aumakompostoinnissa ja viikkoja reaktori-kompostoinnissa
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Luonnon oma menetelmä
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Jäljelle jäävä haitta-ainepitoisuus • Muuntumistuote voi olla öljyä haitallisempi yhdiste • Mahdolliset hajuhaitat • Tukiaineiden lisäys voi kasvattaa merkittävästi jätteen tilavuutta, massaa ja kustannuksia • Kylmyys usein hidastaa hajoamista
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Suotovedet otetaan talteen ja tarvittaessa ne käsitellään • Ilmapäästöjä tulee seurata • Ravinteiden puute hidastaa hajoamista • Prosessin aloitusvaiheessa kannattaa käyttää ravinnelisäystä • Mikrobit voivat toimia ja lisääntyä vain vesiliuoksessa

3.2.2 Auma- ja allaskompostointi

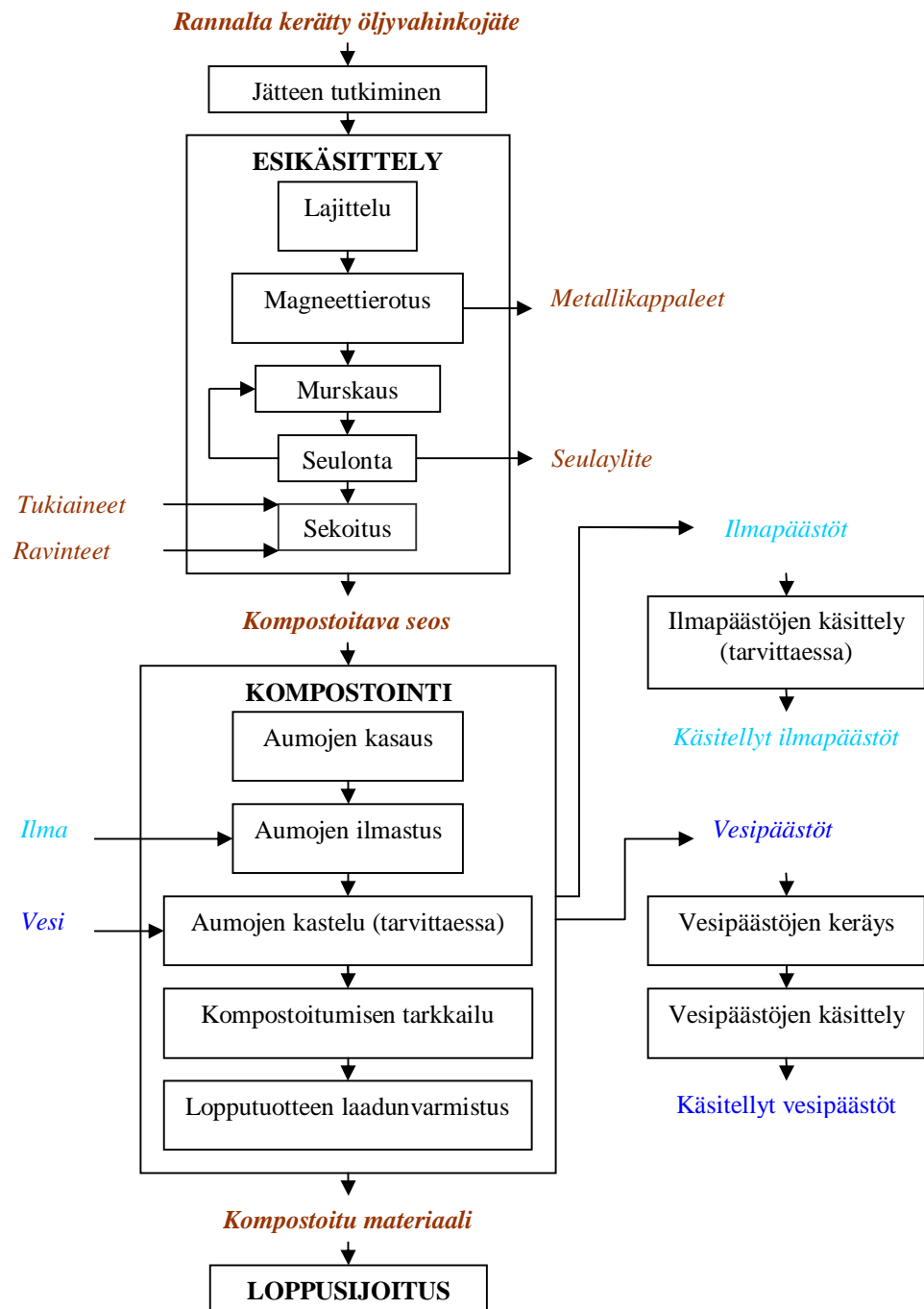
Aumakompostointi on yleisin Suomessa käytetty kompostointimenetelmä (Hänninen 1993, 14). Aumakompostointi soveltuu öljypitoisuuteen 20 000 mg/kg asti. Soveltuvilla öljypitoisuuksilla käsittelyajaksi voidaan arvioida 1-3 vuotta. (Aho 2007a) Käsittelyajan ja taloudellisten syiden vuoksi kahden prosentin öljypitoisuus koetaan korkeimmaksi öljypitoisuudeksi, jolla aumakompostointiin kannattaa ryhtyä.

Kompostiauma perustetaan levittämällä auman pohjalle noin 20–30 cm paksuudelta ja hieman pohjaa leveämmälle alueelle tukiainetta. Tätä alinta huokoista kerrosta ei sekoiteta kompostoitavan maan joukkoon, vaan kerroksen tehtävänä on edistää kompostin ilmastumista. Käsiteltävät öljyiset maa-ainekset sekoitetaan, jotta öljy saadaan jakautu-

maan tasaisemmin. Tarvittaessa jäte seulotaan karkeamman aineksen erottamiseksi. Sekoitettu maa-aines levitetään kerroksittain tukiaineen kanssa pohjakerroksen päälle. Tukiaineen ja öljyisen maan sekoitussuhde on vähintään 1:2, erittäin öljyyntyneillä mailla sekoitussuhde voi olla 1:1. (Forsbacka 1996, 37)

Avokompostoinnissa öljyinen maa-aines sijoitetaan kompostointialtaisiin tai 1-2,5 m korkeisiin ja 3-6 m leveisiin aumoihin (Pasanen 1991, 52). Varastoinnin aikana auman koko voi olla suurempikin ja valittavan auman kokoon vaikuttaa käytettävä kääntömenetelmä. Kasojen ilmastus voi tapahtua koneellisesti tai/ja kasoja kääntelemällä. Koneellinen ilmastus tapahtuu joko imemällä tai puhaltamalla ilmaa kompostikasan läpi, tai imua ja puhallusta vuorottelemalla (Hänninen et al. 1993, 15). Puhallin on ilmastuksen kannalta tehokkaampi kuin imuri, mutta imuria käytettäessä voidaan poistoilma käsitellä suodattimella ja siten estää haihtuvien hiilivetyjen pääsy ympäristöön. (Forsbacka 1996, 37)

Aumoja käännettäessä kompostoinnin alkuvaiheessa suunnilleen kahden viikon välein ja myöhemmin noin kerran kuukaudessa. Liian vähäinen ilmastus hidastaa mikrobien toimintaa ja edistää anaerobista hajoamista, mutta liian runsas ilmastus puolestaan jäähdyttää kompostia. (Forsbacka 1996, 37–38) Komposti voidaan tarvittaessa varustaa kastelulaitteilla, lämpöä eristävillä ja tasaisemman kosteuden takaavilla kerroksilla (Penttinen 2001, 22). Hajoamisen etenemistä aumassa seurataan näytteenotolla. Aumojen reunoilla hajoaminen on yleensä hitaampaa alhaisemman lämpötilan ja kosteuden vuoksi. Kompostin lämmittäminen onnistuu esimerkiksi eristämällä komposti, johtamalla kompostiin lämmintä ilmaa tai lämpöputkien avulla (Forsbacka 1996, 38). (Jeltsch 1990, 99) Esimerkki aumakompostoinnin käsittelyvaiheista on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Esimerkki aumakompostoinnin käsittelyvaiheista (Paatero et al. 1984, 61 ja 63; Forsbacka 1996, 38; Penttinen 2001, 22–23)

Aumakompostointi soveltuu hyvin suhteellisen helposti biohajoaville, haihtumattomille öljyhiilivedyille. Mikäli öljyvahinkojäte sisältää haihtuvia öljyhiilivetyjä kuten dieseliä, aumojen intensiivistä kääntelyä on vältettävä kompostoinnin alkuvaiheessa. Haihtuvimmat yhdisteet hajoavat aumoissa noin 2-4 viikossa. Haihtumista voidaan vähentää

peittämällä komposti esimerkiksi muovilla. Kompostointi voidaan suorittaa myös kate-
tussa tilassa kuten hallissa, jossa on ilmapäästöjen keräily ja käsittelyjärjestelmä. Tällöin
vähennetään haihtuvien yhdisteiden vapautumista ilmaan sekä muodostetaan tasaisem-
mat hajotusolosuhteet auman reuna-alueille (Forsbacka 1996, 34). Normaali aumakom-
postointi kestää ulkona Suomen oloissa vähintään kuukausia, usein vuosia. Kompostoi-
tumista tehostavat toimenpiteet lyhentävät käsittelyaika. (Penttinen 2001, 22) Auma- ja
allaskompostoinnin soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 10.

Taulukko 10. Öljyvahinkojätteen auma- ja allaskompostoinnin tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 22–23;
Mouh et al. 2004, 199; Aho 2007a; Kantola 2007a)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyiset maa-ainekset, orgaaninen aines ja yksittäisiä varusteita, sillä isot kappaleet seulotaan pois ennen käsittelyä • EI: Kuolleita eläimiä ja öljyistä merivettä
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Käsittelyajan ja taloudellisten syiden vuoksi korkeintaan kaksi prosenttia
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Yleensä keskiraskaat öljyalaadut (kevyt polttoöljy ja diesel), mutta myös kevyet öljyhiilivetyjakeet, jos haihtuvien yhdisteiden käsittelystä huolehditaan • Ei raskaat öljyalaadut ja raakaöljy
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, savi, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti • Tiiviit maa-ainekset, kuten siltti, savi ja moreeni, hidastavat hajoamista
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ei valuvaa jätettä käsittelykentälle
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Keskipitkä-pitkä (noin 1-3 vuotta, riippuen öljypitoisuudesta)
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Luonnon oma menetelmä
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Vaatii suhteellisen paljon tilaa • Käsittelyaika on melkoisen pitkä • Talvella kompostointi hidastuu/pysähtyy • Käsittely lopetetaan yleensä, kun öljypitoisuus on alle SA-MASE -raja-arvon
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Vesipäästöjen keräys ja käsittely on järjestettävä • Tarvittaessa tulee järjestää ilmapäästöjen tarkkailu ja käsittely

3.2.3 Reaktorikompostointi

Aumakompostointia tehokkaampaan orgaanisen haitta-aineen biologiseen hajoamiseen päästään bioreaktorilla, jolloin kompostointi tapahtuu suljetussa kompostointilaitteistos-
sa. Bioreaktoreita ovat kosteudeltaan kompostikuivaa (noin 10 p-% vettä) massaa käsit-
televät rumpukompostorit ja lietereaktorit, joissa puhdistettava maa-aines on suspendoi-
tunut veteen (noin 30 p-% maata) (Forsbacka 1996, 35). Bioreaktorit ovat suljettuja sys-

teemejä, mikä tekee kompostoinnista helposti hallittavaa. Hajoamisolosuhteita kuten lämpötilaa, happipitoisuutta ja kosteutta voidaan säätää ja tehostaa paremmin kuin muissa biologisissa menetelmissä. (Penttinen 2001, 24) Samoin aiheutuneiden päästöjen hallinta ja käsittely on helppoa (Pasanen 1991, 59). Reaktorin avulla päästään auma-kompostointia puhtaampiin lopputuotteisiin ja käsittelyn kesto on viikkoja (Pasanen 1991, 62; Penttinen 2001, 25).

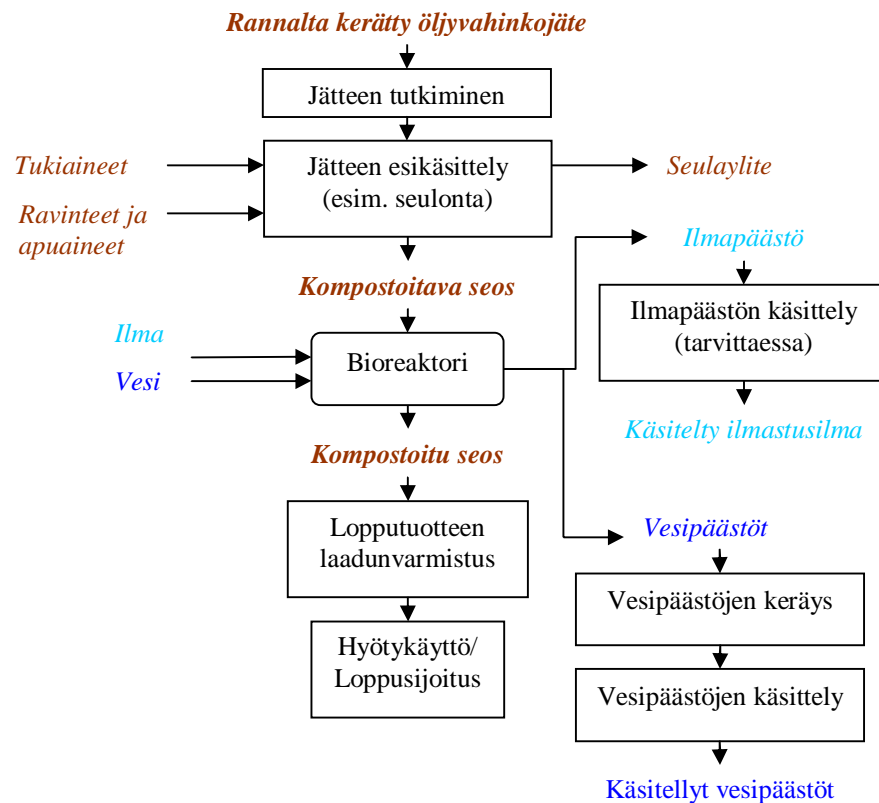
Rumpukompostorissa jätteen sekoitus ja ilmastus tapahtuu pyörimisliikkeen avulla (Valo ja Salkinoja-Salonen 1988, 257). Rumpukompostorit ovat yleensä jatkuvatoimisia. Kompostiseos syötetään rummun päältä sisään, josta seos etenee pyörimisliikkeen ja laitteen sisärakenteiden johdosta rummun läpi ja ulos systeemistä. Käsittelyn rajoitukseksi voi muodostua mekaaninen kestävyys raskaita maamassoja käsiteltäessä ja hienojakoisen maa-aineksen tiivistyminen. (Penttinen 2001, 24–25)

Lietereaktoreissa sekoitus tapahtuu liikkuvien lapojen ja ilmastuksen avulla. Reaktorialtaita löytyy rakenteeltaan hyvin erilaisia. Yksinkertaisimmillaan reaktori on maahan kaivettu ja muovilla tiivistetty oja, jonka alkupää toimii biomassaa kasvattavana täyssekoitusreaktorina ja loppupää tulppavirtausreaktorina. Lietereaktori voi myös olla erilaisia sekoitussäiliöitä ja reaktioaltaita sisältävä suljettu laitos, jolla voidaan käsitellä useita kemikaaleja sisältävää maata samanaikaisesti. Lietereaktorit ovat yleensä panosluonteisia eli aktiivinen mikrobikanta poistetaan reaktorista yhdessä käsitellyn maan kanssa. Osa käsitellystä maasta voidaan kierrättää, jotta saadaan nopeutettua uuden mikrobikannan kehittymistä. Lietereaktoreita on yleensä käytetty haihtuvien, osittain haihtuvien tai osittain liukenevien orgaanisten yhdisteiden käsittelyyn. Käsittelyaika on rumpukompostointia lyhyempi. Käsittely kestää yleensä useita päiviä tai viikkoja (Penttinen 2001, 24). (Forsbacka 1996, 35–36)

Bioreaktorit soveltuvat erityisesti vaikeasti hajoavien orgaanisten aineiden ja normaalisti hankalasti käsiteltäville maa-aineksien kuten savimaiden käsittelyyn (Pasanen 1991, 59). Bioreaktorit soveltuvat niin hiekalle, savelle kuin orgaaniselle maalle, mutta ne eivät sovellu epäorgaanisille haitta-aineille kuten metalleille, joita öljyt sisältävät pieniä määriä (Penttinen 2001, 24). Rumpukompostointi soveltuu myös orgaanisen aineksen

osuuden ollessa merkittävä (Mroueh et al. 2004, 197). Kompostorit soveltuvat erityisesti pienehköille erille saastunutta maata (Mroueh et al. 2004, 196). Suomessa rumpukompostointia on tutkittu muun muassa öljypitoisuuden ollessa 10–40 % ka eli kuiva-ainesta kohden. Kyseisestä öljypitoisuudesta 70–92 % hajosi biologisesti kompostorissa 12–40 vuorokaudessa. (Valo ja Salkinoja-Salonen 1988, 257)

Bioreaktoreista on kehitetty staattinen versio. Öljypitoisuus voi menetelmässä olla jopa 10 % ka keskiraskailla ja raskailla öljylaaduilla (Uudenmaan ympäristökeskus 2006, 4). Yleensä menetelmällä käsitellään 0,2–0,5 prosentin öljypitoisuuksia, jolloin käsittelyaika on noin kaksi viikkoa. Kompostointi tapahtuu noin kuusi kertaa nopeammin kuin tavanomaisella aumakompostoinnilla. Bioreaktoriin sisältyy ilmastus-, lämmitys- ja kastelujärjestelmät sekä vesien talteenotto- ja kierrätysjärjestelmä. Lämmityksen ja lämpöeristyksen ansiosta kompostointi bioreaktorissa on mahdollista myös talvella. Sähköenergiaa kuluu puhdistettua maa-ainestonnia kohden noin 3-30 kWh (Uudenmaan ympäristökeskus 2006, 7). Kompostoitava seos täytetään reaktorin päältä reaktorin sisään, reaktori on siirrettävässä kontissa ja sen toiminta on automaattisesti ohjattavissa. (Penttinen 2001, 25) Esimerkki reaktorikompostoinnin käsittelyvaiheista on esitetty kuvassa 6. Reaktorikompostoinnin soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on puolestaan kuvattu taulukossa 11.



Kuva 6. Esimerkki reaktorikompostoinnin käsittelyvaiheista (Penttinen 2001, 24; Mroueh et al. 2004, 197; Uudenmaan ympäristökeskus 2006, 6-7)

Taulukko 11. Öljyvähinkojätteen reaktorikompostoinnin tunnuspiirteitä (Pasanen 1991, 59 ja 62; Penttinen 2001, 24–25; Uudenmaan ympäristökeskus 2006, 3-4 ja 6)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyinen maa-aines ja orgaaninen aines (isommat palat seulotaan pois) • EI: Öljyinen merivesi, öljyiset varusteet ja kuolleet eläimet
Käsiteltävät haitta-aineet ja öljypitoisuudet	<ul style="list-style-type: none"> • Kevyet öljyلاadut 0,05-5 % ka • Keskiraskaat ja raskaat öljyلاadut 0,1–10 % ka
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuu erityisesti vaikeasti hajoavien orgaanisten aineiden ja normaalisti hankalasti käsiteltäville maa-aineksien kuten savimaiden käsittelyyn
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, savi, siltti, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Keskipitkä (viikkoja)
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Kesto viikkoja • Kompostointi helposti hallittavissa • Päästöjen hallinta on helppoa • Päästään aumakompostointia puhtaampiin lopputuotteisiin
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Hienojakoinen maa-aines voi tiivistyä liikaa • Pieni jätteen käsitelymäärä
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Vesipäästöjen keräily ja käsittely tulee järjestää • Ennen käsittelyä jätteestä seulotaan pois esim. suuret kivet

3.2.4 Peltokäsittely

Haitta-aineiden biologisista käsittelymenetelmistä peltokäsittely on ollut kauimmin käytössä. Se on menetelmänä varsin yksinkertainen, mutta sillä ei päästä yhtä hyviin tuloksiin kuin auma- ja reaktorikompostoinnilla. Peltokäsittely soveltuu parhaiten jo luonnon olosuhteissa helposti hajoaville orgaanisille haitta-aineille (Forsbacka 1996, 32). Helposti haihtuvat yhdisteet jäävät käsittelyn ulkopuolelle ilmapäästöjen vuoksi. (Penttinen 2001, 20) Käsiteltävä jäte ei saa sisältää myrkyllisiä aineita. Jätteen tulee olla puolikuivaa sekä suhteellisen homogeenista massaa. (Pasanen 1991, 47) Jätteen pitää siis olla vaivattomasti käännettävissä ja muokattavissa maataloustyökoneilla, sillä koko mikrobiologinen hajoamisprosessi perustuu mikrobien jatkuvaan hapen saantiin. Hapen lisäksi on huolehdittava maan kosteudesta, happamuusasteesta sekä typpi- ja fosforipitoisuudesta (katso kappale 3.2.1). (Hasenson 1984, 9)

Ympäristöriskien välttämiseksi on peltokäsittelyalue perustettava esimerkiksi savimaan tai hiekkakerroksella ja salaojituksella suojatun paksun muovikalvon päälle. Käsitelyaluetta valitessa tulee kiinnittää huomiota pohjavesien suojeluun huolehtimalla valumavesien keräilystä ja käsittelystä. (Forsbacka 1996, 32) Öljyiset maa-ainekset levitetään ja sekoitetaan maan pintakerrokseen, korkeintaan puolen metrin syvyydelle, jossa mikrobit hajottavat öljyä. Liian paksu maakerros vaikeuttaa hapen ja ravinteiden kulkeutumista maassa (Forsbacka 1996, 32). Maata käännetään kunnes öljy on sekoittunut kunnolla maahan. Varsinaisessa käsittelyvaiheessa maata ilmastoidaan kääntämällä ja tasoitetaan äestämällä, jotta olosuhteet pysyvät hyvinä mikrobien hajoamistoiminnalle. Maan laadusta ja öljyalaadusta riippuen käsittely tapahtuu muutaman viikon välein. Maan sekoittamista jatketaan niin pitkälle syksyyn kuin mahdollista. Talvella sekoitus ja öljyn levitys pellolle lopetetaan. (Pasanen 1991, 47–48)

Peltokäsittelyssä peltoon lisätään ravinteita öljyn hajotuksen tehostamiseksi. Lannoitemäärään vaikuttavat jätteen ja maan laatu, jätemäärä ja öljyn hajotusnopeus. Peltokäsittelyyn käytettävän jätteen öljypitoisuus tulee olla alle 25 %. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että yhdelle neliömetrin peltoalalle saa levittää korkeintaan 10 kg öljyä. (Pasanen 1991, 48) Suomen normaaliolosuhteissa öljyn hiilivedyistä hajoaa peltokäsittelyssä noin

90 % neljän vuoden aikana. Jäljelle jäävä osuus koostuu hyvin vaikeasti hajoavista yhdisteistä. (Hasenson 1984, 10)

Käsittelyalueen puhdistamiseen ei edes pyritä, vaan maaperään jää jäämiä käsiteltävistä aineista (Forsbacka 1996, 32). Mikäli peltoa käytetään toistuvasti samaan tarkoitukseen, pellon käsittelykerroksiin kertyy hitaammin hajoavista yhdisteistä bitumiainesta ja mikrobitoiminnan tuottamaa niin sanottua biologista pikeä, mikä voi johtaa peltojen käyttökelpoisuuden alenemiseen (Penttinen 2001, 20).

Biologiseen hajoamiseen vaikuttavien tekijöiden kuten lämpötilan ja sademäärän ohjaaminen on peltokäsittelyssä hankalaa, mikä puolestaan hidastaa käsittelyä. Kesäisin pellon kuivuminen voi johtaa mikrobien hajotustoiminnan pysähtymiseen. Kuivina aikoina peltoa on syytä kastella (Hasenson 1984, 10). Tarvittaessa käsittelyalue voidaan peittää ja aluetta voidaan ilmastaa ja lämmittää kuumalla ilmalla. Tällöin menetelmästä käytetään nimitystä peltokompostointi (Pasanen 1991, 49). (Penttinen 2001, 21)

Peltokäsittelymenetelmää on erityisesti suosittu öljyjaloistamoissa. Kokemukset menetelmästä liittyvät etupäässä öljyisten lietteiden jätehuoltoon, mutta menetelmällä on myös käsitelty polttonesteillä kuten dieselöljyllä pilaantuneita maa-aineksia (Penttinen 2001, 20). Porvoon tuotantolaitoksella on käytetty peltolevitykseen jätteitä, joiden öljypitoisuus on noin viisi prosenttia. Mikäli öljypitoisuus on suurempi, jätteet on hävitetty polttamalla. (Pasanen 1991, 50) Jalostamoalueen peltokäsittely on kuitenkin pitänyt lopettaa 30.3.2007 mennessä. Jalostamon tulee selvittää öljypeltojen maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve ja selvitys tulee toimittaa Uudenmaan ympäristökeskukselle viimeistään 30.3.2008. Ympäristökeskus päättää tarvittaessa maaperän puhdistamisesta. (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006, 109)

Naantalın jalostamolla käsiteltävän jätteen öljypitoisuus on ollut 10–15 % ja öljyn hiilivedyistä 80–90 % on hajonnut neljän vuoden aikana (Pasanen 1991, 50). Öljynjalostamon peltokäsittely loppui vuonna 2002, kun Lounais-Suomen ympäristökeskus katsoi menetelmän johtavan öljy-yhdisteiden riittämättömään hajoamiseen. Lisäksi käsittely aiheutti hajuhaittoja. Menetelmää ei siis pidetty jätelain edellyttämänä parhaana käyttö-

kelpoisena tekniikkana. (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2001) Peltokäsittelyn soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 12.

Taulukko 12. Öljyvahinkojätteen peltokäsittelyn tunnuspiirteitä (Pasanen 1991, 47–48, 50 ja 61; Forsbacka 1996, 32; Lounais-Suomen ympäristökeskus 2001; Penttinen 2001, 21; Moueh et al. 2004, 199; Tuomi ja Vaajasaari 2004, 36)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyiset maa-ainekset, mutta myös orgaaninen aines hajoo • EI: Öljyisiä varusteita, kuolleita eläimiä ja öljyistä merivettä
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jalostamot ovat käsitelleet öljypitoisuuksia noin 5 % ja 10–15 %. Käsittely on kuitenkin pitänyt lopettaa muun muassa riittämättömän öljyn hajoamisen ja hajuhaittojen vuoksi.
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Keskiraskaat öljy-laadut • Ei helposti haihtuvat öljy-laadut kuten bensiini
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, savi, siltti, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jätteen tulee olla puolikuivaa
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Pitkä (pitoisuuksista riippuen vuosia)
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Menetelmänä melko yksinkertainen
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Peltoalan tarve • Ei sovellu helposti haihtuville yhdisteille • Hajoamiseen vaikuttavia tekijöitä on vaikea kontrolloida • Käsittelyaika on pitkä • Puhdistustaso jää usein alhaiseksi • Talven kylmyys usein hidastaa saastuneen maan puhdistumista • Kompostoinnissa on huomioitu ympäristönäkökohdat tarkemmin • Maaperään jää jäämiä käsiteltävistä haitta-aineista
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Valumavesien keräily ja käsittely tulee järjestää • Öljy-yhdisteet eivät hajoa menetelmällä riittävästi • Menetelmä ei ole parasta käyttökelpoista tekniikkaa

3.3 Pesu

Pesussa haitalliset aineet voidaan erottaa maa-aineksesta veden avulla. Veteen lisätään aineita, joiden avulla haitta-aineet saadaan irrotettua maa-aineksesta. Pesutehoa voidaan parantaa esimerkiksi pinta-aktiivisilla apuaineilla ja lisäliuottimilla. (Sarkkila et al. 2004, 92) Kemikaalien ja lisäaineiden käyttö puhdistusprosessissa tulee minimoida, jotta ei haitata käsiteltyjen maa-ainesten tai puhdistusjäännösten jatkosijoittamista. Lisäaineita tulee kierrättää mahdollisuuksien mukaan. Öljyn irtoamista voidaan tehostaa myös esimerkiksi mekaanisilla käsittelyillä tai nostamalla veden lämpötilaa. (Mroueh et al. 2004, 163 ja 167)

Menetelmän soveltavuuden ehtona on, että syntyvä puhdistusjäännös voidaan jatkokäsittellä, hyötykäyttää tai loppusijoittaa. Pesulla ei siis saa synnyttää sellaisia aineksia, joiden käsitteleminen tai loppusijoittaminen on vaikeampaa kuin alkuperäisten käsittelyä tarvitsevien maamassojen (Sarkkila et al. 2004, 95). Pesu soveltuu käsittelymenetelmänä parhaiten öljyvahinkojätteelle, jossa on hiekkaa tai sitä karkeampia maa-aineksia yli 50 %. Taloudellisesti ei ole kannattavaa alkaa käsitellä maa-ainesta, jossa on hienoainesta kuten savea ja silttiä yli 20–30 % (Kantola 2007b, Hurme 2007a). (Mroueh et al. 2004, 166–167)

Erotuksessa muodostuva öljyä sisältävä likainen jae eli pesurejekti ja -vesi vaativat jatkokäsittelyä. Rejekti voidaan käsitellä esimerkiksi polttamalla, jolloin poltettavan massan määrä on pienempi kuin, jos öljyvahinkojäte alkujaan käsiteltäisiin polttamalla. Karkeampi jae on yleensä käsittelyn jälkeen puhdasta (Kantola 2007a). (Vahanne ja Rytönen 2005, 12)

Maan pesu voidaan suorittaa on site -menetelmänä, jolloin käytössä on siirrettävä pesulaitteisto rannan tuntumassa. Menettely soveltuu parhaiten suurien massamäärien käsittelyyn, jolloin vältetään massiivisilta kuljetuksilta. Tällöin laitteisto tulee sijoittaa sellaiselle asfalttikentälle, josta vedet saadaan kerättyä hallitusti (Hurme 2007a). Pesu voidaan suorittaa myös kiinteällä ”maanpesuasemalla” off-site, jolloin on helpompi suorittaa ympäristön laadunvalvontaa. (Mroueh et al. 2004, 163) Suositeltavampaa on käyttää siirrettävää pesulaitteistoa käsittelykeskusten alueilla (Hurme 2007a). Pesun soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 13.

Taulukko 13. Öljyvahinkojätteen pesun tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 26–27; Mroueh et al. 2004, 163 ja 166; Sarkkila et al. 2004, 94; Vahanne ja Rytönen 2005, 13; Hurme 2007a; Kantola 2007a; Kantola 2007b)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Erityisesti öljyisiä maa-aineksia. Orgaanista ainesta ja varusteita voi olla jätteen seassa pieniä määriä, mutta isot kappaleet seulotaan pois. • EI: Kuolleita eläimiä ja öljyistä merivettä
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Alle 1-5 %
<i>Käsiteltävät häirtä-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kevyet öljyalaadut ja mahdollisesti raskaat, mutta raakaöljyn ja bensiinin käsittely voi olla vaikeaa
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Karkeat maa-ainekset kuten hiekka ja moreeni

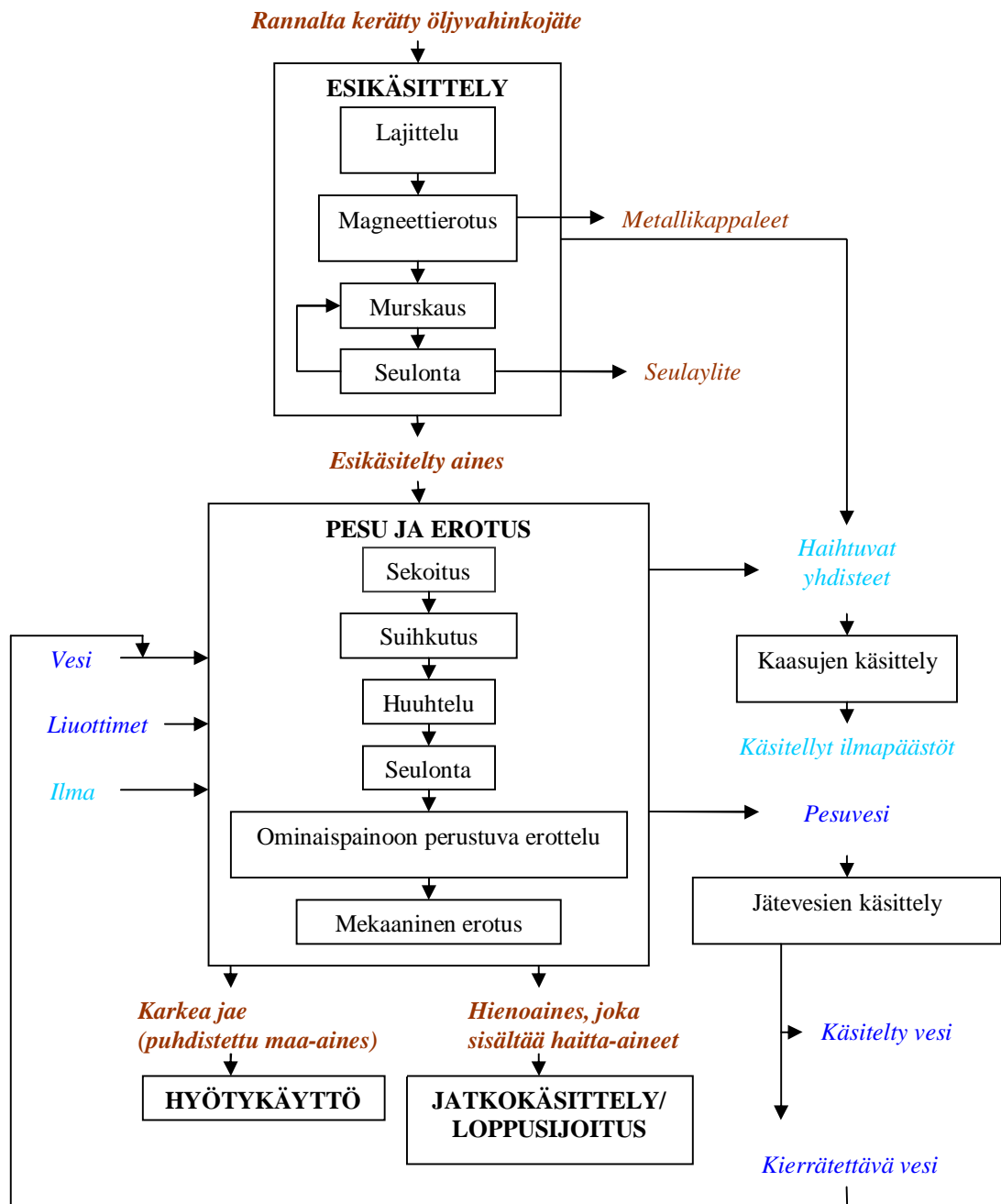
	<ul style="list-style-type: none"> • Hienoaineksia alle 20–30 %
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Lyhyt
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • On site -menetelmällä vältetään massiivisilta kuljetuksilta • Karkea maa-aines on yleensä hyötykäyttöön soveltuvaa • Siirrettävä pesulaitteisto sisältää yleensä vesien käsittelylaitteiston
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Käsittely ei sovellu ulkolämpötilan ollessa pakkasen puolella • Hienoaines tulee sijoittaa kaatopaikalle tai jatkokäsittelä esimerkiksi kompostoimalla tai termisesti • Muodostuva öljyinen pesuvesi tulee käsitellä
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekkaa tai sitä karkeampia maa-aineksia tulee olla yli 50 % • Käsittelyn aikana tarvitaan vettä ja sähköä • Off-site voidaan suorittaa paremmin ympäristön laadunvalvontaa eli esimerkiksi ongelmatilanteissa vedet saadaan hallitusti talteen • Syntyvä puhdistusjäätös tulee voida jatkokäsittelä, hyötykäyttää tai loppusijoittaa • Siirrettävälle laitteistolle tulee kerätä jätettä ensin 5000–20 000 t ennen kuin laitteistoa kannattaa alkaa siirtää

3.3.1 Pesuprosessi

Ennen pesua suoritetaan jätteen esikäsittely ja homogenisointi, jolloin jäte seulotaan ja siitä erotetaan erikseen ylisuuret kappaleet. Näin eri jakeet saadaan käsiteltyä erikseen (Sarkkila et al. 2004, 92). Puhdistettavasta maa-aineksesta poistetaan esimerkiksi kasvit, kivet ja puun kappaleet (Jeltsch 1990, 76). Esikäsittely voi sisältää myös esimerkiksi metallinerotuksen ja/tai murskaimen. (Mroueh et al. 2004, 163)

Pesuprosessissa maa-aines sekoitetaan pesuveteen. Tämän jälkeen veden ja maa-aineksen seos kulkee erilaisten seulojen, sekoitinten ja suihkujen kautta pesuysikön läpi, jolloin eri jakeet erottuvat toisistaan ja osa öljystä irtoaa pesuveteen. Hienoin maa-aines, joka sisältää pääosan öljystä, erotetaan lietteenä karkeammasta puhdistetusta maa-aineksesta. Hienoaineksesta erotetaan pesuneste puristamalla, jolloin päästään noin 50–70 % vettä sisältävään puhdistusjäätökseen. (Mroueh et al. 2004, 163)

Lietteestä erotettu ja prosessista muodostuva pesuneste johdetaan erilliseen vedenkäsittely-yksikköön, jossa öljy erotetaan pesuvedestä. Mikäli kerättävää vettä ei käsitellä paikan päällä, varastointikapasiteetin riittävydestä on huolehdittava. Vesi voidaan esimerkiksi kuljettaa suljetuissa säiliöissä soveltuvaan käsittelypaikkaan. (Mroueh et al. 2004, 163 ja 173) Esimerkki pesuprosessin käsittelyvaiheista on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Esimerkki pesuprosessin käsittelyvaiheista (Mroueh et al. 2004, 164–165; Sarkkila et al. 2004, 93; Hurme 2007a; Kantola 2007a)

3.4 Terminen käsittely

Termiset käsittelymenetelmät eli lämpökäsittelymenetelmät ovat oikein toteutettuina tehokkaita ja varmatoimisia käsittelymenetelmiä. Käsittely soveltuu useille maa-aineksille ja lähes riippumatta hienoainespitoisuudesta. Termisten menetelmien heikkous on niiden suhteellisen suuri energiantarve. Energiantarvetta voidaan pienentää erilaisilla esikäsittelymenetelmillä, alentamalla jätteen kosteuspuitoisuutta ja kierrättämällä prosessissa käytettyä lämpöä. (Jeltsch 1990, 63) Poltossa käytetään yleensä apupolttoaineita palamisen aloittamiseksi ja ylläpitämiseksi. Käsiteltäväksi soveltuvat periaatteessa kaikki orgaaniset haitta-aineet. Soveltuvuus riippuu käsittelylämpötilasta. Erityisesti termiset käsittelymenetelmät soveltuvat paljon orgaanisia haitta-aineita sisältäville jätteille (Mroueh 1996, 162). (Penttinen 2001, 32–33)

Yleisimmin saastuneita maamassoja on käsitelty termisesti rumpu-uuneissa, joita käytetään ongelmajätteiden poltossa sekä sementti- ja kevytsorateollisuudessa. Saastuneen maa-aineksen käsittelyyn voidaan käyttää myös leijukerroskattilaa. Lisäksi asfaltiasemia on käytetty koeluonteisesti öljyllä saastuneen maa-aineksen käsittelyyn. (Markkanen 1998, 26) Diplomityön laatimisvaiheessa Suomessa oli yksi syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä kahdessa arinakattilassa polttava jätteenpolttolaitos Turussa (Lounais-Suomen ympäristökeskus 2006; Terävä 2007, 14). Rakenteilla puolestaan oli kaksi uutta jätteenpolttolaitosta, toinen Riihimäelle ja toinen Kotkaan. Mikäli suunnitelmat etenevät lasketusti, kolme tai neljä uutta yhdyskuntajätteen polttolaitosta valmistuu 2010-luvulla. (Terävä 2007, 14) Riihimäen ja Kotkan uusille jätteenpolttolaitoksille rakennetaan arinakattilat. Kyseisillä laitoksilla pystytään käsittelemään öljyvahingon seurauksena muodostuvia öljyvahinkojätteitä tietyin rajoituksin (katso kappale 3.4.3). (Markkanen 2007a; Onikki 2007)

Termisen käsittelyn eteneminen jakautuu eri lämpötilavaiheisiin. Alle 300 °C lämpötilassa orgaaniset aineet eivät vielä suuressa määrin hajoa, mutta helposti hajoavat yhdisteet pyrolysoituvat eli kaasuuntuvat, jolloin pyrolyysituotteet siirtyvät kaasufaasiin. Kaasufaasiin siirtyvät myös helposti haihtuvat orgaaniset aineet. 400–700 °C lämpötilaa käytetään yleisimmin maaperän puhdistukseen. Vaikeasti haihtuvien orgaanisten aine-

den poisto maaperästä tapahtuu vasta yli 700 °C lämpötilassa. 700–900 °C lämpötila vastaa varsinaista polttoa, jossa tapahtuu vaikeasti haihtuvien orgaanisten aineiden poisto ja maan sisältämä humus yleensä tuhoutuu kokonaan hiiltymällä tai palamalla. Eri lämpötila-alueilla muodostuvat kaasut voidaan puhdistaa jälkipoltossa noin 1000–1200 °C lämpötilassa. Maa-aineksia ei yleensä kyseiseen lämpötilaan lämmitetä. Jälkipolton lisäksi on tavallisesti tarpeen puhdistaa polttokaasut erilaisilla savukaasun puhdistuslaitteilla. Lisäksi tulee huolehtia savukaasujen puhdistamisesta muodostuvien jätteiden asianmukaisesta sijoituksesta. (Jeltsch 1990, 64)

3.4.1 Poltto rannalla

Jätteiden poltto rannalla tulee kyseeseen vain, jos polton vaikutukset ympäristöön ovat hyväksyttävät. Menetelmän käytöstä tulee sopia alueellisen ympäristökeskuksen kanssa. Rannalla poltettavaksi soveltuvat öljyiset ajopuut ja rantaroskat. (Veriö 1991, 352; Jolma 2002, 32)

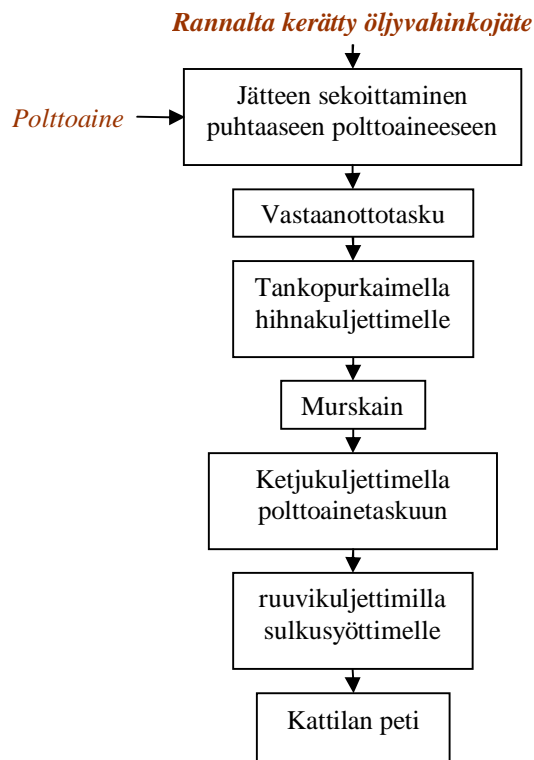
Polton onnistumiseen vaikuttaa öljyn laatu. Polttamista tulee kokeilla aluksi pienessä mittakaavassa. Nuotion pohjalle on hyvä tehdä vedon parantamiseksi arina esimerkiksi kivistä. Mahdollisuuksien mukaan tulee käyttää uuneja, siirrettäviä tai tilapäisiä, sillä uuneissa polttolämpötila ja palamisnopeus saadaan nuotiota korkeammaksi. Polttopaikkana voidaan käyttää muun muassa hiekkarantaa. Kunnan alkupalo on hyvä saada aikaiseksi ennen roskien syöttöä. Sytytys- ja polttoaineena käytetään tarpeen mukaan kevyttä lämmitysöljyä, nestekaasua tai muuta vastaavaa polttoainetta. Korkea palolämpötila ehkäisee haitallisten kaasujen ja noen syntyä. (Veriö 1991, 352–353; Jolma 2002, 32) Rannalla tapahtuva polton soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 14.

Taulukko 14. Rannalla tapahtuvan öljyvahinkojätteen polton tunnuspiirteitä (Veriö 1991, 271 ja 352; Jolma 2002, 32)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyiset risut, ajopuut ja rantakasvillisuus
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jätteessä saa olla vain vähän öljyä
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jätteen tulee olla kuivaa
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea • Yksinkertainen • Kustannuksiltaan edullinen
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Aiheuttaa ilmapäästöjä (savu- ja nokihaitat) • Palamiskaasut voivat olla myrkyllisiä • Tulokseksi voi jäädä palamatonta öljyjätettä
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Menetelmän käytöstä tulee sopia alueellisen ympäristökeskuksen kanssa

3.4.2 Poltto voimalaitoksella leijupetikattilassa

Leijupetikattilassa on ilmapirran avulla leijutettava kuuma hiekkakerros, josta käytetään nimitystä peti. Palamisilmaa syötetään kattilaan tulipesän pohjalla olevan leijutusarinan kautta sekä pedin yläpuolelta. (Vesanto 2006, 31–32) Polttoainesiloista jäte siirretään mekaanisesti kuljettimella sulkusyöttimen kautta pudotustorveen ja petin päälle. Kuumaan hiekkakerrokseen sekoittuva jäteaine kuivuu ja lämpenee syttymislämpötilaan. Petin lämpötila on pidettävä niin alhaisena, että jätteen tuhka ei sula. Kotimaisia polttoaineita poltettaessa petin lämpötila on noin 900 °C. Petin yläpuolella palaminen tapahtuu korkeammassa noin 1200 °C lämpötilassa (Markkanen 2007a). Polton aikana muodostuva tuhka poistetaan kattilan pohjalta. Samalla kattilasta poistuu hiekkaa. (Huhtinen et al. 2004, 157–158) Kattilaan lisätään ajoittain uutta hiekkaa. Prosessin aikana muodostuu myös lentotuhkaa. Muodostuvat savukaasut johdetaan savukaasujen puhdistusjärjestelmään. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006c, 7) Kuvassa 8 on kuvattu jätteen kulkua leijupetikattilaan.



Kuva 8. Esimerkki öljyvahinkojätteen kuljettamisesta voimalaitoksen leijupetikattilaan (Reponen 2007; Tekes, 3)

Leijupetikattila soveltuu hyvin kosteiden ja haihtuvia aineita sisältävien jätteiden polttoon (Huhtinen et al. 2004, 157 ja 159). Kaikki maa-ainekset soveltuvat polttoon, mutta savi paakkuuntuu helposti kuumennettaessa ja paakut voivat tukkia käsittelylaitteistoa ja heikentää käsittelytehoa. Ongelmaa voidaan kuitenkin pienentää teknisin ratkaisuin. (Penttinen 2001, 33) Jätteen tulee olla sellaista, että se saadaan kuljetettua kattilaan ilman ongelmia. Öljyiset jätteet tuleekin yleensä sekoittaa käsittelylaitoksella puhtaaseen polttoaineeseen. Jätteen sisältämät isot kivet voivat tukkia ruuvikuljettimia. Meriveden sisältämä suola ja PVC eli polyvinyylidikloridi (kloridit) puolestaan aiheuttavat muun muassa korroosiota. Jäte ei saa sisältää alumiinia, isoja kiviä ja metallikappaleita. Jätteen sisältämä öljy voi aiheuttaa paloturvallisuusriskin murskaimella ja helposti haihtuvat öljy-laadut voivat aiheuttaa varastoinnin aikana räjähdysvaaran. Jätteen kosteuspitoisuuden tulee olla alle 55–60 %. Kostean jätteen poltto johtaa lisäenergian käyttöön. Jätteen sisältämän öljyn öljy-laatu voi olla kevyttä tai raskasta. (Markkanen 2007a; Piispainen 2007a; Rainio 2007; Reponen 2007) Leijupetikattilalaitoksen öljyvahinkojätteen polton soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 15.

Taulukko 15. Leijupetikattilalaitoksen öljyvahinkojätteen polton tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 33; YMa 22.11.2001/1129; VNa 15.5.2003/362; Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2004b, 5; Vahanne ja Rytkönen 2005, 11; Frantsi 2007b; Markkanen 2007a; Piispanen 2007a; Rainio 2007; Reponen 2007)

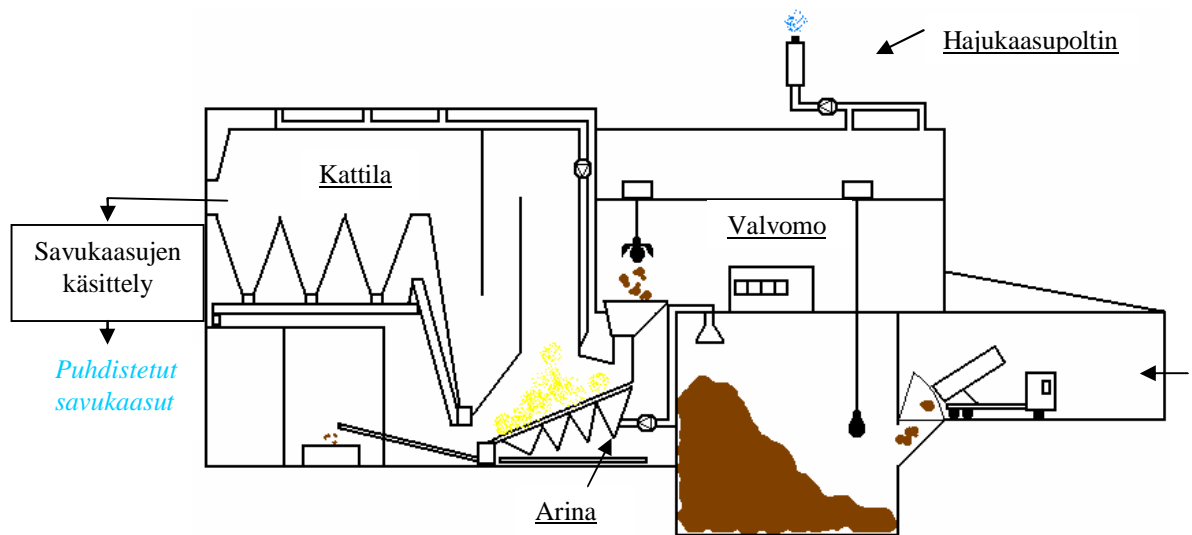
Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyisiä orgaanisia aineksia, varusteita, maa-aineksia (pieniä määriä) ja kuolleita eläimiä (teknisesti mahdollista) • EI: Öljyistä merivettä (pitäisi sekoittaa puhtaaseen polttoaineeseen ja saada näin kiinteäksi)
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ei raja-arvoa, öljyinen jäte sekoitetaan puhtaaseen polttoaineeseen
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Käsiteltäväksi soveltuvat niin kevyet kuin raskaat öljyلاادut, mutta ei välttämättä raakaöljy
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, (savi), moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti • Maa-aineksia saa olla pieniä määriä muun jätteen seassa
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kosteuspitoisuus alle 55–60 % • Suuri kosteuspitoisuus vaikeuttaa jätteen käsittelyä ja lisää energiantarvetta
<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ei alumiinia, isoja kiviä ja metallikappaleita • Meriveden suola ja PVC eli kloridit aiheuttavat muun muassa korroosiota • Jos jätteen klooripitoisuus on yli yhden prosentin, jälkipolttimen lämpötilan tulee olla vähintään 1100 °C kahden sekunnin ajan
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Kestoltaan nopea • Käsittelystä muodostuu muun muassa tuhkaa, lentotuhkaa ja savukaasuja
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Jätteen suuri kosteuspitoisuus johtaa lisäenergian tarpeeseen • Öljyn poltosta muodostuva lento- ja kattilatuhka ovat ongelmajätettä • Öljyinen jäte saattaa aiheuttaa kuljetintukkeumia • Päästöjen raja-arvot saattavat ylittyä
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Savi paakkuuntuu helposti kuumennettaessa • Jätteiden tulee olla murskautuvia • Yleensä öljyinen jäte tulee sekoittaa puhtaaseen polttoaineeseen, jotta se on kuljetettavissa kattilaan (katso kuva 8) • Savukaasujen puhdistamisesta tulee huolehtia

3.4.3 Poltto jätteenpolttolaitoksella arinakattilassa

Arinapoltossa polttoaine syötetään arinalle kattilan toiselta reunalta ja toiselta reunalta poistuu tuhka. Arinan alkupäässä jäte kuivuu ja lämpiää. Lämpenemisen jälkeen jäte alkaa kaasuuntua. Ensimmäisenä kaasuuntuvat komponentit syttyvät palamaan ja niiden luovuttama lämpö sytyttää kaasuuntumatta jäävät kiinteät polttoainepartikkelit. Palamistapahtuma voidaan siis jakaa kuivumis-, kaasuuntumis- ja palamisalueeseen. (Huhtinen et al. 2004, 152–153) Uusien jätteenpolttolaitosten arinat ovat yleensä vinoja, joissa jä-

tettä sekoitetaan eri menetelmin polton aikana. Samaan aikaan arinan eri osiin syötetään ilmaa. (Vesanto 2006, 30)

Arinatekniikka soveltuu monenlaisen jätteen polttoon. Prosessi sietää yleensä melko hyviin jätteen kosteuden, lämpöarvon ja tuhkapitoisuuden vaihtelua. Polttolaitoksissa varaudutaan polttamaan laadultaan vaihtelevaa jätettä. Arinatekniikka ei yleensä edellytä jätteen esikäsitteilyä, mutta hyvin suuret kappaleet murskataan ja isot metallikappaleet poistetaan jätteen seasta. (Vesanto 2006, 30) Esimerkki arinapolttoon perustuvasta jätteenpolttolaitoksesta on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Esimerkki arinapolttoon perustuvasta jätteenpolttolaitoksesta (Hämeen ympäristökeskus 2006b, 14)

Kuvassa olevalla jätteenpolttolaitoksella jätekuormat tyhjenetään bunkkeriin. Kuivattua lietettä varten voi laitoksella olla oma siilo. Kuorman purku tapahtuu sisätiloissa ja käsittelytilan ilma ohjataan polttouuneihin. Jätettä siirretään bunkkerista, jätekuorman purkupaikan vastakkaisesta päädyssä, kahmarilla syöttösuppiloon. (Hämeen ympäristökeskus 2006b, 9–12) Syöttösuppilosta jäte ohjataan ilma- tai nestejäähdytteiselle arinalle. Karkea tuhka ja palamattomat materiaalit, kuten metallikappaleet ja kivet, poistuvat arinan alapäästä laitoksen pohjatuhkajärjestelmään. Arinan alta poistetaan pohjatuhkaa ja hienojakoisin tuhka poistetaan viimeistään savukaasunpuhdistuksessa (Hämeen ympäristökeskus 2006b, 13). Kattilan jälkeen savukaasut johdetaan puhdistusjärjestelmään.

(Vesanto 2006, 30) Arinakattilalaitoksessa tapahtuvan polton soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 16.

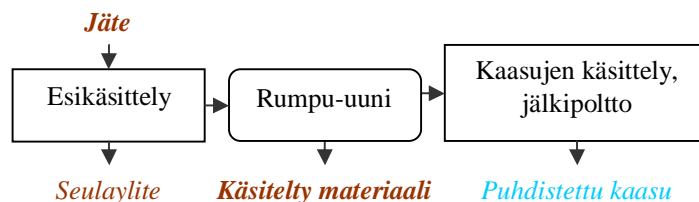
Taulukko 16. Arinakattilassa tapahtuvan öljyvahinkojätteen polton tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 33; VNa 15.5.2003/362; Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2004b, 5; Vahanne ja Rytönen 2005, 11; Hämeen ympäristökeskus 2006b, 14 ja 22; Markkanen 2007a; Onikki 2007; Rainio 2007)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyinen orgaaninen aines, varusteet, kuolleet eläimet ja pieniä määriä öljyistä maa-ainesta • EHKÄ: Öljyinen merivesi
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Huomioitava, että öljyn lämpöarvo on korkeampi kuin polttoaine, jolle arinakattila on mitoitettu. Arina ei siis saa vahingoittua öljyn vaikutuksesta.
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kaikki öljy-laadut, mutta bensiinipitoiset jätteet tulee käsitellä ensin muulla menetelmällä, koska haihtuvat yhdisteet aiheuttavat bunkkerissa räjähdysvaaran.
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, (savi), moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti • Jäte saa sisältää pieniä määriä maa-aineksiä
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikeuttaa jätteen käsittelyä • Lisää energiantarvetta • Mikäli laitoksella on lietteille erillinen siilo, laitoksella on teknisesti mahdollista käsitellä öljyisiä vesiä
<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Meriveden suola ja PVC eli kloridit aiheuttavat korroosiota • Jos jätteen klooripitoisuus on yli yhden prosentin, jälkipolttimen lämpötilan tulee olla vähintään 1100 °C kahden sekunnin ajan
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Kestoltaan nopea
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Käsittelystä muodostuu muun muassa savukaasupäästöjä, kuonaa ja lentotuhkaa
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Kiinteä jäte tulee olla syötettävissä kahmarilla polttoon • Savi paakkuuntuu helposti kuumennettaessa • Jätteen käsittelyä voi helpottaa, jos jäte tuodaan laitokselle muovipusseissa • Suositeltavaa on tuoda kuolleet eläimet käsiteltäväksi muovipusseissa tai jätessäkeissä • Öljyn tulee olla tasaisesti jakautuneena jätteiden sekaan

3.4.4 Termodesorptioon perustuva käsittely rumpu-uunissa

Termodesorptio voi tapahtua siirrettävässä tai kiinteässä laitoksessa. Termodesorption suorittaminen tapahtuu yleensä kaksivaiheisena. Aluksi haihtuvat haitta-aineet poistetaan maa-aineksesta haihduttamalla riittävän korkeassa lämpötilassa. Haihdutusta seuraa kaasuvirtaan siirrettyjen epäpuhtauksien jälkipolttotai muu kaasunpuhdistusmenetelmä. Termodesorptiota ei siis ole suunniteltu haitta-aineiden tuhoamiseen tai muuttamiseen haitattomaan muotoon, vaan menetelmä on esikäsitteilymenetelmä, joka vaatii aina pois-

tettujen haitta-aineiden jatkokäsittelyä. (Mroueh et al. 2004, 129) Yksinkertaistettu kuva termodesorptioprosessista on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Yksinkertaistettu kuva termodesorptioprosessista (Penttinen 2001, 34; Mroueh et al. 2004, 130)

Termodesorptio voidaan jakaa laitetekniikaltaan vaativampaan korkealämpötiladesorptioon, jossa maa-ainekset kuumennetaan 320–800 °C:seen, ja helposti haihtuville yhdisteille soveltuvaan matalalämpötiladesorptioon, jossa lämpötila-alue on 90–320 °C. Matalalämpötiladesorptiossa maa-ainesten fysikaaliset ominaisuudet pysyvät ennallaan ja suhteellisen alhaisissa lämpötiloissa myös orgaaniset ainekset säilyvät vahingoittumina. (Mroueh et al. 2004, 129) Polttolämpötila voi myös olla uunin käyttötarkoituksesta ja rakenteesta riippuen 850–1400 °C (Vesanto 2006, 34). Ekokem Oy Ab:n Riihimäen laitoksella suoritetaan esimerkiksi niin sanottua tehopolttua, jolloin maa-ainekset kuumennetaan rumpu-uunissa yli 1000 °C lämpötilaan. Menetelmä soveltuu ongelmajätteiden ja vaikeasti pilaantuneiden maamassojen käsittelyyn. Tällöin kaikki orgaaninen aines palaa ja maa-aines sulaa osittain. Poltosta muodostuva kuona voidaan toimittaa kaatopaikalle hyötykäyttöön. (Ekokem-Palvelu Oy 2006, 1; Kantola 2007a)

Termodesorptio voidaan suorittaa suoralla poltolla, epäsuoralla poltolla tai epäsuoralla lämmittämällä. Suorassa poltossa, nimensä mukaisesti, jäte on kontaktissa liekin kanssa ja laitteiston pääasiallinen tarkoitus on irrottaa haitta-aineet maaperästä. Epäsuorassa poltossa voidaan käyttää suorälämmitteistä rumpukuivainta tai höyrykehittäjä. Rumpukuivaimessa lämmitetty ilmavirta johdetaan käsiteltävään materiaaliin ja vesi ja orgaaniset haitta-aineet irtoavat jätteestä. Höyrykehittäjässä vesi tulistetaan höyryksi ja tulistettu höyry johdetaan käsiteltävään materiaaliin, jolloin vesi ja orgaaniset haitta-aineet irtoavat. Epäsuoralämmitteisessä laitteistossa on rumpukuivain, jota lämmitetään ulkopuolelta. Vesi ja orgaaniset yhdisteet haihtuvat jätteestä inerttiin kantajakaasuun, minkä jälkeen kasuu puhdistetaan. Haitta-aineiden talteenotto ja käsittely on teknisesti helpompaa epäsuorissa tekniikoissa kuin suorapolttomenetelmissä, koska lämmittämi-

sestä muodostuvat polttokaasut eivät sekoitu haitta-aineita sisältäviin kaasuihin. (Mroueh et al. 2004, 129–130)

Rumpu-uunit soveltuvat kiinteiden, nestemäisten, pastamaisten ja kaasumaisten materiaalien polttamiseen. Rumpu-uuni on yleensä 10–15 m pitkä loivasti vinoon asennettu rumpu. Jätteen syöttölaitteistona voi toimia murskaava sulkusyötin, syöttöruuvi tai suppilo. Lisäksi laitteistoon voi sisältyä suuttimet nesteiden tai kaasujen syöttöön sekä pneumaattinen syöttösuutin jauhemaisia jätteitä varten. Usein kuitenkin kaasut ja nesteet syötetään suoraan jälkipolttoon. Jäte ja palamisilma syötetään rummun yläpäähän. Rumpu pyörii hitaasti, esimerkiksi 5-40 kierrosta tunnissa. Samalla jäte siirtyy rummussa eteenpäin ja samalla tapahtuu jätteen sekoittumista. Rummun alapäästä palokaasut ja tuhka poistuvat jälkipolttoon. Karkea tuhka poistetaan jälkipalotilan pohjalta joko kiinteänä tai sulana ja savukaasut johdetaan puhdistettavaksi. (Vesanto 2006, 34)

Termodesorptiomenetelmä soveltuu periaatteessa kaikille maa-aineksille. Matalalämpötiladesorptiolle soveltuvat parhaiten hiekka ja sora, kun hankalammin soveltuvia ovat hienoainespiteiset savet ja silit. (Mroueh et al. 2004, 134) Laitetekniikalla voidaan vaikuttaa käsiteltäväksi soveltuvaan saviosuuteen, mitä tehokkaampi sekoitus laitteistossa on, sitä paremmin käsittely soveltuu tiiviille maa-ainekselle. Käsittelyn helpottamiseksi runsaasti hienoainesta sisältävä jäte voidaan joutua kuivaamaan tai sekoittamaan karkeampaan materiaaliin (Mroueh et al. 2004, 134). Tosin saven kuivaus lisää pölypäästöjä. (Mroueh 1996, 158)

Suuri kosteuspitoisuus lisää energiantarvetta ja pidentää käsittelyaikaa. Hienoainespiteisten maiden kosteuspitoisuuden tulee olla alle plastisuusrajan, jotta maa-ainekset eivät paakkuunnu ja takerru rakenteisiin. (Mroueh et al. 2004, 132 ja 134) Plastisuusraja on se kosteuspitoisuus, jossa materiaali muuttuu kiinteästä muovailtavaksi (Volhard ja Westermarck 1994, 26). Jätteen korkea tai matala pH voi aiheuttaa laitteistoissa korroosiota (Mroueh et al. 2004, 132).

Sekä matala-, että korkealämpödesorptiot soveltuvat öljyhiilivetyjen käsittelyyn. Haitta-ainepitoisuudet eivät saa vaihdella suuresti käsittelyyn syötettävässä jätteessä. Suuret

pitoisuusvaihtelut voivat vaikuttaa puhdistuksen tehokkuuteen, lopputulokseen ja aiheutuviin kaasupäästöihin. Haitta-aineiden maksimipitoisuuksille ei kuitenkaan ole yleisesti määrättyjä raja-arvoja. Suuret pitoisuudet voivat johtaa merkittävän suuruisen lämpökuorman muodostumiseen ja laitteiden vaurioitumiseen. Lisäksi kyseiset pitoisuudet voivat johtaa merkittäviin päästöjen muodostumisiin kaasunkäsittelytehon alentuessa. Oleellista on, että käsittely ei aiheuta työturvallisuus- ja ympäristöriskiä. Mikäli termisellä käsittelyllä ei päästä riittävän alhaisiin haitta-ainepitoisuuksiin, maa-ainekset on jatkokäsiteltävä ennen niiden hyötykäyttöä tai loppusijoitusta. (Mroueh et al. 2004, 133, 135 ja 137) Termodesorptiokäsittelyn soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 17.

Taulukko 17. Öljyvahinkojätteen termodesorptiokäsittelyn tunnuspiirteitä (Jeltsch 1990, 66; Mroueh 1996, 159; Penttinen 2001, 34; VNa 15.5.2003/362; Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 7; Mroueh et al. 2004, 129, 132, 134–135 ja 137; Onikki 2007)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyinen maa-aines, merivesi, orgaaninen aines, varusteet ja kuolleet eläimet • Jätteen koostumuksen perusteella valitaan käytettävä termodesorptiokäsittelymenetelmä
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ei ylärajaa • Jakautuneena tasaisesti
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kaikki öljy-laadut • Bensiinipitoiset jätteet tulee käsitellä ensin muulla menetelmällä, jos jätettä varastoidaan bunkkerissa, koska haihtuvat yhdisteet aiheuttavat räjähdysvaaran. Bensiinipitoisen meriveden käsittely voi onnistua nestemäisten aineiden säiliön kautta.
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, savi, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti • Hienoainepitoisuus voi hidastaa käsittelykapasiteettia
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Lisää energiantarvetta • Hienoainepitoisten maiden kosteuspitoisuuden tulee olla alle plastisuusrajan
<i>pH</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Alhainen ja korkea pH aiheuttaa laitteistokorroosiota
<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ei paljoa alumiinia ja klooria • Jos jätteen klooripitoisuus on yli yhden prosentin, jälkipoltin lämpötilan tulee olla vähintään 1100 °C kahden sekunnin ajan
<i>Kesto</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea (20–60 min rumpu-uunissa)
<i>Vahvuuksia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • On site -menettely vähentää jätteiden kuljetustarpeita • Soveltuu kaikille maa-aineksille • Nopea • Käsittelyllä on mahdollista päästä alle SAMASE-ohjearvojen
<i>Heikkouksia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Korkealämpötiladesorptiokäsittelyn aikana maa-aines muuttaa fysikaalisia ominaisuuksia merkittävästi • Prosessista aiheutuu muun muassa savukaasupäästöjä ja mahdollisesti kuonaa
<i>Huomioitavaa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Esikäsittelymenetelmä, joka vaatii aina poistettujen haitta-

	<p>aineiden jatkokäsittelyn. Yleensä laitteistot sisältävät jatkokäsittelynä kaasujen käsittelyn.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Päästöjen vaikutus on huomioitava • Jäte voidaan syöttää rumpuun muovipusseissa • Alhaisemman lämpötilan laitteistot soveltuvat erityisesti paljon maa-ainesta sisältäville jätteille. Orgaanisen aineksen ja varusteiden määrän kasvaessa suositetaan korkeampia lämpötiloja. Käytetyn termodesorptiokäsittelymenetelmän valinta on aina tapauskohtaista.
--	--

3.4.5 Siirrettävät termodesorptiolaitteistot

Saastuneiden maa-ainesten käsittely voi tapahtua siirrettävässä termodesorptiolaitoksessa väliaikaisten välivarastojen läheisyydessä. Maa-ainesten käsittely siirrettävissä laitoksessa vähentää jätteiden kuljetustarpeita (Jeltsch 1990, 66). Laitoksen siirto ei ole taloudellisesti kannattavaa, jos kerättävä öljyvahinkojättemäärä jää pieneksi, esimerkiksi alle 4000 t (Aho 2007c). Laitos muodostuu erillisistä yksiköistä, jotka kootaan muutama päivässä tarvittavaksi kokonaisuudeksi. Laitoksen kokoonpanoa voidaan vaihdella maamassojen sisältämien haitta-aineiden mukaan. Mikäli laitos tuodaan rannan läheisyyteen, laitosta varten tarvitaan maa-alue, joka voi olla esimerkiksi 2500 m² suuruinen (Uotila 2007). Käsittelykapasiteettiin vaikuttaa muun muassa haitta-aineiden määrä ja laatu sekä jätteen koostumus. Jätteen käsittelyn kannalta on hyvä, jos jätteet on lajiteltu, mutta käsittely onnistuu myös sekoittuneille jätteille (Aho 2007c). (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 3-4)

Matalan lämpötilan termisen desorption käsittelylaitos (epäsuora lämmitys) muodostuu maa-aineksen syöttölaitteesta, puhdistusrummusta, höyrykehittäimestä, puhaltimesta, jälkipoltimesta ja ohjaamosta, josta ohjataan automaattisesti tapahtuvaa puhdistusprosessia. Lisäksi laitokseen kuuluu sähkögeneraattori ja polttoaine- ja vesisäiliöt. (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 5)

Jätteen esikäsittely aloitetaan yleensä jätteen seulomisella, jolloin poistetaan jätteestä ylisuurat yli 50 mm kappaleet kuten kivet, metallit ja puun palaset. Kappaleiden suurin koko voi vaihdella eri laitteistoilla. (Mroueh 1996, 160) Samalla massat homogoidaan sekoittamalla. Seulaylitteen laatua tarkkaillaan ja se käsitellään tai sijoitetaan soveltavalla tavalla. Seulaylite voidaan myös tarvittaessa seuloa uudelleen. Seulaylitteelle tulee

löytyä soveltuva varastoalue. Runsaasti VOC-yhdisteitä eli haihtuvia orgaanisia yhdisteitä sisältäviä maa-aineksia ei suositella esikäsiteltäväksi ennen kuin kyseisten yhdisteiden määrää on vähennetty esimerkiksi huokosilmakäsittelyllä (katso kappale 3.7). Seulontaa voi seurata metallien erotus magneetilla (Uotila 2007). (Mroueh et al. 2004, 146)

Seulonnan jälkeen maa-ainekset voidaan kuljettaa pyörökuormaajalla syötettäväksi käsittelylaitteistoon tai seulonta voi tapahtua syöttösiilon päällä, jolloin ylimääräistä kuljetusta ei tarvita (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 5; Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2003, 12). Syöttösiilosta ainesta annostellaan hihnavaa'an avulla kuljettimella puhdistusrumpuun, jossa maa-ainesta käsitellään mekaanisesti ja jonne ohjataan jatkuva- toimisesti tulistettua höyryä. Puhdistuksen jälkeen käsitellyt maa-ainekset välivarastoidaan puhdistusasteen varmentamisen ajaksi. Puhdistusprosessista muodostuva savukaasuvirta kulkee jälkipolttimeen kautta. Prosessista ei muodostu jätevettä, koska käytettävä vesi aluksi höyrystetään ja lopuksi se ohjataan jälkipolttimeen. (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 5)

Matalan lämpötilan termisen desorptiolaitteiston (suora lämmitys) kokoonpanoon lisätään poltinkyksiköllä varustettu pyörivä alipaineistettu kuumennusrumpu, pölynsidontayksiköt ja hiukkassuodatin. Suoralämmitteisessä käsittelylaitoksessa ei siis käytetä puhdistusrumpua ja höyrykehittintä. Alipaineistuksella ehkäistään puhdistamattoman kaasun vapautuminen ulkoilmaan. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2003, 12). Maa-aineksen annostelu tapahtuu menetelmässä jatkuvatoimisesti kuljetinhihnalla olevan vaakalaitteen avulla. Maamassa syötetään suoraan pyörivään kuumennusrumpuun, jonka jälkeen puhdistettu maa-aines ohjautuu jäähdytys- ja kastelukuljettimen kautta välivarastoitavaksi. Puhdistetuista maa-aineksista otetaan näytteitä, jotka tutkitaan laboratoriossa (Aho 2007b). Termodesorptiomenetelmä on nopea, sillä käsiteltävien maa-ainesten viipymäaika rummussa on normaalisti 20 minuutista yhteen tuntiin (Mroueh et al. 2004, 129). Hienoaines ja haitta-aineita sisältävä paloilma jatkavat puhdistuslaitteistoille. (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 6)

Korkean lämpötilan termisen desorptiolaitteiston (suora lämmitys) kokoonpanoon voidaan puhdistettavista haitta-aineista riippuen lisätä lisää savukaasujen puhdistuslaitteita (Etelä-Savon ympäristökeskus 2004, 6). Poistokaasut käsitellään kaikissa termodesorptiomenetelmissä, mutta käsittelymenetelmän valintaan vaikuttavat esimerkiksi käsiteltävä haitta-aine ja päästöraja-arvot (Mroueh et al. 2004, 131).

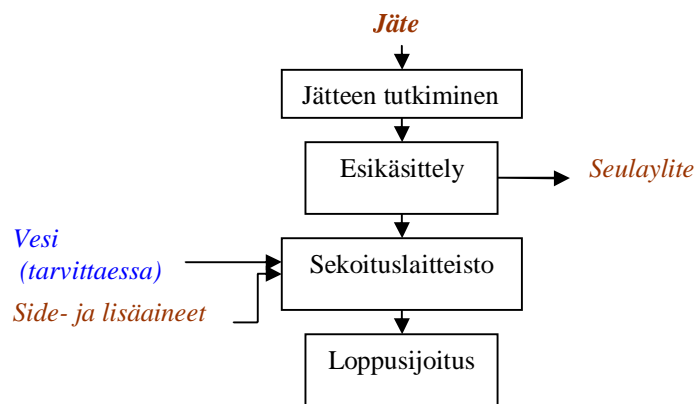
3.5 Stabilointi ja kiinteytys

Stabilointiprosessit muuttavat jätteen ainesosien vaarallisuutta, jolloin vaarallinen jäte muuttuu vaarattomaksi jätteeksi. Kiinteytysprosessit puolestaan muuttavat ainoastaan jätteen fysikaalista olomuotoa lisäaineiden avulla. (YMa 22.11.2001/1129) Termejä käytetään usein synonyymeinä, niin myös tässä työssä. Menetelmien tavoitteena on vähentää haitta-aineiden liikkuvuutta ja liukoisuutta sekä parantaa jätteen käsiteltävyyttä ja fysikaalisia ominaisuuksia. Stabiloinnilla ja kiinteytyksellä ei poisteta öljyvahinkojätteestä mahdollisesti aiheutuvaa riskiä lopullisesti, mutta menetelmillä pystytään alentamaan syntyvää ympäristöriskiä (Sarkkila et al. 2004, 77). (Mroueh et al. 2004, 93–94)

Yleensä stabilointi suoritetaan on site tai off site (Penttinen 2001, 36). Aluksi saastu-neelle maa-ainekselle suoritetaan esitutkimukset soveltuvimman seoskoostumuksen valitsemiseksi. Esitutkimuksia seuraa aineksen homogenisointi riittävän tasalaatuiseksi. Homogenisointi tapahtuu esikäsittelemällä jäte murskaamalla tai seulomalla siitä stabilointiin soveltumattomat kappaleet pois (Vahanne ja Rytönen 2005, 8). Erotusrajana, jota suuremmat kappaleet poistetaan, voidaan käyttää esimerkiksi noin 60 mm (Mroueh 1996, 134). Seulaylitettä varten tulee löytyä välivarasto. Jos ylite sisältää runsaasti öljyistä jätettä, ylite seulotaan uudelleen tai käsitellään muulla tavoin sijoituspaikkaan soveltuvaksi. (Mroueh et al. 2004, 94, 100 ja 115)

Seulan läpi mennyt aines jatkaa sekoitusprosessiin, jossa jätteeseen sekoitetaan side- ja lisäaineet (Sarkkila et al. 2004, 82). Sekoitus voi tapahtua panos- tai jatkuvatoimisella sekoituslaitteistolla. Tasalaatuisen massan tuottamiseksi seurataan laitteistoon syötettävää maa-aineksen määrää, side- ja lisäaineiden määriä sekä sekoitusaikaa. Stabilointia seuraa käsitellyn aineksen loppusijoitus. Sijoitettaessa massa kaatopaikalle, massan laa-

dun parantamiseen voidaan käyttää enintään muutamia prosentteja esimerkiksi mursketa, kalkkia tai teollisuuden sivutuotteita. Hyötykäyttökohteissa massaan voidaan sekoittaa edellä esiteltyjä aineita sen verran kuin massan teknisen laadun parantamiseksi on välttämätöntä. Laimentaminen ei kuitenkaan ole sallittua. Käsittelyä haittaavia sääolosuhteita ovat esimerkiksi pitkään jatkuvat sateet tai odotettua aikaisemmat pakkaset. Stabilointia suoritettaessa ulkolämpötilan tulee siis olla yli 0 °C (Uimarihuhta 2007b). (Mroueh et al. 2004, 94, 100 ja 112) Esimerkki stabilointiprosessin käsittelyvaiheista on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Esimerkki stabilointiprosessin käsittelyvaiheista (Penttinen 2001, 36; Mroueh et al. 2004, 95; Sarkkila et al. 2004, 82; Vahanne ja Rytönen 2005, 8)

Stabiloinnissa öljyvahinkojätteeseen sekoitetaan epäorgaanisia tai orgaanisia sideaineita tai niiden sekoituksia. Epäorgaaniset sideaineet ovat yleensä silikaattipohjaisia kuten sementtiä, kalkkia, lehtotuhkaa tai näiden seoksia. Orgaanisista sideaineista yleisimmin käytetty on bitumi. (Mroueh et al. 2004, 93–94) Ennen kiinteytystä tulee varmistaa ratkaisujen pysyvyys ja pitkäaikaistoimivuus. Stabiloitujen massojen uudelleenkäsittely on vaikeaa, jos kiinteytyksen jälkeen todetaan menetelmän puutteellisuus tai epäonnistuminen. Mikäli kestävyydellä on rajoituksia, stabiloidut massat voidaan esimerkiksi eristää (katso kappale 3.6). (Sarkkila et al. 2004, 77 ja 80) Stabiloinnin soveltavuuteen vaikuttavat muun muassa haitta-aineiden laatu ja pitoisuudet, maalajit, humuspitoisuus, raekoko, käytettävä sideaine sekä käsitellyn massan sijoituskohde. Orgaaniset yhdisteet tulee ensisijaisesti poistaa jätteestä ja stabiloida ainoastaan, jos niiden poisto ei ole kohtuullisin kustannuksin teknisesti mahdollista. (Mroueh et al. 2004, 95 ja 97)

3.5.1 Sementtistabilointi

Sementtistabiloinnissa saastunut maa-aines sekoitetaan sementin, veden ja lisäaineiden kanssa massaksi, joka kovettuessaan estää haitta-aineiden leviämisen (Penttinen 2001, 38). Epäorgaaniset sideaineet soveltuvat pääasiassa metallien käsittelyyn ja heikosti tai erikoistapauksissa haihtumattomille öljy-yhdisteille. Bitumistabilointi on soveltuvampi stabilointimenetelmä, kun käsiteltävänä on raskaita öljyjakeita. (Mroueh et al. 2004, 101) Sementtistabiloinnin soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 18.

Taulukko 18. Öljyvahinkojätteen sementtistabiloinnin tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 39; Mroueh et al. 2004, 98–101; Sarkkila et al. 2004, 77 ja 79; Vahanne ja Rytönen 2005, 8)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • EHKÄ: Öljyinen maa-aines, jonka seassa on pieniä määriä öljyistä orgaanista ainesta • EI: Öljyinen merivesi, öljyiset varusteet ja kuolleet eläimet
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Korkeat öljypitoisuudet on poistettava jätteestä ja käsiteltävä erikseen
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuu heikosti tai erikoistapauksissa haihtumattomille öljy-yhdisteille esimerkiksi pienille öljypitoisuuksille • Soveltuvuus testattava erikseen • Öljyt voivat hidastaa kovettumista ja heikentää pitkäaikaiskestävyyttä • Öljyt muodostavat kalvon maapartikkeleiden pinnalle, jolloin maapartikkeleiden kiinnittyminen sideaineeseen heikkenee
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, savi, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti • Runsaasti hienojakoista ainesta sisältävät maa-ainekset ovat heikommin stabiloituvia • Jäte ei saa sisältää runsaasti orgaanista ainesta
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kosteaa jätettä tulee esikäsitellä kuivaamalla tai käyttämällä sideainetta
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea, mutta ennakkokokeet voivat viedä aikaa jopa noin viisi kuukautta
Vahvuuksia	
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuu heikosti öljyvahinkojätteelle • Sekoitussuhteen laatiminen ja liukoisuustestin suorittaminen voi viedä aikaa • Jätteen massa ja tilavuus voi kasvaa sideaineiden lisäyksen vuoksi
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Jäte homogenoitava tasalaatuiseksi • Käytettävien sideaineiden tarvetta voidaan vähentää kuivattamalla jätettä ennen stabilointia. • Menetelmällä ei poisteta aiheutuvaa riskiä lopullisesti

3.5.2 Bitumistabilointi

Bitumistabiloinnissa maa-ainekseen sekoitettu bitumi kapseloi haitta-aineet ja näin haitta-aineiden kulkeutuminen ympäristöön estyy (Penttinen 2001, 38). Bitumisideaineet soveltuvat hyvin raskaille öljyjakeille ja heikosti muille haihtumattomille yhdisteille. Muilla yhdisteillä sideaineen soveltuvuus tuleekin arvioida tapauskohtaisesti. (Mroueh et al. 2004, 99) Bitumistabiloinnin soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 19.

Taulukko 19. Öljyvahinkojätteen bitumistabiloinnin tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 37–38; Mroueh et al. 2004, 100–101; Sarkkila et al. 2004, 77; Vahanne ja Rytönen 2005, 8; Ekokem-Palvelu Oy 2007, 2; Uimarihuhta 2007a; Uimarihuhta 2007c)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyinen maa-aines, jonka seassa on pieniä määriä öljyistä orgaanista ainesta • EI: Öljyinen merivesi, öljyiset varusteet ja kuolleet eläimet
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anjalankosken Ekokem-Palvelu Oy:llä öljypitoisuuden tulee olla alle ongelmajätteen raja-arvon • Korkeat öljypitoisuudet on poistettava jätteestä ja käsiteltävä erikseen
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuu keskiraskaille ja raskaille öljy-laaduille • Muille öljy-laaduille soveltuvuus arvioitava yhdistekohtaisesti
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, (savi), moreeni, (orgaaninen aines) ja (sedimentti) • Runsaasti hienojakoista ainesta sisältävät maat tulee esikäsitellä • Orgaanista ainesta tulee olla alle 10 %
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kosteaa maa-ainesta tulee esikäsitellä kuivaamalla tai lisäämällä kalkkia
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea, mutta ennakkokokeet voivat viedä aikaa jopa noin viisi kuukautta
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuu keskiraskaille ja raskaille öljy-laaduille • Edullinen käsittelymenetelmä
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Sekoitussuhteen laatiminen ja liukoisuustestin suorittaminen voi viedä aikaa • Jätteen massa ja tilavuus voi kasvaa sideaineiden lisäyksen vuoksi
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Jäte homogenisoitava tasalaatuiseksi • Sideaineiden tarvetta voidaan vähentää kuivattamalla jätettä ennen stabilointia

3.6 Eristys

Eristyksellä estetään jätteen sisältämien haitta-aineiden leviäminen ja kulkeutuminen ympäristöön rakentamalla tiiviitä seinämiä tai eristyskerroksia (Mroueh 1996, 139).

Eristystä sovelletaan yleensä sekä in situ että off site -menetelmänä (Penttinen 2001, 40). Diplomityössä kyseessä oli kuitenkin öljyyntynyt ranta, joten menetelmä on paremmin toteutettavissa off site -menetelmänä. Eristyksen ero muihin käsittelymenetelmiin on se, että eristys kohdistuu vain kunnostettavan kohteen ulkopintaan eikä sen sisältämään saastuneeseen maa-ainekseen (Jeltsch 1990, 20). Eristys ei siis poista haitta-aineita, minkä takia jäte muodostaa eristettynä edelleen ympäristöriskin (Jeltsch 1990, 21).

Eristysmenetelmää voidaan soveltaa muiden käsittelymenetelmien varmistamiseksi sekä erillisenä kunnostuskeinona (Mroueh 1996, 139). Menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi kiinteytyksen ja stabiloinnin varmistuskeinona. Eristys soveltuu myös käytettäväksi tilapäisvarastoinnin yhteydessä. Lisäksi menetelmä soveltuu käytettäväksi, jos haitta-ainepitoisuudet ovat suhteellisen pieniä, mutta haitta-aineiden kulkeutuminen voi aiheuttaa ongelmia (Mroueh 1996, 140). (Jeltsch 1990, 21)

Eristystekniikat ovat: pintaeristys, pysty- ja pohjaeristykset sekä hydrauliset menetelmät. Eristystekniikoista yleisimmin käytetty menetelmä on pintaeristys, jolla estetään sade- ja pintavalumavesien pääsy saastuneeseen kohteeseen. Samalla ehkäistään suoto-vesien muodostumista ja vähennetään haitallisten kaasujen pääsyä ympäristöön. Sadevesien keräyksestä tulee huolehtia ja tarvittaessa sadevedet johdetaan käsiteltäväksi. Pohja- ja pystyeristykset ehkäisevät haitta-aineiden kulkeutumista alueelta ja estävät vesien pääsyn alueelle. Käytettäessä pystyeristystä ja pinta- ja pohjaeristyksiä muodostetaan kokonaisuudessaan ympäristöstä eristetty kohde. Hydrauliset menetelmät, kuten pumppaus, muuttavat pohjaveden virtausta tai tasoa sekä estävät veden ja haitta-aineiden pääsyn kosketuksiin. (Jeltsch 1990, 20, 24, 26, 30 ja 48)

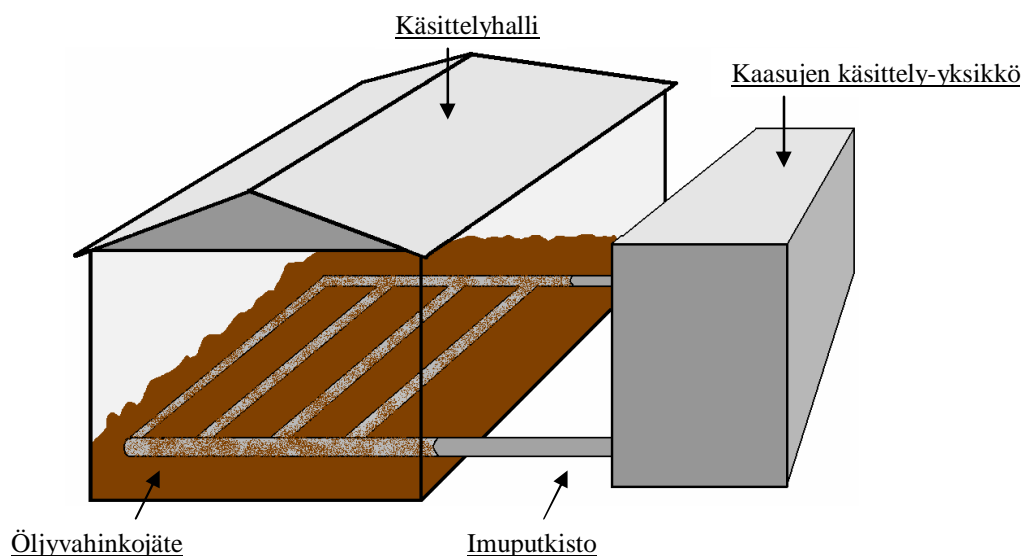
Eristys soveltuu huonosti orgaanisille ja erityisesti helposti kulkeutuville haitta-aineille sekä haihtuville yhdisteille. Eristemateriaalin tulee kestää muuttumattomana useita, jopa satoja vuosia. Biologiset, kemialliset ja fysikaaliset prosessit voivat kuitenkin vaikuttaa eristeen tiiviyyteen. (Penttinen 2001, 41) Eristyksen soveltuvuutta öljyvähinkojätteelle on kuvattu taulukossa 20.

Taulukko 20. Öljyvahinkojätteen eristyksen tunnuspiirteitä (Jeltsch 1990, 21; Penttinen 2001, 41; Haavisto 2002, 19)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyiselle maa-ainekselle, orgaaniselle ainekselle ja varusteille • EI: Öljyinen merivesi ja kuolleet eläimet
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pieni
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuu huonosti orgaanisille ja helposti kulkeutuville haitta-aineille sekä haihtuville yhdisteille
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, savi, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea, mutta ei poista haitta-aineita
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Rajoittaa haitta-aineiden kulkeutumista
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Ei poista haitta-aineita
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Eristeen tulee olla laadultaan kestävä • Tarvittaessa tulee järjestää vesien käsittely

3.7 Huokoskaasukäsittely - Alipainekäsittely

Huokoskaasukäsittelyä käytetään yleensä saastuneiden maiden in situ -menetelmänä tai maa kaivetaan ylös ja läjitetään. Diplomityössä kyseessä oli kuitenkin öljyyntynyt ranta, joten menetelmä on toteutettavissa jälkimmäisellä tavalla. Rannalta tuotu jäte läjitetään ilmatiiviseen halliin imuputkiston päälle (Salvor Oy 2006, 33). Putkia pitkin ja alipaineen avulla jätteestä poistetaan haihtuvia ja eräitä puolihaihtuvia yhdisteitä. Huokosilma johdetaan käsiteltäväksi esimerkiksi aktiivihiiisuodatuksella tai katalyyttisellä poltolla. (Penttinen 2001, 16) Esimerkki huokoskaasukäsittelystä hallissa on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Esimerkki huokoskaasukäsittelystä hallissa (Salvor Oy 2006, 33)

Menetelmän toimivuutta rajoittavat runsas hienoaineksen tai orgaanisen aineksen määrä, tiiviys ja suuri kosteuspitoisuus. (Penttinen 2001, 16) Huokoskaasukäsittelyn tehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi lämmittämällä maa-ainesta höyryllä, lämpimällä ilmalla tai näiden yhdistelmällä ja injektoimalla maa-ainekseen ilmaa, jolloin maa-aineksen ilmavirtaus kasvaa. Lisäksi menetelmään voidaan yhdistää haitta-aineiden biologinen hajottaminen kompostoimalla (katso kappale 3.2). (Mroueh et al. 2004, 217)

Huokoskaasukäsittelyä voidaan käyttää jälkikäsitteilymenetelmänä ja esikäsitteilymenetelmänä, jolloin jäännöspitoisuudet käsitellään muilla menetelmillä. Kun puhdistus on edennyt tietylle tasolle, käsittelyn jatkaminen ei enää huomattavasti paranna puhdistustulosta. Puhdistumista tapahtuu myös jonkin verran käsittelyn lopettamisen jälkeen, sillä menetelmän käyttö edistää yleensä mikrobitoimintaa. (Mroueh et al. 2004, 220) Menetelmä siis edistää luontaisen biohajoamisen tapahtumista. Huokosilmakäsittelyn soveltuvuutta öljyvahinkojätteelle on kuvattu taulukossa 21.

Taulukko 21. Öljyvahinkojätteen huokoskaasukäsittelyn tunnuspiirteitä (EPA 1994, 3; Mroueh 1996, 151–152; Penttinen 2001, 16–17; Mroueh et al. 2004, 218–219; Hurme 2007a; Uimarihuhta 2007a)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Koostumus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • KYLLÄ: Öljyiset maa-ainekset ja pieniä määriä orgaanista ainesta • EI: Öljyistä merivettä, varusteita ja kuolleita eläimiä
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ei raja-arvoa, mutta käsittelyaikaan pitoisuus vaikuttaa
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Helposti haihtuvat orgaaniset yhdisteet (benssiini) • Puolihaihtuvat orgaaniset yhdisteet (vaatii lämmityksen) • Ei sovellu erittäin heikosti haihtuville haitta-aineille (raskaat öljyjakeet)
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, (siltti), (savi), moreeni ja (orgaaninen aines) • Savipitoisuus alle 20 %
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • alle 50 %
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Keskinertainen-pitkä (yleensä 0,5-1 a, mutta jos yhdisteet eivät ole helposti haihtuvia niin käsittelyaika voi olla useampia vuosia)
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Helposti yhdistettävissä muihin käsitteilymenetelmiin
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Tiivis saastunut maa voi estää menetelmän käytön • Menetelmä vaatii runsaasti tilaa • Imuputkisto voi tukkeutua ja vaatia huoltoa varsinkin pitkäkestoisessa käsittelyssä
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Haitta-aineiden mahdollinen haihtuminen läjityksen ja putkiston asentamisen aikana • Yhdisteiden haihtuminen vähenee talvella jätteen jäätyessä

3.8 Kuivatus välivarastoinnin yhteydessä

Kuivatus ei itsessään ole käsittelymenetelmä, mutta eräät menetelmät edellyttävät jätteen kuivaamista tiettyyn vesipitoisuuteen. Yleensä kuivattaminen tapahtuu altaissa, joissa vesi poistuu painovoiman avulla ja haihtumalla. Mikäli altaat eivät ole peitetyjä, sadevedet pääsevät suoraan altaaseen. Menetelmän haittapuolena on tarvittava aika ja altaiden vaatima tila. (Vahanne ja Rytönen 2005, 14) Välivarastoinnin aikana öljyvahinkojätteeseen voidaan myös tarvittaessa lisätä kalkkia, jos jäte on menossa poltettavaksi. Kompostointi puolestaan on ongelmallista, jos jätteeseen sekoitetaan kalkkia väärä määrä. (Kilpinen 2006)

3.9 Kaatopaikkakäsittely

Kaatopaikkakäsittelyssä öljyvahinkojäte kerätään rannalta ja välivarastoidaan tai sijoitetaan kaatopaikalle. Käsittelyä ei voida pitää jätteen kunnostusmenetelmänä, mutta sitä käytetään Suomessa eniten lievästi pilaantuneille maa-aineksille. (Penttinen 2001, 42) Jätelain 6 §:n 2 momentissa määritellään, että jätteen jätehuolto kuten keräys, kuljetus ja käsittely tulee järjestää siten, että jäte on hyödynnettävä, jos se on teknisesti mahdollista ja siitä ei aiheudu kohtuuttomia lisäkustannuksia verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon (L 3.12.1993/1072). Jätteen sijoittamista kaatopaikalle säädellään muun muassa valtioneuvoston antamassa kaatopaikkapäätöksessä, jonka 3 §:ssä kaatopaikat luokitellaan ongelmajätteen, tavanomaisen jätteen tai pysyvän jätteen kaatopaikoiksi (VNp 4.9.1997/861). Lievästi pilaantuneet maa-ainekset voidaan sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle hyötykäyttöön (Mroueh et al. 2004, 291). Voimakkaasti pilaantuneet maa-ainekset ja ongelmajätteet tulee puolestaan toimittaa käsiteltäväksi (Hämeen ympäristökeskus 2006a, 6).

Ongelmajätteeksi luokiteltu jäte voidaan myös sijoittaa sellaisenaan ongelmajätteen kaatopaikalle. Mikäli jäte sijoitetaan kaatopaikalle, tulee kaatopaikkapäätöksen 4 §:n 1 momentin mukaisesti jätteen haitallisuutta tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan vähentää esikäsittelyn avulla (VNp 4.9.1997/861). Stabiloitu ongelmajäte voidaan sijoittaa

myös tavanomaisen jätteen kaatopaikalle, mikäli stabiloitu massa täyttää kaatopaikalle asetut kriteerit ja massoille annetut sijoituskriteerit. (Mroueh et al. 2004, 268)

Kaatopaikkapäätöksen 2 §:n 3 momentin 1 kohdassa katsotaan yli kolmen vuoden pituinen varastointi ennen jätteen hyödyntämistä tai esikäsitteilyä kaatopaikkasijoittamiseksi, jolloin sijoitusalueen tulee täyttää kaatopaikalle asetetut vaatimukset. Samoin yli vuoden pituinen jätteen välivarastointi ennen jätteen käsittelyä katsotaan kaatopaikkasijoittamiseksi. (VNp 18.11.1999/1049)

Kaatopaikkakäsittely soveltuu periaatteessa useimmille maalajeille, mutta siltti, orgaaninen aines, tiiviit maalajit ja plastiset maalajit kuten savi voivat aiheuttaa ongelmia suurina määrinä. Tarvittaessa jäte on tiivistettävä tai stabiloitava. Jätteestä ei saa erottua painovoimaisesti vettä välittömästi kaatopaikkapenkkaan sijoitettaessa. Jäte on tarvittaessa kuivattava ennen loppusijoitusta. Öljyt voivat vaurioittaa kaatopaikan muovikalvoa ja lisätä asfaltin vedenläpäisevyyttä sekä huonontaa bentoniitin ominaisuuksia. (Mroueh et al. 2004, 269 ja 271) Kaatopaikkakäsittelyn soveltuvuutta öljyvähinkojätteelle on kuvattu taulukossa 22.

Taulukko 22. Öljyvähinkojätteen kaatopaikkakäsittelyn tunnuspiirteitä (Penttinen 2001, 42–43; Mroueh et al. 2004, 267–269, 271 ja 291)

Tekijä	Tunnuspiirteitä
Jätteen sallitut ominaisuudet	
<i>Öljypitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Riippuu kaatopaikan tiivistysrakenteista
<i>Käsiteltävät haitta-aineet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Lähes kaikki haitta-aineet
<i>Käsiteltävät maa-ainekset</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hiekka, siltti, savi, moreeni, orgaaninen aines ja sedimentti
<i>Kosteuspitoisuus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jäte on tarvittaessa kuivattava, jotta siitä ei erotu vettä välittömästi kaatopaikalla
<i>pH</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ei voimakkaita happoja (pH alle 4) ja emäksiä (pH yli 11)
Kesto	<ul style="list-style-type: none"> • Nopea (ei käsittelymenetelmä)
Vahvuuksia	<ul style="list-style-type: none"> • Kesto
Heikkouksia	<ul style="list-style-type: none"> • Ei ole varsinaisesti kunnostusmenetelmä
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Öljy voi vaurioittaa kaatopaikan rakenteita • Lievästi pilaantuneet maa-ainekset voidaan sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle hyötykäyttöön • Stabiloitu ongelmajäte voidaan sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle

3.10 Käsittelymenetelmien soveltuvuus öljyvahinkojätteelle

Edellisten kappaleiden 3.1–3.9 pohjalta on kerätty tietoja menetelmien soveltuvuudesta eri öljyvahinkojätteille. Tiedot on esitetty taulukossa 23. Öljyisen meriveden käsittely sellaisenaan onnistuu vain joillakin jätteenpolttolaitoksilla ja termodesorptiolaitoksilla, kun tarkastelun kohteena ovat alla olevan taulukon käsittelymenetelmät.

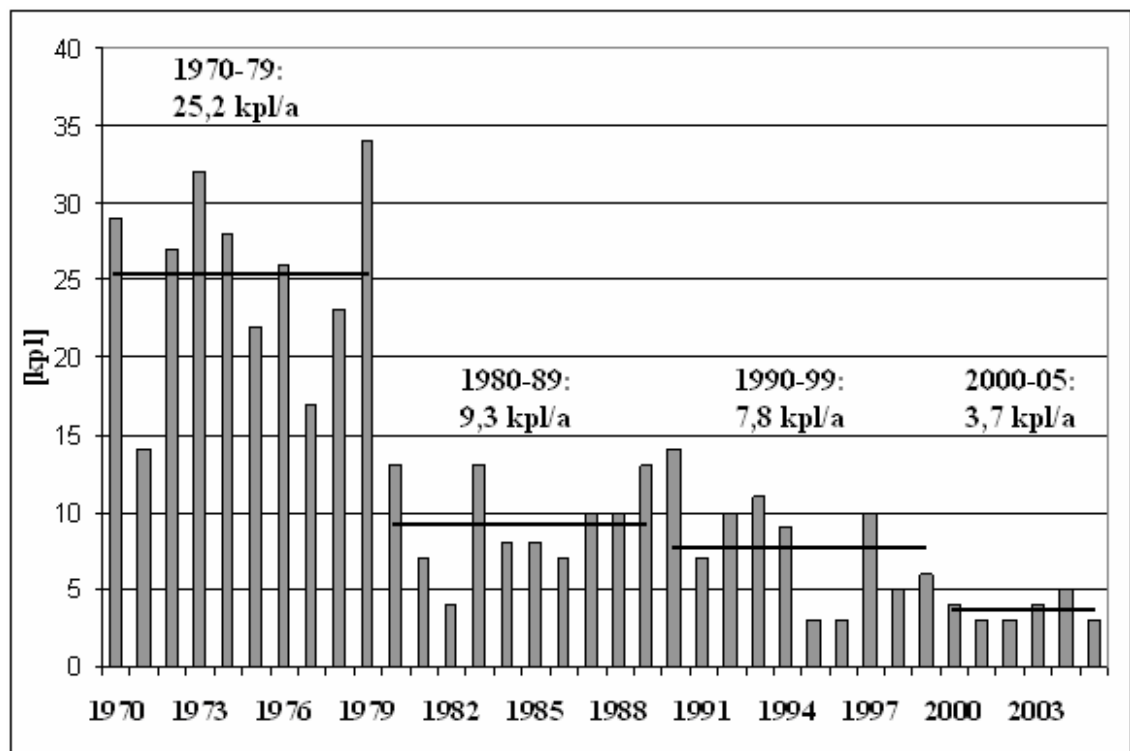
Taulukko 23. Öljyvahinkojätteille teknisesti soveltuvia käsittelymenetelmiä

	Öljy & maa-aines	Öljy & org. jäte	Öljy & varusteet	Kuolleet eläimet
Bitumistabilointi	+	+/-	-	-
Sementtistabilointi	+/-	+/-	-	-
Pesu	+	+/-	+/-	-
Bioremediaatio	+	+	-	-
Luontainen biohajoaminen	+	-	-	-
Fytoremediaatio	+	-	-	-
Poltto rannalla	-	+	-	-
Voimalaitos - leijupetikattila	+/-	+	+	+
Jätteenpolttolaitos - arinakattila	+/-	+	+	+
Termodesorptio	+	+	+	+
Eristys	+	+	+	-
Huokoskaasukäsittely - alipainekäsittely	+	+/-	-	-

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

4 ÖLJYVAHINKOJÄTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY AIEMMISSA ÖLJYONNETTOMUUKSISSA

Maailmalla tapahtuneiden merkittävän suuruisten öljyonnettomuuksien määrä on vähentynyt merillä viimeisten vuosikymmenten aikana. Maailmalla alusonnettomuuksien johdosta tapahtuneiden yli 700 t öljypäästöjen lukumäärät vuosilta 1970–2005 on esitetty kuvassa 13. Öljypäästöistä kuitenkin suurin osa on ollut pienempiä, alle seitsemän tonnin suuruisia. Kuvaajaa tarkastellessa tulee huomioida, että vähäinen päästöjen lukumäärä ei kerro mereen vapautuneen öljyn määrää. Esimerkkinä mainittakoon vuonna 2002 tapahtunut Prestigen karilleajo, jonka seurauksena mereen vapautui 63 000 tonnia raskasta polttoöljyä (Fernández-Álvarez et al. 2006, 1). Näin ollen vuoden 2002 öljypäästön suuruus on huomattavasti vuotta 2001 suurempi, jolloin välttyttiin vastaavan suuruisilta öljyonnettomuuksilta. (ITOPF 2006, 1-2)



Kuva 13. Yli 700 tonnin öljyonnettomuuksia vuosina 1970–2005 (ITOPF 2006, 2)

Suomenlahdella on tähän asti välttytty erittäin vakavilta öljyonnettomuuksilta. Odotettavissa kuitenkin on, että jonakin päivänä kyseinen onnettomuus tapahtuu. Merkittävän suuruisen öljyonnettomuuden riskiä kasvattaa öljykuljetusten määrän, muun liikenteen

ja alusten koon kasvu. Tähän mennessä Itämerellä on tapahtunut vahinkoja liikenteeseen nähden vähemmän kuin maailmalla keskimäärin (Suomen ympäristökeskus 2007a). Mikäli merkittävän suuruinen öljyonnettomuus tapahtuu, se riittää likaamaan eriasteisesti koko Suomenlahden rannikon (Jolma 2004, 1). Viimeisin vakavampi öljyonnettomuus tapahtui Suomenlahdella vuonna 1987, kun säiliöalus Antonio Gramsci ajoi karille ja mereen valui 570 tonnia raakaöljyä (Hänninen et al. 2002, 72).

4.1 Antonio Gramsci 1979

Neuvostoliittolainen 40 000 dwt tankkialus Antonio Gramsci ajoi karille täydessä raakaöljylastissa Latvian rannikolla Ventspilsin edustalla 27. helmikuuta 1979. Mereen valui 5000–6000 t raakaöljyä, josta noin 500 t saatiin kerättyä välittömästi Ventspilsin sataman alueella. Öljy ajautui aluksi Viron rannikolle, josta se alkoi kulkeutua pohjoiseen päin ja Suomen aluevesille. Maaliskuun 26. päivänä kiintojää pysäytti öljylautat 20–30 km päähän Utöstä, josta lautat alkoivat liikkua Ahvenanmaan saariston eteläpuolta kohti Tukholman saaristoa. Huhtikuun 3. päivänä kaikkialla Tukholman saaristossa oli paakkuuntunutta, jääsohjoista öljyä ja toistatuhatta vapaaehtoista osallistui saariston puhdistustöihin. (Pfister (toim.) 1980, 5, 35–36 ja 286)

Suomen saariston rannat olivat täysin puhtaita, kunnes toukokuun alussa alkoi navakka lounaistuuli, jonka johdosta öljyä ajautui Ahvenanmaan eteläiseen saaristoon. Tämän jälkeen öljyä kulkeutui sisemmäksi saaristoon sekä vähäisissä määrin Ahvenanmaan länsipuolitse aina Pohjanlahdelle asti. Ajoittain öljyä ajautui myös saarten pohjoisrannoille. Kesäkuun 4. päivän jälkeen ei enää havaittu öljyn ajautumista rannoille ja puhdistukset voitiin lopettaa 27. kesäkuuta. Suomessa öljyä kerättiin yhteensä 1300 km² alueelta. (Pfister (toim.) 1980, 57 ja 287)

4.1.1 Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus

Öljy ajalehti kahdesta kolmeen kuukautta jäiden seassa Itämerellä, kunnes sitä ajautui vaihteittain Tukholman ja Ahvenanmaan saaristoon. Meriveden kylmyys ja öljyn sekoittuminen jääsohjoon olivat vähentäneet säistymisprosessien tapahtumista. Tämän johdos-

ta öljyn koostumus muistutti aluksesta valuneen raakaöljyn koostumusta, mutta sen määrä ja myrkyllisyys olivat jo vähentyneet. Pienimolekyyliset aromaattiset yhdisteet olivat hävinneet ja suurimolekyylisten aromaattisten yhdisteiden osuus oli varsin suuri. (Pfister (toim.) 1980, 3, 5, 30, 57 ja 288)

Rannoilla esiintyvä öljy oli tumman ruskeaa, lähes mustaa ja pikimäistä. Toukokuun alussa ilman ja veden alhaiset lämpötilat saivat öljyn pysymään rannoilla melko kiinteänä ja vähän tahraavana, mutta toukokuun lopulla paakut notkistuivat auringon valossa ja valuivat kivien väliin jättäen samalla valumajäljet. Kivien välissä oli öljyä välillä pak-sulti. Öljy oli usein pinnaltaan kuivaa ja alta aivan tuoretta asfalttimaiselta vaikuttavaa. Nestemäistä raakaöljyä ei tavattu, vaan öljy oli emulsiota, jonka vesipitoisuus oli noin 50 %. (Pfister (toim.) 1980, 60)

Öljyä esiintyi runsaimmin kivikkoisilla rannoilla, joilla kivien halkaisija oli päälle 10 cm. Kivikkorannoilla, joilla kivien halkaisija oli puolestaan alle 10 cm ja hiekkarannoilla, öljyä ei juuri havaittu. Jyrkillä kalliorannoilla ja luodoilla ei öljyä myöskään pahemmin esiintynyt. Aallokon vaikutuksesta öljyä kulkeutui loiville kallio- ja kivikkorannoille sekä suojaisiin poukamiin ja lahtiin. Öljyä olikin havaittavissa aina parin metrin korkeudelle asti ja loivilla kalliorannoilla jopa parinkymmenen metrin etäisyydelle vesirajasta. (Pfister (toim.) 1980, 58–59)

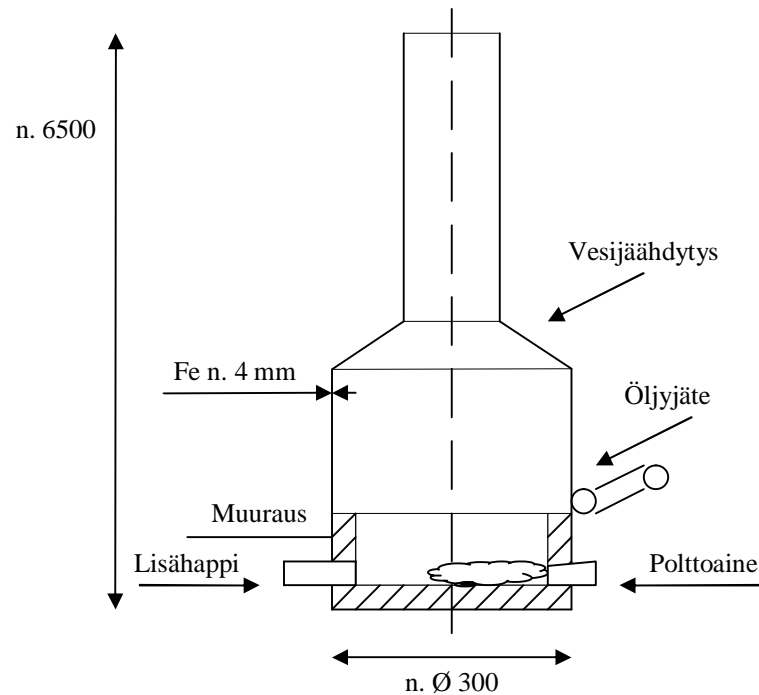
Öljyn kerääminen aloitettiin 3. toukokuuta ja keräyksessä oli mukana parhaimmillaan toista tuhatta henkilöä. Monet saaret puhdistettiin useaan kertaan. Öljyä kerättiin paikoin poukamista sadan metrin matkalta 300–400 kg, mutta keskimäärin öljyä kerättiin Ahvenanmaan eteläiseltä saaristoalueelta 115 kg rantakilometriä kohden. Suurimmillaan määrä oli 600 kg öljyä rantakilometriä kohden. Kaiken kaikkiaan öljyistä jätettä kerättiin Ahvenanmaan rannoilta 650 tonnia (Suomen ympäristökeskus 2005). Pfisterin toimittamassa julkaisussa (1980, 296) kerätyn öljyisen jätteen määräksi on puolestaan arvioitu 500 tonnia. Jäte kerättiin Ahvenanmaan saariston rannoilta sekä vedestä. Kerätyn öljyn määrä jäi huomattavasti pienemmäksi, sillä jäte sisälsi runsaasti erilaista öljyyn takertunutta ainesta, kuten kiviä, hiekkaa, levää ja turvetta sekä vettä. Jätteen öljymäärä oli karkeasti arvioiden 200 t. Näin olleen jätteen öljypitoisuudeksi voidaan laskea

noin 40 %. Elokuun loppuun mennessä Tukholman saaristosta kerättiin noin 6000 m³ öljyistä jätettä, jonka öljysisältö oli arviolta 900 t. Öljyyntyneitä lintuja arvioitiin kaiken kaikkiaan olevan 2000–3000 kappaletta, joista suurin osa kuoli. Rannoilta kerättiin öljyä yhteensä 1500–2000 t, mutta sitä jäi myös mereen ja Tukholman ja Ahvenanmaan saaristoon. (Pfister (toim.) 1980, 61, 63, 183 ja 296)

4.1.2 Öljyvahinkojätteen käsittely

Ahvenanmaan ja Turun saaristosta kevään aikana kerätty öljyvahinkojäte varastoitiin kolmeen proomuun Ahvenanmaan maakunnan alueella. Proomujen vuokramaksut olivat yhteensä 3000 markkaa vuorokaudelta, jonka vuoksi proomujen tyhjentämisestä tuli huolehtia mahdollisimman pian. Jälkikäteen on mietitty, että öljyvahinkojäte olisi voitu purkaa, vaikka kevytrakenteiseen välivarastoon, jolloin olisi voinut mieltä rauhassa jätteen jatkokäsittelyä. (Pfister (toim.) 1980, 45)

Osa öljyvahinkojätteistä poltettiin heti keväällä torjuntatöiden yhteydessä tynnyreissä ja pienissä tarkoitusta varten kehitetyissä siirrettävissä uuneissa. Aluksi öljyvahinkojätettä varten oli tarkoitus rakentaa uusi polttouuni Bokullan saarelle tulevalle Saaristomeren kansallispuiston ympäristöhoitoalueelle. Öljyvahinkojätettä olisi poltettu hapen, paineilman ja lisäpolttoaineen avulla mahdollisimman pian. Polttouuni oli tarkoitus purkaa jätteen hävittämisen jälkeen. Sitä ei kuitenkaan koskaan rakennettu, koska lupahakemusten käsittelyajat venyivät ja saatiin tieto jätteen polttamismahdollisuudesta Kokkolassa. Toiminimi Agro-Consultin kanssa oli kuitenkin ehditty jo tekemään sopimus, joka täytyi purkaa. Agro-Consultin tarjouksen mukainen polttouuni on esitetty kuvassa 14. Jälkikäteen on todettu, että kyseisen kaltaisia polttouuneja ei tulisikaan rakentaa saaristoon tai muualle luontoon. (Pfister (toim.) 1980, 39–41)



Kuva 14. Antonio Gramscin öljyonnettomuuden jälkeen hyväksytyn Agro-Consultin tarjouksen mukainen polttouuni (Pfister (toim.) 1980, 46)

Merenkululaitos teki sopimuksen Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaiden kanssa öljyjätteen hävittämisestä 24. elokuuta. 8. syyskuuta kolme proomua lähti kahden hinaajan avulla Maarianhaminasta. Myrskyn takia proomut saapuivat Kokkolaan vasta 19. syyskuuta. Siellä öljyjäte varastoitiin ja sen poltto oli tarkoitus aloittaa kahden viikon kuluttua pyörrekerrosuunissa. Arviolta puolet öljyjätteestä oli vielä polttamatta 14. toukokuuta 1980. (Pfister (toim.) 1980, 39 ja 41–42)

4.2 Antonio Gramsci 1987

Toistamiseen Neuvostoliittolainen säiliöalus Antonio Gramsci ajoi karille Porvoon edustalla Suomenlahdella 6. helmikuuta 1987. Se oli rutiininomaisella matkalla Latvian Ventspilsistä Suomen öljysatamaan Sköldvikiin. Onnettomuuden jälkeen säiliöalus siirrettiin Sköldvikin satamaan. Karilleajon seurauksena 570 t raakaöljyä valui jäiseen mereen 39 000 t kokonaislastista, ja öljy levisi jäiden sekaan ennen kuin torjunta-alus Halli pääsi öljynkeruutöihin. Apua antoivat myös vahinkoalueelle saapuneet neuvostoliittolainen ruoppausalus Professor Gorunov ja sen apualus Yashy. Öljyntorjuntaa vaikeuttivat poikkeuksellisen hankalat jääolosuhteet, minkä vuoksi öljyn kerääminen jäiden seas-

ta ei tuottanut toivottua tulosta. Kerätty öljyinen jää sisälsi öljyä alle 10 t-%. Torjuntatyöt keskeytettiin valtioneuvoston päätöksellä 27. helmikuuta. Tällöin öljyä oli saatu kerättyä yhteensä 83 t. Öljy levisi jäiden seassa pitkin Suomenlahtea. (Hirvi (toim.) 1990, 11–12 ja 14)

Huhtikuun alussa torjunta-alus Hylje ja LORI Oy:n valmistama öljynkeräyslaite keräsivät jäämurskaa, mutta öljymäärät olivat pieniä. Samalla kokeiltiin öljyntorjuntakemikaalia, jolla oli tarkoitus puhdistaa jäitä. Kemikaalia ruiskutettiin 400 kg öljyisten jäiden päälle, mutta sillä ei saatu mainittavaa tulosta. Mekaanista torjuntaa yritettiin seuraavan kerran 14. huhtikuuta, kun havaittiin sulia suurehkoja öljyisiä alueita merellä. Öljykalvoista huolimatta keräys ei onnistunut. Huhtikuun lopulla öljyn pääesiintymät olivat jo Neuvostoliiton aluevesillä. 11–14. toukokuuta suomalaiset ja neuvostoliittolaiset torjunta-alukset suorittivat yhteisiä operaatioita Neuvostoliiton aluevesillä ja kansainvälisellä vesialueella. Tällöin öljyä esiintyi vedessä emulsiopisaroina ja kalvoina, minkä johdosta öljynkeräys jäi tulokseltaan vaatimattomaksi. Tämän jälkeen torjuntatoimenpiteitä jatkettiin rannoilla. Tapausta varten perustettu torjuntaorganisaatio purettiin 26. toukokuuta, jonka jälkeen puhdistuksesta vastasivat kunnat öljyntorjunnan normaalijärjestelyillä. (Hirvi (toim.) 1990, 15–16)

4.2.1 Öljyvähinkojätteen määrä ja koostumus

Mereen valunut öljy oli neuvostoliittolaista keskiraskasta vientiraakaöljysekoitetta, kaupalliselta nimeltään SEB eli Soviet Export Blend. Se on sekoitus erilaisia raakaöljytyyppejä, mutta kuitenkin laadultaan homogeenistä. Öljyn tiheys (15 °C) oli 0,849 kg/dm³, jähmepiste -15 °C ja kinemaattinen viskositeetti (20 °C) 9,60 mm²/s sekä viskositeetti (15 °C) 30 000 mm²/s. Öljy oli kulkeutunut jäiden puristuksissa pitkin Suomenlahtea kolmen kuukauden ajan ennen sen rantautumista Suomen rannikolle 13. toukokuuta. Tässä ajassa öljyn ominaisuudet olivat jo ehtineet muuttua. Öljystä oli muun muassa haihtunut kevyemmät hiilivetyjakeet. Öljyä rantautui Helsingin ja Ruotsinpyhtään väliselle alueelle, kunnes öljyä esiintyi lähes jokaisella ulkoluodolla ja saarten etelä- ja itärannoilla. (Hirvi (toim.) 1990, 29 ja 42–45)

Ölji esiintyi kalvona, jonka alla oli hyvin tiheästi 5-20 mm suuruisia emulsiopisaroita, jotka iskeytyessään rantakivikkoihin hajosivat saippuakuplan tavoin muodostaen muutamia senttimetrin suuruisia öljyläikkiä. Jyrkille rannoille öljypisarot eivät päässeet liimautumaan. Öljyä esiintyi myös kokkareina. Viimeiset havainnot öljyn rantautumisesta tehtiin kesäkuun loppupuolella. (Hirvi (toim.) 1990, 29, 40 ja 45)

Suomenlahden rannikkoalueen kunnat osallistuivat öljyntorjuntaan ja rantojen puhdistamiseen. Viranomaisvalmius oli yhteensä 645 henkilöä ja vapaaehtoisvalmius 4590 henkilöä. Rantojen öljyyntyminen oli sen verran vähäistä, että öljyyn kuoli tai lopetettiin viisi lintua. Puhdistusten tuloksena saatiin kaiken kaikkiaan kerättyä mereltä 100 t öljyä ja rannoilta vajaat 38 t öljyistä jätettä, joka vastaa 10 t öljymäärää. (Hirvi (toim.) 1990, 16 ja 47) Öljypitoisuudeksi saadaan näin ollen noin 26 %. Tarkemmin rantojen öljyjätteen jakautumista kuvataan taulukossa 24.

Taulukko 24. Suomenlahden rannikon putsaus Antonio Gramscin öljyonnettomuuden jälkeen (Hirvi (toim.) 1990, 40)

Toiminta-alue	Saaria	Puhdistuspaikkoja/ -kertoja	Työpäiviä	Saastunutta rantaa [km]	Öljyvahinko- jätettä [t]
Hanko	3	3	3	2,0	0,1
Kirkkonummi	47	101	5	-	0,5
Loviisa	26	26	5	21,2	8,0
Porvoo	57	77	16	40,3	28,9
Sipoo	14	87	4	5,1	0,3
Yhteensä	147	294	33	68,6	37,8

4.2.2 Öljyvahinkojätteen käsittely

Yleisperiaate oli, että torjunta-alusten merestä keräämä öljy ja vetinen öljy toimitettiin Neste Oil Oyj:n Porvoon jalostamolle. Rannoilta kerätty öljy, öljyinen jäte ja öljyiset kuolleet eläimet puolestaan toimitettiin Ekokem Oy Ab:n Riihimäen ongelmajätelaitokselle. Rannalla voitiin polttaa kuivaa ja vähän öljyyntyynyttä roskaa. (Veriö 1991, 270–271)

4.3 Exxon Valdez 1989

Amerikkalainen yksirunkoinen 213 755 dwt öljytankkeri Exxon Valdez ajoi karille väistellessään jäätä Prince Williamin salmessa Alaskassa 24. maaliskuuta 1989 (Skinner ja Reilly 1989, 3). Tankkeri oli matkalla Valdezin öljyterminaalilta Alaskasta Los Angelesiin Kaliforniaan. Tankkeri onnistuttiin tyhjentämään ja pelastamaan uppoamiselta, mutta 180 000 t öljylastista noin 40 000 t alaskalaista raakaöljyä ehti vapautua mereen aiheuttaen Amerikan historian suurimman aluksen aiheuttaman öljypäästön (Page ja Gilfillan 2003). Öljy saastutti arviolta 800 km rantaviivaa. Määrään kun lisätään muun muassa pienet saaret, saadaan saastuneeksi alueeksi noin 2000 km. Parhaimmillaan yli 10 000 henkilöä, joista noin 3000 siivosi rantoja, 1400 alusta ja 85 helikopteria auttoi siivouksessa (Medred 1989a). (Cedre 2006; Cleveland 2006)

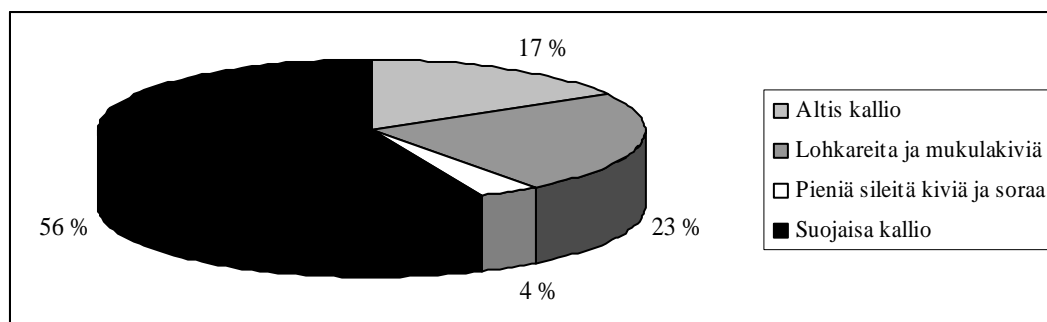
Merellä öljyä kerättiin hinaamalla puomia kalastusalusten perässä ja skimmereillä. Eri-laisia puomeja oli parhaimmillaan sijoitettuna asemiin 160 km. Lisäksi öljyä poltettiin merellä sekä käytettiin dispersanteja. Vapautuneesta öljystä alle 10 % saatiin kerättyä merestä talteen (ITOPF 2004). (Cleveland 2006)

4.3.1 Öljyvähinkojätteen määrä ja koostumus

Rantojen siivous aloitettiin huhtikuussa 1989 ja sitä jatkettiin syyskuulle asti, johon mennessä öljyistä jätettä oli saatu kerättyä 25 000 t (Cleveland 2006). Siivousta jatkettiin seuraavina kesinä, kunnes keväällä 1992 päätettiin jättää loppu öljy luonnon hoidettavaksi, koska ajateltiin siivouksen aiheuttavan enemmän haittaa kuin hyötyä. Rantaviivan öljyisyyttä vuosina 1989–1992 on kuvattu taulukossa 25. Neljä tärkeintä öljypäästön vaikutusalueella olevaa rantamateriaalia on puolestaan esitetty kuvassa 15. Huomattavaa siis on, että rantaviivat ovat enimmäkseen kivikkoisia ja muut rantamateriaalit ovat harvinaisia päästöalueella. (Page ja Gilfillan 2003)

Taulukko 25. Rantaviivan öljyisyys Exxon valdezin öljyonnettomuuden jälkeen vuosina 1989–1992 (Page ja Gilfillan 2003)

Vuosi	Rantaa tutkittu [km]	Öljyisyys				Öljyistä rantaa [km]
		Hyvin kevyt [%]	Kevyt [%]	Kohtalainen [%]	Raskas [%]	
1989	1450	28	42	12	18	780
1990	1110	69	17	10	4	470
1991	390	71	16	13	0	90
1992	30	84	8	6	2	10



Kuva 15. Exxon Valdezin päästöalueen neljä tärkeintä rantamateriaalia (Page ja Gilfillan 2003)

Lähes jokainen ranta, jossa oli merkittävästi öljyä, puhdistettiin paloletkusta tulevalla korkeapaineisella kuumavesipesulla. Useita henkilöitä seisoj rannoilla letkujen kanssa. Pesuapuna olivat myös rannan tuntumaan tulleet proomut ja alukset. Menetelmän käyttö oli suosittua kunnes sen todettiin keittävän kaiken elävän rannalta, jonka jälkeen alettiin suosia matalapaineista kylmävesipesua (EVOSTC). Öljyn pääsy avomerelle estettiin puomeilla ja lopuksi öljy kerättiin pois skimmereillä, imuautoilla ja imeytyspuomeilla (Cleveland 2006). Käsien keräystä lapioiden, ämpärien, haravien ja imeytysaineiden avulla käytettiin muiden menetelmien jälkeen sekä heikommin öljyyntyneillä alueilla, joilla muut menetelmät olisivat aiheuttaneet enemmän haittaa kuin hyötyä. Imeytysaineiden ja -puomien huono puoli oli, että ne aiheuttivat ylimääräistä kiinteää jätettä (Cleveland 2006). Koneellinen keräys käsitti esimerkiksi traktoreita ja etukuormaajia, joiden avulla poistettiin öljyvahinkojätettä, muokattiin rantaa ja vietiin mereen öljyistä rantamateriaalia. Luonnonsuojelijat eivät hyväksyneet öljyisen rantamateriaalin viemistä mereen. Mekaanisia kivien pesulaitteita valmistettiin varta vasten onnettomuutta varten (Cleveland 2006). (DEC 1993; Page ja Gilfillan 2003)

Öljiesten rantojen siivouksessa käytettiin ja tutkittiin myös bioremedaatiota in situ -menetelmänä. Rannoille levitettiin typpeä ja fosforia sisältävää lannoitetta kesän loppuun mennessä noin 180 km:lle. Lannoite kiihdytti öljyä hyödyntävien mikrobien kasvua. Menetelmä ei kuitenkaan saanut aikaan merkittäviä muutoksia öljykerrokseen, vaikkakin öljyn hajoaminen lisääntyi, mutta epäselvyyttä oli siitä, oliko se yksinomaan bioremediaation aiheuttamaa hajoamista (Cleveland 2006). Kemiallista puhdistamista testattiin myös, kun yritettiin välttää korkea paineista kuumavesipesua, mutta menetelmä jäi testausasteelle, koska esimerkiksi sen myrkyllisyydestä oli epätietoisuutta. (DEC 1993)

Öljypäästö aiheutti lukuisia eläinten kuolemantapauksia. Arvioiden mukaan 100 000–645 000 merilintua kuoli suorasta kontaktista öljyn kanssa, noin 22 miekkavalasta katosi, lähes 150 valkopäämerikotkaa, noin 2800–5500 merisaukkoa ja ainakin 25 harmaa-valasta kuoli öljylle altistumisen johdosta. (Russell et al. 2001, 9) Siivouksen aikana käytettiin muun muassa 564 000 paria kumihanskoja, 125 000 suoja-pukua, 157 000 sa-deasua ja 65 000 paria saappaita (Medred 1989a).

4.3.2 Öljyvahinkojätteen käsittely

Öljyä kerättiin säkkeihin ja terästynnyreihin. Säkit sisälsivät enimmäkseen öljyä ja so-
raa. Öljyllä päällystetyt ajopuut meinattiin polttaa rannalla. Ne oli jo leikattu paloiksi ja
kasattu 2-3 m korkuisiksi kasoiksi pitkin rantaa. Polttoon saatu lupa kuitenkin kumottiin
ja puut kuljetettiin loppusijoitettavaksi Homeriin Alaskaan. (Medred 1989b) Säkkejä
kerääntyi paljon odottamaan hävitystä ja suuri osa kerätystä jätteestä sijoitettiin
kaatopaikalle Oreganoon, jossa oli lähimpänä tarvittava välineistö jätteen oikeanlaiseen kä-
sittelyyn. (PWSRCAC 2006)

Kalastusalukset kuljettivat säkkejä, joissa oli öljyvahinkojätettä Valdezin satamaan, jos-
sa säkit lastattiin rekkoihin ja kuljetettiin käsittelypaikalle. Rekasta pussit pudotettiin
nosturin avulla kuoppaan. Jopa 50 päivävuorolaista ja 20 yövuorolaista lajitteli pusseista
ne, joissa ei ollut öljyistä jätettä, jotta ne voitiin kuljettaa kaatopaikalle. Öljyä sisältävät
pussit puolestaan tupla pakattiin ja siirrettiin odotusalueelle odottamaan myöhempää

hävittämistä polttamalla. Paikalla oli kolme pientä jätteenpolttouunia, jotka pystyivät käsittelemään 400–500 pussia öljyvahinkojätettä päivässä. Paikalle muodostui valtavan kokoinen varastokasa, kun pusseja alkoi tulla 4000–5000 kappaletta päivän aikana. Muitakin käsittelymenetelmiä tutkittiin kuten jätteiden kuljetusta ongelmajätteille tarkoitetuille kaatopaikoille tai muille jätteenpolttouuneille. (Gorman et al. 1991, 5-6)

4.4 Nakhodka 1997

Venäläinen 19 684 dwt öljytankkeri Nakhodka hajosi kahtia korkeassa aallokossa 110 km päässä Okisaarista Japanin merellä 2.1.1997. Tankkerilla oli lastinaan 19 000 t raskasta polttoöljyä ja se oli matkalla Shanghaista Kiinasta Petropavlovsk-Kamtšatskiin Venäjälle. Komentavaa upseeria lukuun ottamatta 31 miehistön jäsentä saatiin pelastettua alukselta (Cedre 2006). Onnettomuuden seurauksena mereen vapautui noin 6200 t öljyä. Aluksen perä upposi 2500 m syvyyteen mukanaan noin 10 000 t öljyä. Öljy jatkoi vuotamista mereen noin 3-15 m³/d. Aluksen kääntynyt keula jatkoi ajelehtimista kohti Japanin rantaa. Keulan jopa 2800 t lastista valui öljyä hitaasti mereen. Keula ajoi karille 200 m päähän rannasta, minkä seurauksena mereen vapautui merkittävä määrä öljyä. Keulasta otettiin talteen 1000–1500 t öljyä. Huhtikuun alussa keula irrotettiin ja kuljettiin romutettavaksi. Öljy rantautui 7. tammikuuta Japanin rannikolle (Cedre 2006). Useita satoja tonneja emulsiota rantautui 1000 km etäisyydelle. Keulan läheisyydessä olevat rannat likaantuivat raskaimmin. Kauempana olevat rannat likaantuivat pääasiassa tervapalloista. Näin ollen rantojen öljymäärät vaihtelivat raskaasta kevyeen. Tapaus oli suurin Japania kohdannut öljypäästö. (Moller 1997, 1-3)

4.4.1 Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus

Raskas polttoöljy muodosti mereen joutuessaan stabiilin, erittäin viskoosin ja pysyvän emulsion. Emulsio saavutti yli 80 % vesipitoisuuden, mikä lisäsi saasteen määrän 4–5 -kertaiseksi. Helikoptereista ruiskutettiin dispersantteja erityisesti keulasta vapautuvalle öljylle. Suurin osa rantautuneesta öljystä oli poistettu helmikuun puoliväliin mennessä. Siivoukseen osallistui yli 200 000 henkilöä (Cedre 2006). Raskaimmin saastuneilla alueilla kulutettiin siivoukseen yli 500 000 henkilötyöpäivää. Määrästä puolet siivosi va-

paahtoiset, joita tuli ympäri Japania. Loppuosan siivosivat muun muassa kalastajat, paikalliset asukkaat, kunnan työntekijät ja palomiehet. Työtä tehtiin intensiivisimpinä aikoina tammikuun lopulla ja heinäkuun alussa kovassa tuulella sekä räntä- ja lumisaateissa. Siivoukset lopetettiin toukokuun loppuun mennessä. (Moller 1997, 3-4)

Välivarastoiksi oli kaivettu useita isoja kuoppia, jotka sisälsivät ison määrän kerättyä öljyä, vettä ja hiekkaa. Korkea viskositeetti ja emulsio tekivät öljyvahinkojätteestä valtavasti ongelman niin varastoinnin kuin käsittelyn suhteen. Emulsiota yritettiin hajottaa kemikaaleilla ja lämpökäsittelyllä kuopissa vaihtelevalla menestyksellä. Tarkoituksena oli vähentää jätteen käsittelyä ja kustannuksia. Ainoastaan pakkaamaton jäte voitiin potentiaalisesti käsitellä kyseisellä tavalla. Kokonaisuudessaan jätettä arvioitiin kerätyn tynnyreihin, säkkeihin ja kuoppiin suunnilleen 50 000 t (Cedre 2006). Siivouksen alussa käytettiin pieniä muovisäkkejä. Jälkikäteen todettiin, että olisi ollut järkevämpää käyttää isompia säkkejä, jolloin niiden kuljetus olisi ollut helpompaa välivarastoihin ja niistä eteenpäin. (Moller 1997, 4-5 ja 10)

4.4.2 Öljyvahinkojätteen käsittely

Öljyvahinkojäte kuljetettiin teitä, rautateitä ja meriteitä pitkin teollisuuskäsittelylaitoksille, enimmäkseen jätteenpolttolaitoksille ympäri Japania. Jättemäärät ylittivät laitosten kapasiteetit, mikä puolestaan johti huomattaviin alusten myöhästelyihin, kun niiden piti odottaa vapaata kiinnittymispaikkaa määräpaikkojen satamissa. Kevyesti öljyntyneet hiekat haudattiin rannalle ja kohtalaisesti öljyntyneet hiekat vietiin teollisuuden kaatopaikoille. (Moller 1997, 5)

4.5 Erika 1999

Maltalainen yksirunkoinen 37 283 dwt öljytankkeri Erika hajosi kahtia noin 50 km päässä Penmarchista Bretagnen niemenkärjen ulkopuolella Ranskan rannikolla 12. joulukuuta 1999. Tankkerin keula ja perä upposivat 10 km etäisyydelle toisistaan 120 m syvyyteen. Tankkerin 31 000 t lastista vapautui 19 000–20 000 t raskasta polttoöljyä mereen matkalla Dunkerquesta Ranskasta Livornoon Italiaan. Ensimmäiset havainnot

rantautuneesta öljystä saatiin 23. joulukuuta ja rantautuminen jatkui eri alueille joulukuun ajan. Sääolot olivat rajut tuulen nopeuden ollessa yli 27 m/s ja öljyä havaittiinkin kalliorannoilla 10 m korkeudella. (Cedre 2006) Öljy likasi eriasteisesti yli 400 km Ranskan rantaviivaa (ITOPF 2004).

Öljypäästöön ei käytetty dispersantteja, vaan päästön leviäminen yritettiin saada hallintaan ja öljyä kerättiin merestä. Öljyä pumpattiin hyllyn keulasta ja perästä vähän yli 10 000 t ja myöhemmin saatiin vielä talteen hienopuhdistuksella 1200 t öljyä. Kaiken kaikkiaan mereltä saatiin talteen 1200 t öljyä ja vältyttiin käsittelemästä muun muassa tuhansia merilintuja, 12 000–15 000 tonnia öljyistä levää, hiekkaa ja muuta jätettä. (Cedre 2006)

4.5.1 Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus

Mereen vapautuneen raskaan polttoöljyn tiheys oli 1,0025 kg/dm³ eli erittäin lähellä meriveden tiheyttä. Öljyn viskositeetti oli erittäin suuri, 20 000 mm²/s 10 °C:ssa, jonka takia öljyä ei alettu kemiallisesti hajottamaan dispersanteilla. Otetuista öljynäytteistä huomattiin, että öljyllä ei ollut taipumusta hajota luonnollisestikaan vedessä. Öljy muuttui merellä emulsioksi, jonka vesipitoisuus pysytteli noin 30 %:ssa. Rannoilta kerätyissä öljynäytteissä vesipitoisuus lähenteli 50 %. (Cedre 2006)

Ongelmia aiheutui öljyvahinkojätteen varastoinnista, kuljetuksesta ja hävittämisestä. Väliaikaisia varastoja kehitettiin rantojen läheisyyteen esimerkiksi pysäköintialueelle tai maahan kaivettiin kuoppa, joka päällystettiin muovilla (ITOPF 2004). Väliaikaisten varastojen jälkeen alettiin laittaa valmiiksi välivarastoja. Merestä kerättyä öljyemulsiota käsiteltiin 1200 t Dongesin jalostamolla, josta muodostui päävarasto kaikelle kerätylle jätteelle. Jalostamolla valmistauduttiin ottamaan vastaan 55 000 t öljyvahinkojätettä. Kolme muutakin varastoa järjestettiin, ja näiden kapasiteetit olivat 18 000 t, 70 000 t ja 57 000 t öljyvahinkojätettä. Kaksi viimeistä olivat Dongesin jalostamon läheisyydessä. (Cedre 2006)

Siivouksen aikana kerättiin hiekkarannoilta muun muassa noin 5000 m³ kevyesti öljyyntynyttä merilevää ja meriruohoa. Kasvien annettiin kuivua rannalla ennen niiden kuljetusta ja hävitystä, jolloin jätemäärää saatiin pienennettyä. (Ansell et al. 2001, 9)

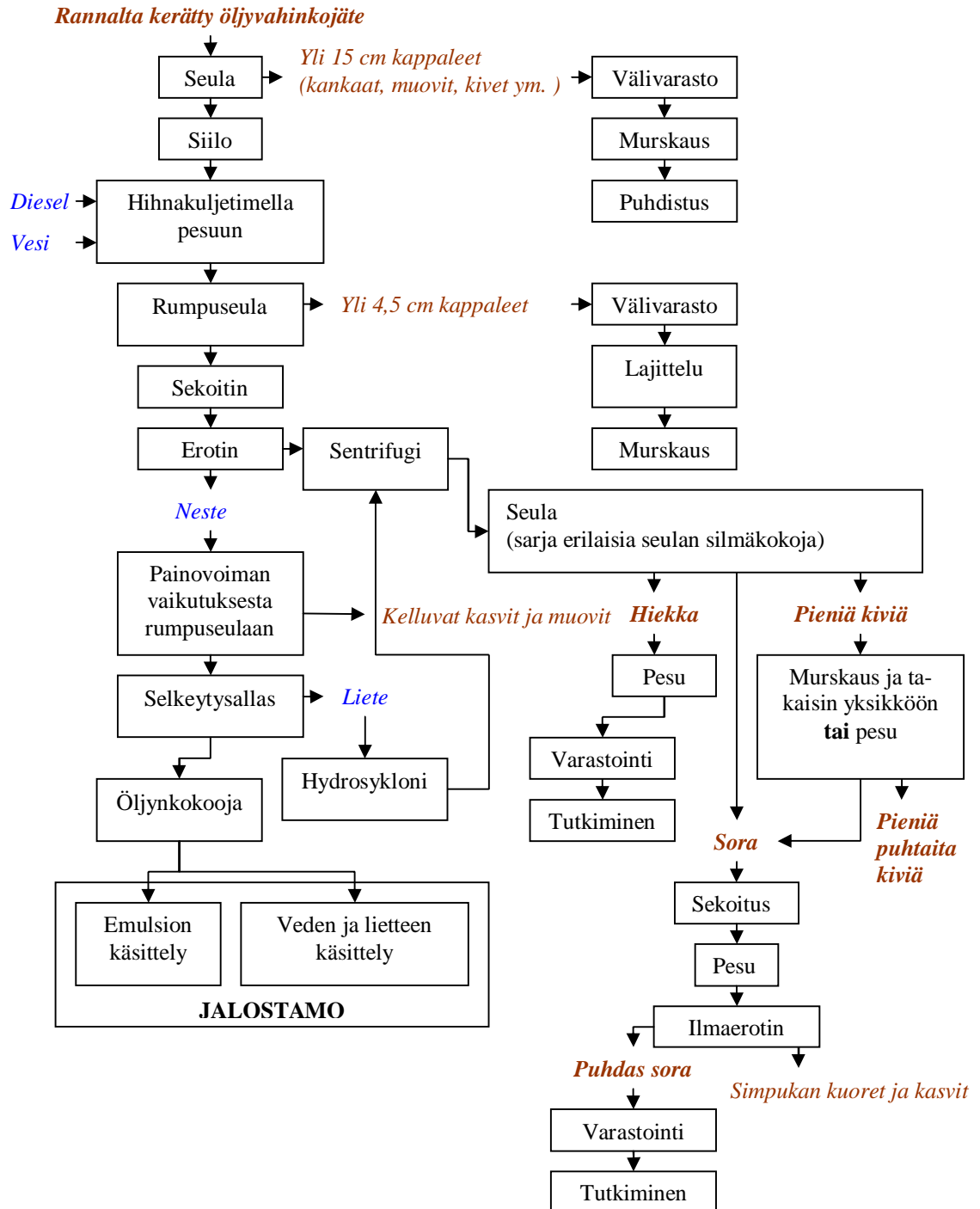
Rantojen siivouksessa oli osallisena yli 4000 henkilöä ja he saivat nopeasti kerättyä suuren määrän jätettä. Jätteiden lajittelu onnistui kohtuullisesti, mutta rantojen öljynpoistonopeuden takia välivarastointipaikka alkoi vastaanottaa jätettä jo ennen kuin se oli täysin toimintakunnossa, minkä johdosta erottelua ei pystytty ylläpitämään. Öljyisellä jätteellä täytettyjä muovipusseja kuljetettiin rannalta etukuormaajilla kuorma-autoihin. (IPIECA 2004, 11) Vuoden 2000 tammikuussa väliaikaisten varastojen ja välivarastojen välillä kulki päivittäin yli 100 kuorma-autoa. Helmikuussa ja maaliskuussa määrä puolittui. Heinäkuun lopussa kaikki väliaikaiset varastot olivat tyhjennetty. Kaiken kaikkiaan rannalta saatiin kerättyä öljyvahinkojätettä lähes 270 000 t (Total 2007b). (Cedre 2006)

Puutteelliset suunnitelmat ja puute ennalta järjestetyistä käsittelypaikoista tekivät vaikeaksi valtavan jätemäärän hallinnan, mikä siis johti lajittelun epäonnistumiseen (Ansell et al. 2001, 10). Lajittelun epäonnistumisen seurauksena saatiin sekoitus öljyä, hiekkaa, merilevää, suojavaatetusta, rikkoutuneita puomeja ja muita varusteita kuten lapioita ja sankoja, mitkä tuli lajitella pois ennen käsittelyä. Syyskuuhun mennessä oli myös kerätty yli 61 000 kuollutta merilintua, jotka oli lähetetty suoraan krematoriolle. (ITOPF 2004)

4.5.2 Öljyvahinkojätteen käsittely

Aluksi jätteet lajiteltiin uudestaan, mikä kesti kuusi kuukautta (IPIECA 2004, 11). Vuoden 2000 lopulla valittiin urakoitsija, 11 tarjouksen tehneestä, suorittamaan jätteiden käsittely kahden vuoden sisällä (Cedre 2006). Jätteiden käsittelyä varten rakennettiin käsittelylaitos, joka oli tarkoitettu yksinomaan öljyisen jätteen käsittelyyn (The Institute for the Advancement of Public Policy, Inc. 2003, 11). Laitoksen käsittelyprosessit on esitetty kuvassa 16. Laitoksen rakentaminen kesti noin 8 kuukautta. Sisäänajo kesti noin

vuoden, jonka jälkeen voitiin aloittaa käsittely, jota suoritettiin noin 1,5 a. (Total 2004, 7)



Kuva 16. Erikan öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen öljyvahinkojätteen käsittelylaitos (Total 2007b)

Käsittelylaitos sijoitettiin lähelle Dongesin jalostamoa, jossa oli polttoainevarastoja sekä mahdollisuus käsitellä öljyä ja öljyistä vettä (Total 2004, 3; Total 2007a). Koko käsittelykeskusta varten tarvittiin noin neljän hehtaarin alue, jossa oli tilaa käsitellä tuotteita sekä varastoida jätettä ja sivutuotteita. Käsittelykeskukseen tulevia ja lähteviä jätettä on kuvattu taulukossa 26. Jätteen jatkokäsittelyä on puolestaan kuvattu taulukossa 27. Käsittelykeskus toimi 16 h/d ja viisi päivää viikossa. 70 työntekijää teki kahdeksan tunnin työpäiviä. (Total 2004, 3) Laitoksen läheisyydessä oli laboratorio, jossa suoritettiin joka päivä yli 100 näyteanalyysiä. Käsittelyn jälkeen urakoitsija seurasi missä käsiteltyjä materiaaleja käytettiin. (The Institute for the Advancement of Public Policy, Inc. 2003, 11) Vuoden 2004 alussa aloitettiin keskuksen siivoaminen ja purkaminen. Näin ollen prosessi saatiin läpi vuoden 2004 loppuun mennessä. (Total 2004, 7)

Taulukko 26. Erikan öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen jätteen käsittely käsittelykeskuksessa (Total 2004, 5)

Panos	Määrä [t]	Tuotos	Määrä [t]
Jäte	267 200	Rautaromu	200
Kalkki ja kemikaalit	6600	Jäte	5400
Kaasuöljy	48 800	Saviliete	63 600
teollisuusvesi	57 800	Kiviaines	200 800
Sadevesi	69 400	Öljy	49 100
		Hajoamattomat emulsiot	1500
		Prosessivesi	124 200
		Häviöt	5000

Taulukko 27. Erikan öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen jätteen jatkokäsittely (Total 2004, 6)

Käsiteltävä aines	Käsittely
Rautaromu	Kierrätys
Jäte	Kotitalousjätteenpolttolaitos (höyryä ja sähköä)
Kiviaines	Yhdyskuntarakentamisen käyttökohteet
Saviliete	Sementtitehtaan raaka-aine
Öljy	Jalostamo
Vesi	

4.6 Volgoneft 248 1999

Venäläinen 4039 dwt öljytankkeri Volgoneft 248 hajosi kahtia ja upposi rajussa myrskyssä Marmaramerellä Istanbulin eteläisellä rannikolla 29. joulukuuta 1999. Tankkeri oli lastattu Burgasissa Bulgariassa ja odotteli Ambarlin öljyterminaalin läheisyydessä Istanbulissa Turkissa vuoroaan päästä purkamaan 4365 t raskas polttoöljylastinsa. Onnettomuus aiheutti kaiken kaikkiaan arviolta 1578 t öljypäästön. Öljyä ajautui hiekkarannoille, kallioille ja betonisille tasanteille, yli viiden kilometrin matkalle. (Moller 2002, 2)

4.6.1 Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus

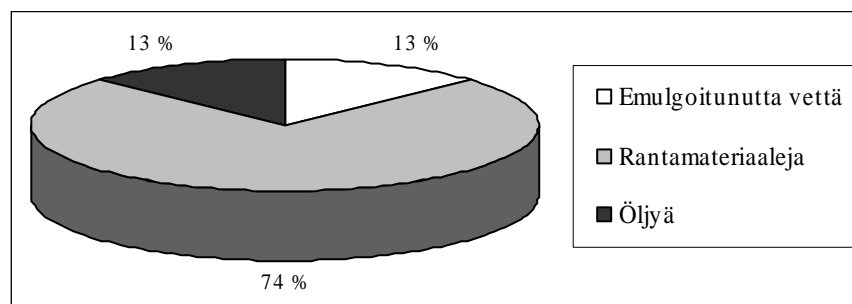
Raskas polttoöljy oli kylmissä oloissa paksua ja viskoosia, ja sen tiheys oli noin 0,9914 g/cm³ 15 °C:ssa. Lastatun öljyn lämpöarvo oli 40 MJ/kg. Suuri osa hiekkarannoille rantautuneesta öljystä hautautui hiekan alle. Öljyä sekoittui muun muassa hiekan ja simpukan kuorien kanssa, mikä johti sekoituksen vajoamiseen rantaviivan tuntumaan. (Moller 2002, 2-3 ja 5)

Ensimmäisessä puhdistusvaiheessa öljyistä hiekkaa ja vesi-öljy -emulsiota kerättiin muovipusseihin. Pussit varastoitiin väliaikaisesti kasoihin muovin päälle. Rantoja saatiin puhdistettua 50 m² henkilötyöpäivää kohden ja hiekkarannoilla hitaammin eli 33 m² henkilötyöpäivää kohden. Toisessa vaiheessa eli viimeistelypuhdistuksessa joitakin hiekkarantoja putsattiin haravoin ja käsin seulomalla sekä ihmisten rakentamia pintoja pestiin kuumavesipesulla. Rantoja saatiin viimeistelyä noin 25 m² henkilötyöpäivää kohden. Tarkempia tietoja rantaviivan putsamisesta on esitetty taulukossa 28. (Moller 2002, 4 ja 7)

Taulukko 28. Volgoneft 248 öljyonnettomuuden likaaman rantaviivan siivous (Moller 2002, 7-8)

	Yksikkö	1. vaihe	2. vaihe	Yhteensä
Siivouksen kesto	[d]	67	404	471
Työntekijöitä	[kpl]	133	8,5	
Kerätty jäte	[t]	4556	968	5524
	[kg/htpv]	511	282	447
Kerätty öljy	[t]	654	73	727
Öljypitoisuuden keskiarvo	[%]	14	7,5	13

Kerätyn öljyvahinkojätteen öljypitoisuus oli siis keskimäärin 13 %. Jätteen koostumus on esitetty kuvassa 17. Kuvasta voidaan havaita, että vaikka jäte on kerätty käsin ja keräystä on valvottu hyvin, jäte sisältää silti merkittävän määrän rantamateriaaleja. (Ansell et al. 2001, 9)



Kuva 17. Volgoneft 248 öljyonnettomuuden seurauksena kerätyn öljyvahinkojätteen koostumus (Ansell et al. 2001, 9)

4.6.2 Öljyvahinkojätteen käsittely

Öljyvahinkojäte kuljetettiin kuorma-autoilla Izmitiin, jossa jätteet poltettiin ja vähemmän saastuneet jätteet sijoitettiin kaatopaikalle. Joka ainoan kuorma-auton kuorma, joita oli 410 kappaletta, punnittiin ja rekisterinumero ja saapumispäivämäärä kirjattiin ylös. Jätteestä mitattiin muun muassa lämpöarvo, jonka oletettiin olevan suoraan verrannollinen jätteen öljypitoisuuden kanssa. Vesi-öljy -emulsiolle kirjattiin suurin lämpöarvo 22 MJ/kg. Emulsion öljypitoisuus voidaan laskea yhtälöllä (1). (Moller 2002, 4-6)

$$x = \frac{H_w}{H_o}, \quad (1)$$

missä x on öljypitoisuus [%]

H_w on jätteen mitattu lämpöarvo [MJ/kg]

H_o on tankkeriin lastatun öljyn lämpöarvo [MJ/kg].

Sijoitetaan tunnetut arvot yhtälöön (1).

$$x = \frac{22 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}}{40 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} \approx 0,55 \rightarrow 55\%$$

Näin ollen emulsion öljypitoisuus oli 55 %. Loppuosan kyseisestä jätteestä oletettiin olevan öljyyn pisaroitunutta vettä. Samalla tavalla voitiin laskea muiden jätekuormien öljypitoisuudet. Polttoon lähetetyn jätteen öljypitoisuuden keskiarvoksi saatiin 29 % (12 MJ/kg). Puhdistuksen loppuvaiheessa alkoi muodostua enemmän kaatopaikalle soveltuvaa jätettä. Kaikki jätteet, joiden lämpöarvo oli alle 1,0 MJ/kg kuljetettiin kaatopaikalle. Keskiarvoksi oletettiin 0,5 MJ/kg, jolloin öljypitoisuus oli noin yhden prosentin verran. (Moller 2002, 6) Polttoon ja kaatopaikalle kuljetettujen jätteiden osuudet on esitetty taulukossa 29.

Taulukko 29. Volgoneft 248 öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneiden öljyvahinkojätteiden käsittely (Moller 2002, 8)

	Yksikkö	1. vaihe	2.vaihe	Yhteensä
Polttoon	[%]	52	27	48
Kaatopaikalle	[%]	48	73	52

4.7 Prestige 2002

Bahamalainen yksirunkoinen 81 589 dwt öljytankkeri Prestige ajoi karille Espanjan luonteisrannikon ulkopuolella 13. marraskuuta 2002 (ABS Press Releases 2002). Tankkeri oli matkalla Venäjältä ja Latviasta kohti Singaporea mukanaan noin 77 000 t Venäläistä raskasta polttoöljyä. 27 miehistön jäsenestä 24 pelastettiin tankkerilta helikopterilla. Prestige hinattiin onnettomuuspaikalta, rannikon läheisyydestä valtamerelle, jossa se repesi kahtia ja upposi 3800 m syvyyteen. Mereen valui 63 000 t öljyä, joka hiljakseen rantautui marraskuun 2002 ja toukokuun 2003 välillä liaten eriasteisesti 1900 km ranta- viivaa (Fernández-Álvarez et al. 2006, 1). Öljyä ajautui aluksi Espanjan rannikolle ja myöhemmin Ranskan ja Portugalin rannikoille. (Cedre 2006)

4.7.1 Öljyvahinkojätteen määrä ja koostumus

Raskaalla polttoöljyllä oli erittäin korkea viskositeetti ja näin se oli huonosti juoksevaa. Öljyn tiheys (15 °C) oli 0,993 kg/dm³, jäähmepiste 6 °C, viskositeetti (50 °C) 615 mm²/s, viskositeetti (15 °C) 30 000 mm²/s ja leimahduspiste 143 °C. Raskas polttoöljy muuttui meressä vesi-öljy -emulsioksi, joka kasvatti jätemäärää melkein puolella, koska emulsi-
on vesipitoisuus oli 45 %. (Cedre 2006)

Ensimmäinen öljylautta tuli Pohjois-Espanjan rannalle 16. marraskuuta. Öljyä tuli Pohjois-Espanjan rannikolle useita kertoja tammikuun loppuun asti. Öljy oli erittäin tahmeaa ja se oli muovautunut tervapalloiksi tai öljykakuiksi, joiden halkaisija oli 5-20 cm. Suurin osa öljystä kerättiin käsin muun muassa sotilaiden ja vapaaehtoisten voimin, mutta esimerkiksi hiekkarantoja siivottiin myös koneellisesti. Kivikkoisilla ja rakennetuilla rannoilla käytettiin yli 1 100 000 m² korkeapaineista kuumavesisuihkua, mikä aiheutti valtavat määrät jätettä (Fernández-Álvarez et al. 2006, 1-2). Joulukuussa oli parhaimmillaan töissä joka päivä 10 000 henkilöä muun muassa sotilaita, vapaaehtoisia ja urakoitsijoita. Tammikuussa määrä putosi 5800 henkilöön päivässä. Rannoilta kerättiin öljyvahinkojätettä noin 1200 t marraskuun loppuun mennessä, luku kasvoi noin 30 000 t:iin joulukuun loppuun mennessä ja kesäkuussa 2003 jätettä oli jo noin 63 000 t. (Cedre 2006)

Tammikuusta eteenpäin öljyä saapui myös Lounais-Ranskan rannikolle ja huhtikuusta alkaen vähäisemmissä määrin Länsi-Ranskaan. Öljystä kärsivät eniten hiekkarannat, joita pyrittiin putsamaan koneellisesti, vaikka rannoille pääseminen ei aina ollut helppoa. Lounais-Ranskassa käytettyjen puhdistusmenetelmien osuuksia on kuvattu taulukossa 30. Lounais-Ranskassa kerättiin öljyvahinkojätettä noin 22 000 t ja työllistettiin noin 70 000 henkilöä. Länsi-Ranskassa puolestaan kerättiin jätettä noin 4000 t ja työllistettiin yli 12 000 henkilöä. Paikallisten viranomaisten avuksi saatiin työvoimaa muun muassa väestönsuojelujoukoista ja yksityisistä yrityksistä, minkä johdosta ei tarvinnut hälyttää vapaaehtoisia avuksi. Keskimääräinen päivittäinen jätemäärä oli noin 250–260 kg öljyvahinkojätettä kerääjää kohden. Kivikkoisten rantojen putsaminen oli hitaampaa, mutta siitä ei kuitenkaan aiheutunut suhteessa enempää jätettä. Jätteiden lajittelua

suoritettiin käsin, kun huomattiin öljyn seassa olevan liikaa ylimääräistä ja viranomaiset halusivat optimoida käsittelyketjun. (Cedre 2006) Työvoimaa ohjattiin siis erottelemaan kerätyt jätteet ja eri tyypisille jätteille järjestettiin omat suojarakennukset. Kiireen ja paineiden johdosta jätteet kuitenkin sekoittuivat ja suunnitelma tuhoutui. Epäonnistumisen seurauksena jätteet sijoitettiin vuorattuihin kuoppiin lajittelematta. (IPIECA 2004, 7) Prestigen aiheuttaman öljyvahinkojätteen määrät on esitetty taulukossa 31.

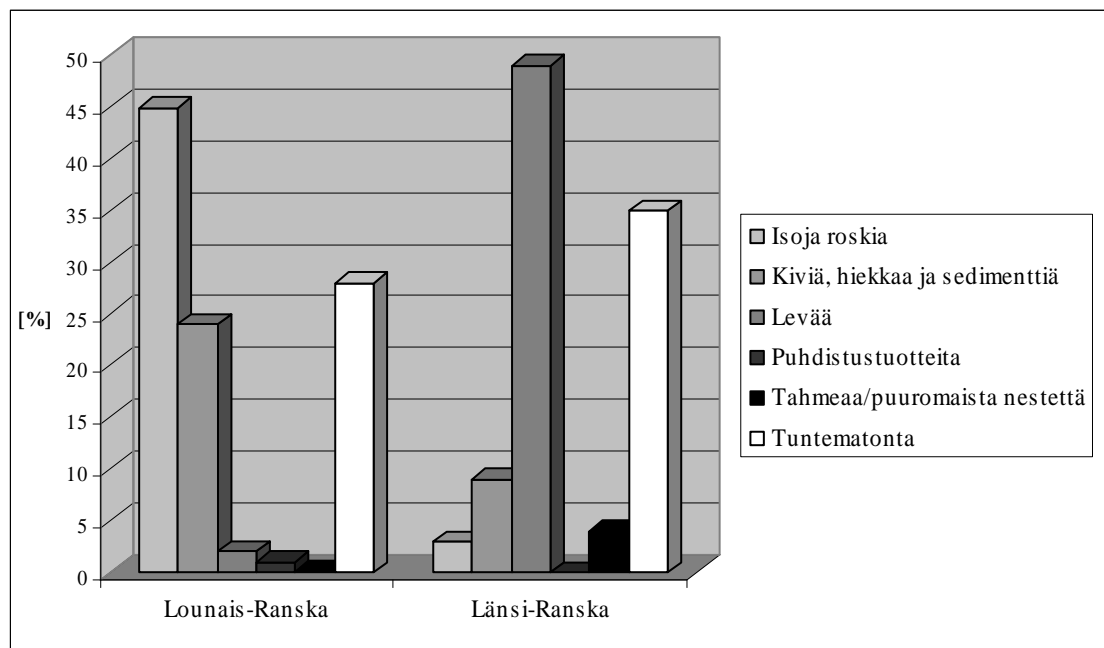
Taulukko 30. Prestigen öljyonnettomuuden seurauksena Lounais-Ranskassa käytettyjen puhdistusmenetelmien osuuksia (Cedre 2006)

Puhdistusmenetelmä	Gironde [%]	Landes [%]	Pyrénées-Atlantiques [%]
Käsinpuhdistus	51	40	27
Koneellinen puhdistus	41	48	1
Kovien pintojen puhdistus	6	8	56
Rantamateriaalin siirtäminen mereen	0	3	11
Muu puhdistus	2	1	5

Taulukko 31. Prestigen aiheuttama öljyvahinkojättemäärä 5.11.2004 (Cedre 2006)

Öljyvahinkojätteen keräyspaikka	Öljyvahinkojätettä [t]	Jätteen sisältämä öljymäärä [t]	Jätteen öljypitoisuus [%]
Meri	55 543	23 388	42
Espanjan rantaviiva	89 738	15 716	18
Ranskan rantaviiva	25 470	4 075	16
Rantaviiva yhteensä	115 208	19 791	

Toukokuussa 2003 Espanjassa ja Portugalissa oli havaittu 20 238 öljyyntyntä lintua ja Ranskassa kerätty 2 831 öljyyntyntä lintua. Ranskassa kerättyjen jätteiden koostumukset on esitetty kuvassa 18. Marraskuussa 2003 kasa merilevää sisälsi puolestaan 60 % merilevää, 30 % hiekkaa ja 10 % raskasta polttoöljyä. (Cedre 2006) Rantatyyppi ja keräilytapa vaikuttavat selvästi erilaisten jätejakeiden määrään, joten yleisempien johtopäätösten tekeminen jätteen koostumuksesta on hankalaa.



Kuva 18. Prestigen öljyonnettomuuden seurauksena muodostuneen öljyvahinkojätteen koostumus (Cedre 2006)

4.7.2 Öljyvahinkojätteen käsittely

Länsi-Ranskassa öljy jatkoi rantautumista pitkän aikaa. Varastointi, kuljetus ja loppusijoitus kerätylle jätteelle haluttiin järjestää käyttämällä just-in-time -menettelytapaa. Kerätty jäte varastoitiin lavoille ja kuljetettiin suoraan käsittelykeskuksiin. Useimmiten kiinteä jäte hävitettiin polttamalla ja riippuen siitä oliko jäte hiekkaista, kerätyt jätteet käsiteltiin soveltuvassa käsittelylaitoksessa. Tammikuussa 2004 varastointiin käytetyt välineet olivat tyhjiä tai puhtaita ja kaikki kerätyt jätteet olivat käsitelty. Kaiken kaikkiaan Länsi-Ranskassa käsiteltiin 15 627 t saasteita ja erilaisia saastuneita materiaaleja. (Cedre 2006)

Öljyyntynyttä merilevää rantautui Länsi-Ranskaan niin, että suurin läjä oli kooltaan 750 m³. Levä oli hiekalla päällystettyä ja eräs yritys lupautui käsittelemään sen, mutta käsittely todettiin liian kalliiksi vaihtoehdoksi. Levä päätettiin käsitellä välivarastolla. Hiekka ja levä eroteltiin seulalla ja peitettiin poltetulla kalkilla. Kuivattu levä lähetettiin jätteenpolttolaitokselle ja hiekka palautettiin rannalle. Jäljelle jäi vielä kuitenkin 20–250 m³ merilevää. Lievästi öljyyntynyttä levää vietiin rannalle kuivumaan, minkä jälkeen

kuivuneet tervapallot voitiin kerätä talteen käsin. Raskaasti öljyyntyneet merilevät puolestaan peiteltiin poltetulla kalkilla ja lähetettiin poltettavaksi. (Cedre 2006)

Lounais-Ranskassa öljyvahinkojätettä välivarastoitiin rantaviivan tuntumaan ja jätteistä suurin osa käsiteltiin ongelmajätteiden käsittelylaitoksella. Seuraavaksi eniten öljyvahinkojätettä kuljetettiin kolmelle ongelmajätteenpolttolaitokselle. Pienin jättemäärä toimitettiin kolmelle kotitalousjätteenpolttolaitokselle. Käsittelylaitos ja polttolaitokset sijaitsivat, kahta polttolaitosta lukuun ottamatta, rantaviivan läheisyydessä. (Cedre 2006)

Pohjois-Espanjasta Galiciasta nestemäiset tuotteet lähetettiin jalostamolle tai jäteöljyn käsittelykeskukseen, jossa merivedestä ja sedimenteistä eroteltiin hiilivedyt. Erottelusta jäljelle jäänyt hiekka lähetettiin käsittelykeskukseen. Suurta kiinnostusta sai osakseen käsittelykeskus, jossa hiekka sekoitettiin saven kanssa ja sekoituksesta voitiin valmistaa polttamalla keraamisia tiiliä rakennustöihin. (Cedre 2006)

4.8 Yhteenveto öljyvahinkojätteiden määristä ja käsittelymenetelmistä

Rannoilta kerätty öljyvahinkojättemäärä on aina tapauskohtaista. Vaikutusta jättemäärään on esimerkiksi öljyn laadulla, merellä ja rannalla tapahtuvalla öljyntorjunnalla, rantamateriaalilla sekä rantojen puhdistusmenetelmillä. Öljyonnettomuus saattaa aiheuttaa suuremman määrän jätettä kuin mitä mereen vapautuu öljyä (IPIECA 2004, 3). Jättemäärä voi siis olla jopa 30 kertaa suurempi kuin itse päästö (IPIECA 2004, 3). Edellä kuvattujen öljyonnettomuuksien rannalta kerättyjä öljyvahinkojättemääriä sekä niiden käsittelymenetelmiä on esitetty taulukossa 32. Tiedot on kerätty kappaleista 4.1–4.7.

Taulukko 32. Öljyonnettomuuksien seurauksena aiheutuneita öljyvahinkojättemääriä ja jätteiden käsittelymenetelmiä

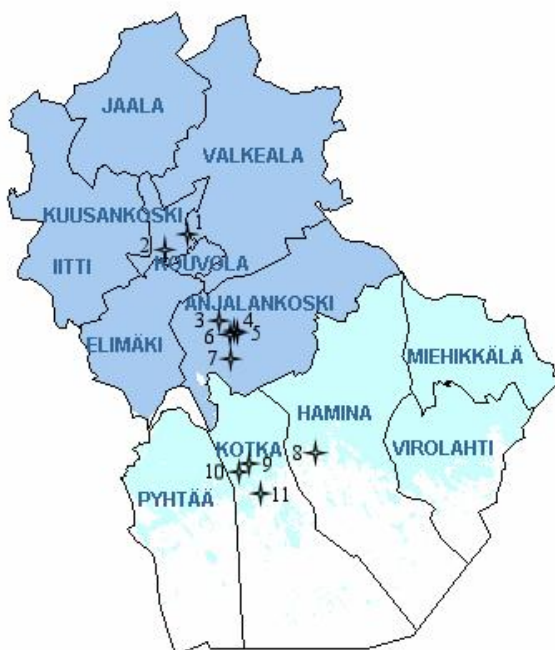
Alus	Vuosi	Öljyalaatu	Öljyä mereen [t]	Öljyvahinkojätettä rannalta [t]	Käsittelymenetelmä
Antonio Gramsci	1979	Raakaöljy	5500	500–650	<ul style="list-style-type: none"> • Poltto rannalla • Poltto Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtailla
Antonio Gramsci	1987	Raakaöljy	570	38	<ul style="list-style-type: none"> • Yleisperiaatteena oli käsittely Ekokemin ongelmajätelaitoksella
Exxon Valdez	1989	Raakaöljy	40 000	25 000 (1. vuotena)	<ul style="list-style-type: none"> • Luontainen biohajoaminen (in situ) • Kemiallinen puhdistus (in situ) • Poltto pienillä jätteenpolttolaitoksilla • Kaatopaikkakäsittely
Nakhodka	1997	Raskas polttoöljy	6200	50 000	<ul style="list-style-type: none"> • Enimmäkseen poltto jätteenpolttolaitoksilla • Rantamaan kääntely • Kaatopaikkakäsittely
Erika	1999	Raskas polttoöljy	20 000	270 000	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuvan käsittelylaitoksen rakentaminen • Poltto kotitalousjätteenpolttolaitoksella • Metalliriomunkierrätys • Savilietteen käyttö sementtitehtaan raaka-aineena
Volgoneft 248	1999	Raskas polttoöljy	1578	5500	<ul style="list-style-type: none"> • Poltto • Kaatopaikkakäsittely
Prestige	2002	Raskas polttoöljy	63 000	115 200	<ul style="list-style-type: none"> • Käsittely ongelmajätteen käsittelylaitoksella • Poltto erilaisilla polttolaitoksilla • Levän käsittely rannalla • Tiilien valmistus

Taulukosta nähdään, että merillä tapahtuneiden öljyonnettomuuksien öljyvahinkojättemäärät vaihtelevat suuresti. Näin ollen on erittäin hankala lähteä arvioimaan, paljon Suomenlahdelta pahimmassa tapauksessa joudutaan keräämään öljyistä jätettä. Järkevintä siis on varautua pahimpaan ja selvittää jo etukäteen mahdollisia käsittelypaikkoja, jos jättemääräksi muodostuu kymmeniä tuhansia tai satoja tuhansia tonneja.

5 ÖLJYVAHINKOJÄTTEIDEN KÄSITTELYMAHDOLLISUUDET KYMENLAAKSON ALUEELLA

Kunkin alueen pelastuslaitoksen öljyvahinkojen torjuntasuunnitelmasta tulee käydä ilmi suunnitelmat muun muassa öljyvahinkojätteen keräilystä, kuljettamisesta, varastoinnista, hävittämisestä ja muusta käsittelystä (L 30/12.2004/1410). Jätelain 6 §:n 10 kohdassa todetaan, että jätteet tulee käsitellä lähimmissä asianmukaisissa jätteen käsittelypaikoissa (L 3.12.1993/1072). Merkittävän suuruisen öljyvahingon sattuessa ja näin useita kuntia koskevassa öljyvahingossa jätehuolto voidaan hoitaa osittain keskitetysti, mutta tällöinkin mahdollisesti yhden alueen kunnan toimesta. Vahinkojätehuollon järjestämisessä pyritään välttämään monivaiheista käsittelyä ja suurten jätemäärien pitkiä kuljetusmatkoja. (Jolma 2002, 15) Käsittelymenetelmän valintaan vaikuttavat jätteen määrä ja laatu, saastunut maa-aines, vahingon sijainti, ympäristön ja lainsäädännön huomioiminen sekä aiheutuvat kustannukset (IPIECA 2004, 14). Tässä työssä jätetään huomioimatta kaksi viimeiseksi mainittua.

Kymenlaakson alueelta kartoitettiin kappaleiden 3 ja 4 perusteella öljyvahinkojätteelle soveltuvia käsittelylaitoksia. SÖKÖ-hankkeessa tehtyjen tutkimusten pohjalta saatiin selville osa soveltuvista yrityksistä, joista tulisi etsiä lisätietoa. Lisäksi OSWAT-hankkeen ohjausryhmä auttoi listan laajentamisessa. Soveltuvia paikkoja kartoitettiin myös Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen ympäristölupapäätösten perusteella. Soveltuviin yrityksiin otettiin yhteyttä puhelimitse ja esitettiin haastattelupohjan (Liite I) laitokseen ja käsittelymenetelmään soveltuvat kysymykset. Tarvittaessa laitoksilta kyseltiin vielä sähköpostitse tai puhelimitse lisätietoa. Usein tekstit tai/ja tiivistetyt taulukot lähetettiin haastateltaville vielä kommentoitavaksi. Kymenlaakson alueen soveltuvien käsittelylaitosten sijainnit on esitetty kuvassa 19.



1. Kymin Voima Oy
2. Maxit Oy Ab:n Leca-soratehdas
3. Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitos
4. Ekokem-Palvelu Oy (vanha ja uusi rakenteilla (ympäristölupapäätöksestä valitettu))
5. Kymenlaakson Jäte Oy
6. JT-Ympäristörakentaminen Oy (ympäristölupa vireillä)
7. Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtaat
8. Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtaat
9. Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitos (rakenteilla)
10. Salvor Oy (ympäristölupa vireillä)
11. Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitos

Kuva 19. Öljyvahinkojätteen käsittelyyn soveltuvien käsittelylaitosten sijainti Kymenlaakson alueella

5.1 Polttolaitokset

Seuraavaksi tarkastellaan, onko öljyvahinkojätteen poltto teknisesti mahdollista Kymenlaakson alueen polttolaitoksissa. Laitoksilta kerätessä tietoa ei siis ole huomioitu, onko laitoksella ympäristölupa öljyisten jätteiden polttoon.

5.1.1 Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitos - Kotka

Kotkan Energian Hovinsaaren voimalaitoksessa Kotkassa on kupliva leijupetikattila, jossa poltetaan yleensä turvetta, puuta, kierrätyspuuta ja REF I-laatuluokan kierrätyspolttoainetta. Laitos toimii ympäri vuoden. (Markkanen 2007a) Laitokselle voidaan ottaa vastaan öljyistä orgaanista ainesta, mitä enemmän jätteen seassa on orgaanista sitä parempi. Lisäksi poltettavaksi voidaan ottaa vastaan murskautuvia varusteita, sillä jätteestä tulee saada murskaimella ”nyrkin kokoista” tavaraa. Jätteen seassa saa olla pieniä määriä maa-aineksia, mutta isommat kivet aiheuttavat ongelmia esimerkiksi tukkimalla ruuvit. Laitokselle ei oteta vastaan kuolleita eläimiä. Jätteen seasta tulee poistaa PVC, alumiini ja isot kivet. (Markkanen 2007a)

Laitoksella on murskain ennen metallinpoistajaa. Jätteen sisältämä öljymäärä voi aiheuttaa paloturvallisuusriskin murskaimella. Samoin helposti haihtuvat öljy-laadut voivat aiheuttaa räjähdysvaaran isossa varastosiihossa. Jätteen sisältämän öljyn öljy-laatu voi olla kevyttä tai raskasta ja kosteuspitoisuuden tulee olla noin 30–60 %. Jos jätteen kosteuspitoisuus nousee yli 60 %:iin, kattilassa tulee käyttää maakaasupolttimia, jotta kattilan lämpötilaa saadaan nostettua. Maakaasun kulutus aiheuttaa lisäkustannuksia. Laitoksella ei ole aikaisempaa kokemusta öljyisten jätteiden poltosta. (Markkanen 2007a)

Epämääräiset jätteet tulee tutkia laboratoriossa ennen niiden polttoa. Näin ollen väliaikaisiin välivarastoihin toimitetuista jätteistä tulee saada edustava näyte, joka toimitetaan laboratorioon tutkittavaksi. Tutkimus kestää noin kaksi viikkoa. Jätteet voi siis toimittaa laitokselle vasta tulosten saannin jälkeen. Öljyiset jätteet sekoitetaan laitoksella turpeen, kierrätyspuun tai muun puhtaan polttoaineen sekaan. Laitoksen käsittely helpottuu, jos joku ulkopuolinen hoitaa jätteen sekoituksen turpeeseen. Jätettä arvioidaan voitavan käsitellä noin 10 t/d ja 3000 t/a (Markkanen 2007b). Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa. (Markkanen 2007a)

Kattilasta muodostuvat tuhkat toimitetaan maanrakentamiseen. Mikäli öljyvahinkojätteen polton jälkeen tuhka ei enää sovellu hyötykäyttöön, jäte tulee toimittaa kaatopaikalle. Tämä kasvattaa käsittelykustannuksia. Talvella käsiteltävän jätteen jäätyminen voi

aiheuttaa ongelmia. Laitoksen savukaasut puhdistetaan sähkösuodattimella ja savukaasupesurilla. Öljyvahinkojätteen käsittelyn ongelmaksi voi muodostua päästöjen raja-arvot. Laitokselle on tulossa vuoden 2007 aikana uusi polttoainesilo, josta on erillinen syöttö kattilaan. (Markkanen 2007a) Tuotaessa jätettä poltettavaksi Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitokselle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 33.

Taulukko 33. Öljyvahinkojätteen polttaminen Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitoksella (Markkanen 2007a)

Poltto voimalaitoksella
<ul style="list-style-type: none"> • Laitokselle otetaan vastaan öljyistä orgaanista jätettä ja murskautuvia varusteita. • Jätteen seassa saa olla pieniä määriä maa-aineksia. • Laitokselle ei oteta vastaan kuolleita eläimiä. • Käsittelykapasiteeteiksi arvioidaan noin 10 t/d ja 3000 t/a. • Jätteen seassa ei saa olla alumiinia, PVC:tä, isoja metallipaloja ja isoja kiviä. • Jätteiden tulee olla murskautuvia. • Ennen murskainta on metallinpoistaja. • Jätteen sisältämä öljymäärä voi aiheuttaa paloturvallisuusriskin murskaimella. • Ennen jätteen toimittamista laitokselle suoritetaan laboratoriotutkimus, joka kestää kaksi viikkoa. • Jätteen sekoitus puhtaaseen polttoaineeseen onnistuu alueella, mutta jätteen käsittely helpottuu, jos joku ulkopuolinen hoitaa jätteen sekoituksen. • Kattila on käytössä ympäri vuoden. • Laitokselle on tulossa vuoden 2007 aikana uusi polttoainesilo, josta on erillinen syöttö kattilaan. • Käsittelyn ongelmaksi voi muodostua päästöjen raja-arvot. • Savukaasut puhdistetaan sähkösuodattimella ja savukaasupesurilla. • Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa.

5.1.2 Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitos - Kotka

Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitoksen on tarkoitus valmistua syksyllä 2008. Laitokselle tulee viistoarinakattila, jossa poltetaan pääasiassa syntypaikkalajiteltua kotitalousjätettä, mutta myös pieniä määriä teollisuusjätettä. (Markkanen 2007a)

Laitokselle voidaan vastaanottaa merkittävän suuruisen öljyvahingon sattuessa öljyistä jätettä, joka on syötettävissä polttoon kahmarilla. Öljyiset varusteet soveltuvat polttoon ja niitä ei tarvitse murskata. Öljyvahinkojätteen seassa voi olla pieniä määriä öljyistä orgaanista ainesta ja maa-aineksia, jotka menevät arinan läpi tai putoavat arinanpäästä vesialtaaseen. Öljyvahinkojäte soveltuu parhaiten polttoon, kun eri jätelaadut ovat sekoitettu keskenään. Öljyiseen jätteeseen tulee sekoittaa puhtaita jätteitä niin paljon, että arina ei vahingoitu öljyn palaessa. Öljyn lämpöarvo on korkeampi kuin polttoaine, jolle

arinakattila on mitoitettu. Tämän takia öljyä saa olla jätteen seassa vain pieniä määriä ja öljyn tulee olla hyvin sekoitettuna muuhun ainekseen. Laitos ei sovellu öljyisen meriveden käsittelyyn. Jätteiden käsittelyä helpottaisi, jos jäte tuotaisiin laitokselle muovipusseissa ja jätösäkeissä. Kuolleet eläimet ovat käsiteltävissä laitoksella, jos ne ovat pakattu muovipusseihin. Käsittely voi onnistua nopeasti, jos asiasta on sovittu etukäteen. (Markkanen 2007a)

Kaikki öljyalaadut soveltuvat poltettavaksi. Jätteestä tulee erotella pois isot metallipalat, mutta PVC ja alumiini eivät haittaa pieninä pitoisuuksina. Jättekappaleen pisimmän sivun pituus saa olla 50 cm. Kattilan lämpötila on alhaisempi kuin leijukerroskattilalla. Lämpötilaa voidaan nostaa maakaasulla, mutta se aiheuttaa lisäkustannuksia. (Markkanen 2007a)

Jätettä arvioidaan voitavan käsitellä noin 10 t/d ja 2500 t/a (Markkanen 2007b). Poltto kestää noin tunnin arinan alkupäästä sen loppupäähän. Laitos toimii ympäri vuoden, mutta kesäisin on kuukauden kestävä huoltoseisokki. Käsittelyn aikana muodostuvat ilmapäästöt puhdistetaan aktiivihiiilen, puolikuivan puhdistusmenetelmän ja letkusuodatimen avulla. Ilmapäästöt eivät aiheuta ongelmaa tehokkaan puhdistuksen vuoksi. Prosessista muodostuva tuhka toimitetaan kaatopaikalle. Prosessiin ei tarvitse tehdä muutoksia ennen öljyvahinkojätteen käsittelyä. Alueella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa. (Markkanen 2007a) Tuotaessa jätettä poltettavaksi Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitokselle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 34.

Taulukko 34. Öljyvahinkojätteen polttaminen Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitoksella (Markkanen 2007a)

Poltto jätteenpolttolaitoksella
<ul style="list-style-type: none"> • Laitoksen on tarkoitus valmistua syksyllä 2008. • Laitokselle otetaan vastaan öljyisiä varusteita ja pieniä määriä orgaanista jätettä sekä maa-aineksia. Lisäksi voidaan vastaanottaa muovipusseihin pakattuja kuolleita eläimiä. • Käsittelykapasiteeteiksi arvioidaan noin 10 t/d ja 2500 t/a. • Jätteiden käsittelyä helpottaa, jos jäte tuodaan laitokselle muovipusseissa ja jätösäkeissä. • Öljyn tulee olla imeytetty tai sekoitettu muuhun ainekseen laitokselle tuotaessa. • Öljyiseen jätteeseen tulee olla sekoitettuna puhtaita jätteitä niin paljon, että arina ei vahingoitu öljyn palaessa. Öljyä saa olla jätteen seassa vain pieniä määriä. • Jäte tulee olla syötettävissä kahmarilla polttoon. • Varusteita ei tarvitse murskata.

- Jätteen seassa ei saa olla isoja metallipaloja.
- Jätteen sisältämä PVC ja alumiini eivät haittaa pieninä pitoisuuksina.
- Jätekkappaleen pisimmän sivun pituus saa olla 50 cm.
- Kesäisin on kuukauden kestävä huoltoseisokki.
- Ilmapäästöt puhdistetaan aktiivihiiilen, puolikuivan puhdistusmenetelmän ja letkusuodattimen avulla.
- Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa.

5.1.3 Kymin Voima Oy:n Kuusankosken voimalaitos - Kuusankoski

Kymin Voima Oy:llä on Kuusankoskella Kuusanniemen teollisuusalueella leijukerroskattila, jossa poltetaan biopolttoaineita ja turvetta ympäri vuoden. Öljyisen jätteen polttoon laitoksella ei ole lupaa. Teoriassa laitoksella poltettavaksi soveltuu öljyinen orgaaninen aines, jonka seassa voi olla pieniä määriä maa-ainesta. Öljyisen jätteen soveltuvuus tulee kuitenkin testata käytännössä. Laitoksella voidaan joutua tekemään käsittelyn toteuttamiseksi muutoksia. Muutosten tekemiseen on hyvä varata aikaa puoli vuotta. Aikaisempaa kokemusta laitoksella ei siis ole öljyisen jätteen käsittelystä. Laitoksen polttoainekenttä tarvitaan tehtaan käyttöön, joten öljyisen jätteen sekoitus muuhun puhtaaseen polttoaineeseen tulee tapahtua muualla. (Rainio 2007)

Öljy voi aiheuttaa paloturvallisuusriskin esimerkiksi murskaimella ja murskaimen jälkeinen magneetti ei välttämättä saa erotettua metalleja öljyisestä jätemössöstä. Öljypitoisuuden tulee siis olla jätteessä niin alhainen, että jäte ei aiheuta käsittelyongelmia tai työturvallisuusriskejä. Jätteen sisältämän öljyn öljyalaatu voi olla kevyttä tai raskasta. Raakaöljyn soveltuvuudesta polttoon ei ole varmuutta. Jätteen kosteuspitoisuuden tulee olla alle 55 % ja jäte tulee olla kuljettavissa laitoksen kuljettimilla. Poltettavaksi ei voida ottaa öljyn ja meriveden sekoitusta, koska veden sisältämät kloridit aiheuttavat korroosiota. Suolan lisäksi jäte ei saa sisältää muun muassa öljyisiä varusteita, kuolleita eläimiä, muoviva, metallikappaleita ja alumiinia. (Rainio 2007)

Jätteen koostumuksen selvittämiseksi suoritetaan laboratorioanalyysi, jonka tekemisestä vastaavat yhteistyössä viranomaiset ja Kymin Voima Oy. Laitoksella voidaan mahdollisesti käsitellä öljyistä jätettä 0-2 t/d ja 0-300 t/a. Tuhkat laitokselta toimitetaan hyötykäyttöön ja öljyisen jätteen käsittely voi aiheuttaa sen, että tuhkat joudutaan viemään kaatopaikalle. Kymin Voima Oy:llä ei ole omaa kaatopaikkaa. Ilmapäästöjen puhdistus-

miseen käytetään kahta sähkösuodatinta. Diplomityön laatimisvaiheessa laitoksella ei ollut suunnitteilla öljyvahinkojätteen käsittelyyn vaikuttavia muutoksia. Laitoksen alueella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden varastointialuetta. (Rainio 2007) Tuotaessa jätettä poltettavaksi Kymin Voima Oy:lle Kuusankoskelle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 35.

Taulukko 35. Öljyvahinkojätteen polttaminen Kymin Voima Oy:llä Kuusankoskella (Rainio 2007)

Poltto voimalaitoksella
<ul style="list-style-type: none"> • Öljyisen jätteen soveltuvuus tulee testata käytännössä. • Laitokselle voidaan joutua tekemään käsittelyn toteuttamiseksi muutoksia. Muutosten tekemiseen on hyvä varata aikaa puoli vuotta. • Teoriassa laitoksella voidaan käsitellä öljyistä orgaanista ainesta, jonka seassa voi olla pieniä määriä maa-ainesta. • Kuolleita eläimiä ei oteta vastaan. • Käsittelykapasiteeteiksi arvioidaan 0-2 t/d ja 0-300 t/a. • Laitokselle tulee tuoda valmiiksi puhtaaseen polttoaineeseen sekoitettua öljyistä jätettä. • Öljy voi aiheuttaa paloturvallisuusriskin murskaimella. • Jätteen kosteuspitoisuuden tulee olla alle 55 %. • Jäte tulee olla kuljettavissa laitoksen kuljettimilla. • Jäte ei saa sisältää muun muassa suolaa, muovia, metallikappaleita ja alumiinia. • Jätteen koostumuksen selvittämiseksi tulee suorittaa laboratorioanalyysi. • Ilmapäästöjen puhdistamiseen käytetään kahta sähkösuodatinta. • Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa.

5.1.4 Maxit Oy Ab:n Leca-soratehdas - Kuusankoski

Maxit Oy Ab:n Kuusankosken Leca-soratehdas valmistaa kevytsoraa. Tehtaalla on melkein 70 m pitkä pyörivä rumpu-uuni, jonka polttovyöhykkeen lämpötila on prosessin aikana 1100–1200 °C. Raaka-aine syötetään sekoittajien kautta uuniin. Uunin pyörimisliikkeen ja kaltevuuden vaikutuksesta raaka-aine kulkeutuu uunin läpi. Uunin liekin muodostamiseen käytetään hiiltä, kierrätysöljyä, öljyä ja maakaasua. Uuni on niin sanottu vastavirtauuni, jossa raaka-aine syötetään uunin toisesta päädyistä ja polttoaine vastakkaisesta päädyistä. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2004a, 2-4; Mukkula 2007a)

Laitokselle voidaan vastaanottaa valmiiksi murskattua ja seulottua eli homogenoitua öljyistä orgaanista ainesta. Palakoon tulisi olla alle 8 mm (Mukkula 2007b). Öljyalaadun tulee olla raskaan polttoöljyn kaltaista. Laitoksella öljyinen jäte kuljetetaan lisäainelinjaa pitkin saven sekaan ennen aineksen syöttöä uuniin hihnakuuljettimella. Öljy-

pitoisuudella ja pH:lla ei ole käsittelyyn vaikuttavia rajoituksia. Laitokselle ei oteta vastaan öljyisiä varusteita, kuolleita eläimiä, öljyistä merivettä ja maa-ainesta. Orgaanisen aineksen seassa voi olla muovipussin palasia (Mukkula 2007b). Mikäli jäte on valuvaa, vesi tulee valuttaa pois ennen jätteen tuomista laitokselle. Laitoksella on kokemusta jäteöljyn poltosta. Raskasmetallit eivät haittaa käsittelyä pieninä pitoisuuksina, mutta meriveden kloridit aiheuttavat korroosiota. (Mukkula 2007a)

Ennen laitokselle tuomista jätteen toimittajan tulee tutkia jäte laboratoriossa. Laitoksella ei ole mahdollisuutta väliavarastoida jätettä, mutta öljyisen jätteen käsittelyyn on lupa. Väliavarastoinnin aikana jätteeseen ei tule sekoittaa mitään jätteen käsittelyn soveltuvuuden parantamiseksi. Käsittely onnistuu ympäri vuoden ja käsittelykapasiteeteiksi arvioidaan 3-4 t/d ja 1200 t/a. Diplomityön laatimisvaiheessa laitokselle ei ole suunnitteilla öljyvahinkojätteen käsittelyyn vaikuttavia muutoksia. Käsittelystä aiheutuvat ilmapäästöt puhdistetaan sähkösuodattimella ja savukaasupesurilla, josta muodostuvat vedet käsitellään laitoksen alueella. (Mukkula 2007a) Tuotaessa jätettä poltettavaksi Kuusankosken Leca-soratehtaalle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 36.

Taulukko 36. Öljyvahinkojätteen polttaminen Leca-soratehtaalla Kuusankoskella (Mukkula 2007a)

Poltto Leca-soratehtaalla
<ul style="list-style-type: none"> • Öljyinen jäte tulee tutkia laboratoriossa ennen laitokselle tuomista. • Laitokselle voidaan ottaa vastaan valmiiksi homogenoitua öljyistä orgaanista ainesta, jonka palakoko on alle 8 mm. • Jätteen seassa voi olla muovipussin palasia. • Käsittelykapasiteeteiksi arvioidaan 3-4 t/d ja 1200 t/a. • Laitoksella öljyinen jäte sekoitetaan saven sekaan. • Öljyalaadun tulee olla raskaan polttoöljyn kaltaista. • Jäte ei saa olla valuvaa. • Meriveden kloridit aiheuttavat korroosiota. • Ilmapäästöt puhdistetaan sähkösuodattimella ja savukaasupesurilla. • Laitoksella ei ole väliavarastointi mahdollisuutta.

5.1.5 Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtaant - Anjalankoski

Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtailla on öljyvahinkojätteen polttoon soveltuva leijukerroskattila. Kattilassa poltetaan yleensä REF I-laatuluokan kierrätyspoltoainetta ja omalta tehtaalta saatavia puuperäisiä polttoaineita kuten kuorta. Laitok-

sella on jo kokemusta öljyisen jätteen poltosta. Kyseiset jätteet ovat olleet omassa tuotannossa syntyneitä öljyisiä jätteitä sekä onnettomuustilanteissa muodostuneita jätteitä. Onnettomuudet ovat olleet tapauksia, joissa esimerkiksi autosta on valunut öljyä maahan ja maasta imeytyt jätteet on toimitettu Anjalan tehtaille. (Reponen 2007)

Öljyinen orgaaninen aines soveltuu hyvin poltettavaksi. Isot orgaaniset kappaleet kuten ajopuut tulee murskata ”kämmenen kokoisiksi” ennen polttoa. Öljyinen jäte saattaa aiheuttaa palovaaran murskaimella. Mikäli näin on, jäte tulee saada pienemmäksi muulla tavalla ennen polttoa. Jätteen mukana saa tulla vain pieniä määriä maa-aineksia. Öljyiset varusteet soveltuvat polttoon, jos ne ovat murskautuvia. Muovipussit ja jätessäkit ovat erinomaista polttoainetta. Rajoitteena varusteilla on, että jäte ei saa sisältää PVC:tä. Tämä tulee huomioida esimerkiksi toimitettaessa polttoon rikkiäisiä ämpäreitä. Laitokselle ei oteta vastaan kuolleita eläimiä. (Reponen 2007)

Poltettavaksi toimitettavat jätteet sekoitetaan laitoksella muun jätteen, kuten puuperäisten polttoaineiden sekaan. Kosteaa jätettä siis imeytetään muuhun ainekseen, jotta jätte ei ole valuvaa sen mennessä kuljettimilla kattilaan. Jätteellä ei ole rajoituksia kosteuden, pH:n ja öljypitoisuuden suhteen. Lisäksi kaikki öljyalaadut soveltuvat poltettavaksi, mutta raakaöljyn polttamisesta tulee keskustella lupaviranomaisten kanssa. Jätteen rajoittavia tekijöitä ovat merivesi kloridien vuoksi, palakoko, alumiini, josta voi muodostua kattilalle haitallisia yhdisteitä, ja isot metallikappaleet. (Reponen 2007)

Jätettä tulee tutkia silmämääräisesti ennen polttoa, jotta jätte ei sisällä esimerkiksi alumiinia ja PVC:tä, mutta myös sen takia, että saadaan katsottua sekoitussuhdetta. Yleensä jätteen koostumus saadaan jätteen toimittajalta. Laitokselle toimitettava jätte vaatii ennen polttoa annostelusuhteen määrittämisen sekoitusta varten sekä mahdollisesti murskauksen. Jätteen kuljetus kattilaan voi siis tapahtua murskaimen kautta tai sen ohi. Jätteen sekoitus voi tapahtua kauhakuormaajalla, jolloin laitetaan esimerkiksi viisi kauhallista puuperäisiä polttoaineita ja yksi kauhallinen öljyistä jätettä monttuun. Sekoitus voi tapahtua myös kattilalaitoksen asfaltoidulla polttoainekentällä. Talvella jätteen kosteus voi aiheuttaa ongelmia, jos jätte alkaa jäätyä kokkareiksi. Alueella ei ole virallista öljyjätteen välivarastoa. (Reponen 2007)

Anjalankosken voimalaitokselle arvioidaan voitavan ottaa vastaan öljyistä jätettä 15 t/d ja 4000 t/a (Frantsi 2007a). Käsittelymenetelmänä poltto on nopea ja kattilaa ajetaan ympäri vuoden. Öljyvahinkojätteen käsittelyn ongelmaksi voi muodostua poltosta aiheutuvat savukaasupäästöt. Laitoksella on savukaasupesuri ja sähkösuodatin, mutta savukaasuraja-arvojen ylittyessä kuljettimet pysähtyvät ja näin poltto loppuu. Myös savukaasupesurin vedestä tehdään mittauksia, mutta raja-arvojen ylitykset eivät pysäytä kuljettimia automaattisesti. Yleensä savukaasupesurin vedet johdetaan laitoksen puhdistamolle ja poltosta muodostuvat tuhkat, enimmäkseen lentotuhkat, toimitetaan maanrakennuksen raaka-aineeksi. Stora Enson tontilla on tavanomaisen jätteen kaatopaikka, johon tuhkia voidaan sijoittaa, jos tuhka ei enää sovellu hyötykäyttöön öljyvahinkojätettä poltettaessa. (Reponen 2007)

Laitoksella suunnitellaan polttokapasiteetin kasvattamista. Tämä voi vaikuttaa vastaanotettavaan öljyvahinkojätteen määrään. Öljyvahinkojäte ei aiheuta ongelmia pieniä jätemääriä poltettaessa, mutta isommat jätemäärät voivat aiheuttaa ongelmia esimerkiksi ilma- ja vesipäästöjen muodossa. (Reponen 2007) Tuotaessa jätettä poltettavaksi Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtaille on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 37.

Taulukko 37. Öljyvahinkojätteen polttaminen Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtailla (Frantsi 2007a; Reponen 2007)

Poltto voimalaitoksella
<ul style="list-style-type: none"> • Laitoksella on jo kokemusta öljyisen jätteen poltosta. • Laitoksella voidaan käsitellä öljyisiä orgaanisia aineksia ja murskautuvia varusteita, joiden mukana tulee pieniä määriä maa-ainesta. • Kuolleita eläimiä ei oteta vastaan. • Käsittelykapasiteetit ovat 15 t/d ja 4000 t/a. • Jätteen rajoittavia tekijöitä ovat merivesi, PVC, alumiini ja isot metallipalat. • Jätteen sekoitus muuhun polttoaineeseen onnistuu alueella. • Jätteiden tulee olla murskautuvia. • Jätteen sisältämä öljymäärä voi aiheuttaa paloturvallisuusriskin murskaimella. • Laitoksella on savukaasupesuri ja sähkösuodatin. • Kuljettimet pysähtyvät savukaasuraja-arvojen ylittyessä. • Jäte tulee tutkia silmämääräisesti ennen polttoa. • Kattila on käytössä ympäri vuoden. • Laitoksella suunnitellaan polttokapasiteetin kasvattamista. • Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa.

5.1.6 Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtaot - Hamina

Haminan Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtailla on öljyvahinkojätteen polttoon soveltuva leijukerroskattila. Kattilassa poltetaan yleensä kuorta ja muita kiinteitä kotimaisia biopolttoaineita. Laitoksella on jo kokemusta onnettomuuksien jälkeisen imeytysturpeen poltosta. (Frantsi 2007b)

Laitokselle voidaan vastaanottaa poltettavaksi öljyisiä orgaanisia aineksia ja varusteita, joiden seassa on pieniä määriä maa-aineksia. Kuolleita eläimiä voidaan teknisesti polttaa, mutta polton järjestelyt on selvitettävä tapauskohtaisesti (luvat, murskaus, sekoitus, syöttö kattilaan ja hygienia-asiat) (Frantsi 2007c). Laitoksella ei ole murskaa, joten vastaanotettavan jätteen tulee olla valmiiksi murskattu alle 50 x 50 x 50 mm kokoiseksi ainekseksi. Ennen polttoa öljyinen jäte tulee sekoittaa puhtaaseen polttoaineeseen, jotta jäte on kuljetettavissa kattilaan. Sekoittaminen voi tapahtua voimalaitosalueella esimerkiksi kuoren sekaan, ulkopuolisen toimesta. Jätteen kosteuspitoisuudelle ei ole ylärajaa, mutta polttoon syötettävän seoksen kuiva-ainepitoisuuden tulee olla vähintään 40 %. Jätteessä saa olla klooria alle 0,15 % ka. Tämä tulee huomioida tuotaessa laitokselle jätteen mukana merivettä ja PVC:tä. Alumiinia jäte ei saa sisältää. Käsittely soveltuu kaikille öljyalauduille. Laitoksella ei ole magneettierotinta eikä virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa. (Frantsi 2007b)

Tapauskohtaisesti tulee katsoa, tarvitseeko jäte tutkia laboratorioissa ennen jätteen polttamista vai riittääkö jätteen silmämääräinen tarkastelu. Jos on selvää, että jäte on öljyn imeytysaineena käytettyä turvetta, jäte ei vaadi silmämääräistä tarkastelua tarkempia tutkimuksia. Toisaalta, jos jäte-erä on suuri ja ei ole tarkkaa tietoa, mitä se sisältää, jäte tulee tutkia laboratorioissa. Käsittely onnistuu ympäri vuoden ja arviot käsittelykapasiteeteista ovat 30 t/d ja 9000 t/a. Käsittelystä aiheutuvat ilmapäästöt käsitellään sähkösuodattimella. Ympäristöluvassa ei ole raja-arvoa rikkidioksidille. Yleensä tuhka toimitetaan hyötykäyttöön tai tehtaan omalle tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. (Frantsi 2007b) Tuotaessa jätettä poltettavaksi Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtailla on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 38.

Taulukko 38. Öljyvahinkojätteen polttaminen Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtailla (Frantsi 2007b; Frantsi 2007c)

Poltto voimalaitoksella
<ul style="list-style-type: none"> • Laitoksella on jo kokemusta öljyisen jätteen poltosta. • Laitoksella voidaan käsitellä öljyisiä orgaanisia aineksia ja varusteita, joiden mukana saa tulla pieniä määriä maa-ainesta. Jätteet tulee olla valmiiksi murskattu ja sekoitettu puhtaaseen polttoaineeseen. • Polttoon syötettävän seoksen kuiva-ainepitoisuuden tulee olla vähintään 40 %. • Kuolleita eläimiä voidaan teknisesti polttaa, mutta polton järjestelyt on selvitetävä tapauskohtaisesti. • Käsittelykapasiteetit ovat noin 30 t/d ja 9000 t/a. • Jätteen klooripitoisuuden tulee olla alle 0,15 % ka. • Käsittely soveltuu kaikille öljyalaaduille. • Jätteen seassa ei saa olla alumiinia. • Tapauskohtaisesti tulee katsoa, tarvitseeko jäte tutkia laboratoriossa ennen jätteen polttamista. • Kattila on käytössä ympäri vuoden. • Käsittelystä aiheutuvat ilmapäästöt käsitellään sähkösuodattimella. • Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa.

5.1.7 Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitos - Anjalankoski

Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitos sijaitsee samalla tehdasalueella Myllykoski Paper Oy:n paperitehtaan kanssa Anjalankoskella. Voimalaitoksella on leijukerroskattila. Laitoksella ei ole lupaa öljyvahinkojätteen polttoon, mutta teknisesti käsittely on mahdollista. Kattilassa on aiemmin poltettu tehtaan jäteöljyä, mutta jätemäärät ovat olleet hyvin pieniä. Kattilassa voidaan polttaa öljyisiä murskautuvia varusteita. Jäte ei saa sisältää PVC:tä, alumiinia ja merivettä. Öljyisiä maa-aineksia ja orgaanisia aineita voi olla pieniä määriä jätteen seassa. Jätteen mukana tulevat maa-ainekset jäävät kattilasta muodostuvan tuhkan sekaan. Laitokselle ei oteta vastaan kuolleita eläimiä. (Piispanen 2007a)

Vastaanotettava öljyjäte voi olla kosteaa ja öljypitoisuus voi olla suuri. Laitoksella katsotaan jätteen laadun mukaan oikeanlainen sekoitussuhde. Öljyalaadut voivat vaihdella kevyestä raskaaseen, mutta raakaöljyn soveltuvuudesta polttoon on epävarmuutta. Väliaikaisesta välivarastosta laitokselle toimitettava jäte tulee tutkia ennen laitokselle tuontia silmämääräisesti. Sekoitus laitoksella tapahtuu joko kauhakuormaajalla tai syöttämällä öljyjätettä palkkikuljettimella eli välillä syötetään öljyistä jätettä ja välillä puhdasta polttoainetta. Ennen kattilaa on magneettierotin ja murskain. Magneettierotin on murskaimen jälkeen, minkä takia jätteestä ei saa löytyä isoja metallikappaleita, jotta

murskain ei vioitu. Murskaimella halutaan kappaleet noin 5 cm x 5 cm x 5 cm kokoiseksi. Diplomityön laatimisvaiheessa prosessiin ei ollut suunnitteilla muutoksia. (Piispanen 2007a)

Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa. Kattila on käynnissä ympäri vuoden seitsemän päivää viikossa. (Piispanen 2007a) Öljyisen jätteen käsittelykapasiteetit eivät ole kovin suuria. Vuodessa käsiteltävä jätemäärä on joitakin tuhansia tonneja. Kapasiteetit tarkentuvat, jos käsittelyä joudutaan tekemään. (Piispanen 2007b)

Laitoksella on pussisuodatin koko savukaasumäärälle ja savukaasupesuri puolelle savukaasuista. Pesurilta likaisemmat vedet johdetaan paperitehtaan jäteveden käsittelylaitokselle ja puhtaammat vedet lämmityksiin. Tuhkat toimitetaan yleensä paperitehtaan tavanomaisenjätteen kaatopaikalle. Öljyvahinkojätettä poltettaessa tuhkiin saattaa jäädä öljyjäämiä. Öljyvahinkojätteen käsittelyn aikana voi muodostua ongelmia ilma- ja vesipäästöistä. (Piispanen 2007a) Tuotaessa jätettä poltettavaksi Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitokselle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 39.

Taulukko 39. Öljyvahinkojätteen polttaminen Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitoksella (Piispanen 2007a; Piispanen 2007b)

Poltto voimalaitoksella
<ul style="list-style-type: none"> • Laitokselle voidaan vastaanottaa murskautuvia öljyisiä varusteita, joiden mukana tulee pieniä määriä maa-aineksia ja orgaanista ainesta. • Kuolleita eläimiä ei oteta vastaan. • Käsittelykapasiteetti on joitakin tuhansia tonneja vuodessa. • Jätteen seassa ei saa olla alumiinia, PVC:tä ja isoja metallipaloja. • Jätteiden tulee olla murskautuvia. • Ennen laitokselle tuomista jäte tulee tutkia silmämääräisesti. • Jätteen sekoitus muuhun polttoaineeseen onnistuu alueella. • Laitoksella on pussisuodatin koko savukaasumäärälle ja savukaasupesuri puolelle savukaasuista. • Laitoksella ei ole virallista öljyvahinkojätteiden välivarastoa.

5.2 Kymenlaakson Jäte Oy - Anjalankoski

Anjalankoskella sijaitseva Kymenlaakson Jäte Oy keskittyy öljyisten jätteiden kompostointiin. Kompostointi tapahtuu noin hehtaarin kokoisella tiivistysasfalttikentällä avo-aumoissa. Kompostoitavaksi soveltuu öljyinen maa-aines ja imeytysaineena käytettävä turve. Öljyisiä orgaanisia aineksia voi olla jätteen seassa pieniä määriä. Tyypillisesti

kompostoitavat öljyiset jätteet ovat öljypitoisuudeltaan 2000–6000 mg/kg. Kompostointi soveltuu öljypitoisuuteen 20 000 mg/kg asti. Alueella on kompostoitu 15 000 mg/kg öljyistä jätettä. Tämän kevyttä polttoöljyä sisältävän jätteen kompostointi kesti kolme vuotta ja käsittelyllä saavutettiin alle 1000 mg/kg pitoisuus, jolloin jäte voitiin sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Soveltuvilla öljypitoisuuksilla käsittelyajaksi voidaan arvioida 1-3 vuotta. (Aho 2007a) Huomattavaa siis on, että öljyisen jätteen kompostointiaika on melko pitkä.

Kompostointi ei sovellu raskaille öljyalauduille, raakaöljylle ja bensiinille. Käsittelyyn soveltuvia öljyalaatua ovat puolestaan kevyt polttoöljy ja diesel. Jätteen kosteuspitoisuudella ei ole tarkkaa ylärajaa, mutta rannalta tuotava öljyinen jäte ei saa olla valuvaa. Jätteen pH ei ole rajoittava tekijä. Jäte tulee tutkia ennen kompostointia. Yleensä jätteen öljypitoisuus selvitetään ennen jätteen tuontia kompostoitavaksi, mutta poikkeustapauksessa tutkimus voi tapahtua myös Kymenlaakson Jäte Oy:n toimesta kentällä. Tutkimus kestää noin tunnin. (Aho 2007a)

Onnettomuuden jälkeen vastaanotettava jätemäärä on noin 4000 t. Määrää rajoittaa tiivistysasfalttikentän pinta-ala. Kymenlaakson Jäte Oy:llä on lupa vastaanottaa öljyistä jätettä 10 000 t/a. Vuodenaika ei vaikuta jätemäärän vastaanottoon, mutta talvella kompostoitumista ei tapahdu. Ennen kompostointia jäte seulotaan, jolloin jätteestä erotetaan yli 10 cm:n kappaleet. Seulaylite toimitetaan kaatopaikalle. Laitoksella ei ole murskainta tai magneettierottelua. Kompostoitavaan jätteeseen on kokeiltu ravinteiden ja lämpimän lietekompostin lisäystä. Kentällä on linjastoja eli putkia, joissa on reikiä, joiden kautta voidaan tarvittaessa puhaltaa ilmaa aumoihin kesällä. Aumoja käännellään kaksi kertaa kesän aikana. Kompostointi lopetetaan, kun jätteen öljypitoisuus on alle 1000 mg/kg ja käsiteltyaines voidaan toimittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Alueelta löytyy kyseinen kaatopaikka. (Aho 2007a)

Kompostoinnin aikana muodostuvia ilmapäästöjä ei käsitellä, mutta ne eivät aiheuta ongelmia, vaikka öljypitoisuus olisi 2 %. Suotovedet ohjataan öljynerotuskaivon kautta, joten nekin eivät aiheuta ongelmia. Öljynerotuskaivoista tulee kuitenkin huolehtia erityisesti rankkasateiden jälkeen. (Aho 2007a) Tuotaessa jätettä kompostoitavaksi Ky-

menlaakson Jäte Oy:lle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 40.

Taulukko 40. Öljyvahinkojätteen kompostointi Kymenlaakson Jäte Oy:llä (Aho 2007a)

Kompostointi
<ul style="list-style-type: none"> • Kompostointi tapahtuu avoauimoissa. • Kompostoitavaksi soveltuu öljyisen maa-aineksen lisäksi imeytysaineena käytettävä turve. • Kompostointi soveltuu öljypitoisuuteen 20 000 mg/kg asti. • Onnettomuuden satuttua vastaanotettava jätemäärä on noin 4000 t. • Käsittelyajaksi voidaan arvioida 1-3 vuotta. • Kompostointi lopetetaan, kun jätteen öljypitoisuus on alle 1000 mg/kg. • Käsittelyyn soveltuvia öljyalaatuja ovat kevyt polttoöljy ja diesel. • Kompostointi ei sovellu raskaille öljyalaaduille, raakaöljylle ja bensiinille. • Jäte ei saa olla valuvaa. • Yleensä jätteen öljypitoisuus selvitetään ennen jätteen tuontia kompostoitavaksi, mutta poikkeustapauksessa tutkimus voi tapahtua myös Kymenlaakson Jäte Oy:n toimesta kentällä. • Aiheutuvia ilmapäästöjä ei käsitellä.

5.3 Ekokem-Palvelu Oy - Anjalankoski

Ekokem-Palvelu Oy:n Anjalankosken pilaantuneiden maiden käsittelyalue sijaitsee Anjalankosken Ekopark-alueella, Kymenlaakson Jäte Oy:n jätekeskuksen alueella. Pilaantuneiden maiden käsittelyalueella on käsittelykenttä sekä käsittelyhalli haihtuvilla yhdisteillä pilaantuneille maille. Pilaantuneiden maiden käsittelykentän pinta-ala on noin 3300 m² ja käsittelyhallin pinta-ala on noin 800 m². Ekokem-Palvelu Oy:llä on Anjalankoskella myös ongelmajätehuoltoon liittyviä palveluita kuten öljyisten vesien ja ongelmajätteiden vastaanotto. (Uimarihuhta 2007b) Ekokem-Palvelu Oy:n käsittelykapasiteettiarvioita ja luparajoja on esitetty taulukossa 41.

Taulukko 41. Ekokem-Palvelu Oy:n öljyvahinkojätteen kapasiteettiarvioita ja luparajoja (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2002, 5; Kantola 2007a; Uimarihuhta 2007b)

Käsittely	Haitta-aine	Lupa [t/a]	Kapasiteettiarvio öljyonnettomuuden sattuessa [t/d]
Stabilointi ja loppusijoitus	Öljypitoisuus alle SAMASE -raja-arvon	20 000	1500–2000
Alipainekäsittely	VOC-yhdisteet	5000	
Pesu	Orgaaniset haitta-aineet	3000	50–200
Alueella välivarastoitavat, muualla käsiteltävät massat	Dioksiinit, PCB, PAH	20 000	
Yhteensä		48 000	

Öljiesten maa-ainesten välivarastointi sisältyy taulukossa 41 esitettyihin määriin. Mikäli öljyonnettomuus sattuu Suomenlahdella, välivarastoitavien öljyvahinkojätteiden määrä riippuu käsittelykeskuksen sen hetkisestä kapasiteetista. Ympäristöluvan perusteella Ekokem-Palvelu Oy voi vastaanottaa onnettomuus- ja poikkeustilanteissa välivarastoitavaksi alueelle myös muita kuin luvassa mainittuja maamassoja. Kyseisistä tilanteista on ilmoitettava välittömästi Kaakkois-Suomen ympäristökeskukselle ja Anjalankosken kaupungin ympäristö- ja terveystoimikunnalle. Välivarastointi tapahtuu peitettyissä aumoissa asfaltoidulla kentällä tai käsittelyhallissa. Varastoitavan öljyvahinkojätteen koostumuksen rajoitukset riippuvat öljyvahinkojätteen käsittelymenetelmästä. (Uimarihuhta 2007b)

Diplomityön laatimisvaiheessa Ekokem-Palvelu Oy oli perustamassa uutta teollisuusjätteiden käsittelykeskusta Anjalankosken Ekopark-alueelle. Käsittelykeskus koostuu käsittely- ja loppusijoitusalueesta (katso kappale 5.6.1). (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006d, 1) Käsittelykeskuksen I-vaiheen rakentaminen käynnistyi keväällä 2007 ja arvioitu käyttöönotto on syksyllä 2007 (Uimarihuhta 2007b). Tulevan käsittelykeskuksen käsittelykapasiteettien arviot ja luparajat on esitetty taulukossa 42.

Taulukko 42. Ekokem-Palvelu Oy:n uuden käsittelykeskuksen öljyvahinkojätteen käsittelykapasiteettiarvioita ja luparajoja (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006d, 14; Kantola 2007a; Uimarihuhta 2007b)

Käsittely	Luokitus	Lupa [t/a]	Kapasiteettiarvio öljy- onnettomuuden sattuessa [t/d]
Stabilointi	Tavanomaiseksi jätteen- si luokiteltavat maat	17 000	1500–2000
Alipainekäsittely	VOC-yhdisteet	8000	
Biologinen käsittely	Biologisesti hajoavat orgaaniset yhdisteet		
Pesu	Orgaaniset haitta-aineet	5000	50–200
Yhteensä		30 000	

Öljiesten maiden välivarastointi sisältyy luvan mukaisiin käsittelymääriin. Välivarastoitavien öljyvahinkojätteiden määrä riippuu käsittelykeskuksen sen hetkisestä kapasiteetista. Välivarastointipaikka määritetään jätteen laadun perusteella. Onnettomuus- ja poikkeustilanteissa voidaan välivarastoida myös muita kuin luvassa määritettyjä massoja. Kyseisistä tilanteista on ilmoitettava välittömästi Kaakkois-Suomen ympäristökes-

kukselle ja Anjalankosken kaupungin ympäristö- ja terveystoimikunnalle. (Uimarihuhta 2007b)

5.3.1 Alipainekäsittely

Alipainekäsittely soveltuu haihtuvilla ja kevyillä öljylaaduilla, kuten bensalla, saastu-neille maa-aineksille. Käsiteltävässä maa-aineksessa olevat tiiviit maa-ainekset kuten savi hidastavat käsittelyä. Jätteen seassa voi olla orgaanisia aineksia, mutta esikäsitte-lyssä suurimmat ainekset seulotaan pois. Seulaylitteet pyritään hyödyntämään esimer-iksi kaatopaikkarakenteissa. Jätteen korkea öljypitoisuus ei rajoita käsittelyn soveltu-vuutta, mutta käsittelyaikaan pitoisuus vaikuttaa. (Uimarihuhta 2007a)

Käsiteltävästä maa-aineksesta otetaan yleensä jo lähtöpaikalla näytteitä, joiden tulokset ovat tiedossa ennen kuin maa-ainekset toimitetaan Ekokem-Palvelu Oy:lle (Uimarihuhta 2007b). Poikkeustilanteessa jäte voidaan toimittaa suoraan halliin, jossa jätteen käsittely aloitetaan välittömästi. Tällöin tutkittava näyte otetaan vasta hallissa. (Uimarihuhta 2007a)

Alipainekäsittely tapahtuu hallissa, jonka pohjalla on imuputkisto. Putkien päällä on se-peliä ja sepelikerroksen päälle levitetään käsiteltävät maa-ainekset. Maa-aineksesta ime-tyt haihtuvat yhdisteet käsitellään aktiivihiihluodattimella tai katalyyttisellä poltolla. Jätteestä hallin pohjalle valuva vesi kerätään ja käsitellään ennen veden johtoa viemäriin tai muualle luvanvaraiseen paikkaan käsiteltäväksi (Uimarihuhta 2007b). Keväällä, ke-sällä ja syksyllä kasoja käännellään koneellisesti haihtumisen edistämiseksi. Jätteestä otetaan käsittelyn aikana näytteitä noin kerran kuukaudessa. Talvella näytteitä ei oteta, koska kasojen jäätyessä yhdisteiden haihtuminen vähenee ja näin käsittely hidastuu. Ka-soja ei kuitenkaan lämmitetä. (Uimarihuhta 2007a) Alipainekäsittelyä jatketaan kunnes haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus alittaa SAMASE -raja-arvon. Käsittelyn jälkeen massat sijoitetaan kaatopaikalle peittomaiksi tai muuhun hyötykäyttöön. Mikäli käsitellyt massat sisältävät heikosti haihtuvia orgaanisia yhdisteitä yli SAMASE -raja-arvon, massat toimitetaan jatkokäsiteltäväksi laitokseen, jolla on käsittelyyn ympäristö-lupa. (Uimarihuhta 2007b)

Ekokem-Palvelu Oy:llä on kokemusta öljyisistä maa-aineksista. Yleensä maa-aineisten öljypitoisuus on luokkaa 1000–3000 mg/kg (Uimarihuhta 2007b). Kyseisillä pitoisuuksilla käsittelyllä päästään yleensä alle SAMASE -raja-arvon ja käsittelyn kesto on kuuksia. Öljyistä maa-ainesta on alipainekäsitelty myös öljypitoisuuden ollessa noin 10 000 mg/kg. Kyseisellä pitoisuudella jäte tulee usein jatkokäsitellä. Jatkokäsittelynä voi olla esimerkiksi jätteen stabilointi, kompostointi tai poltto. (Uimarihuhta 2007a) Käsittelyaikoihin vaikuttavat massan laatu, kuten kosteus ja maalaji, sekä yhdisteet eli helposti haihtuvilla yhdisteillä pilaantuneet maat vaativat lyhyemmän käsittelyajan kuin vaikeasti haihtuvilla yhdisteillä pilaantuneet maat. Diplomityötä laadittaessa prosessiin ei ollut suunnitteilla muutoksia (Uimarihuhta 2007a). (Uimarihuhta 2007b) Tuotaessa jätettä alipainekäsiteltäväksi Anjalankosken Ekokem-Palvelu Oy:lle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 43.

Taulukko 43. Öljyvahinkojätteen alipainekäsittely Ekokem-Palvelu Oy:llä (Uimarihuhta 2007a; Uimarihuhta 2007b)

Alipainekäsittely
<ul style="list-style-type: none"> • Alipainekäsiteltäväksi voidaan ottaa öljyisiä maa-aineksia, joiden seassa on pieniä määriä orgaanista ainesta. • Käsittelyyn soveltuvat haihtuvat ja kevyet öljyalaadut kuten bensiini. • Maa-aineksessa olevat tiiviit maa-ainekset hidastavat käsittelyä. • Jätteen korkea öljypitoisuus ei rajoita käsittelyn soveltuvuutta, mutta käsittelyaikaan pitoisuus vaikuttaa. • Käsittelyaikaan vaikuttavat massan laatu ja öljypitoisuus. • Poikkeustilanteessa jätteestä ei tarvitse ottaa näytettä ennen käsittelyn aloittamista. ÷ Näyte otetaan vasta hallissa olevasta jätteestä. • Jäte seulotaan ennen käsittelyä. • Haihtuvat yhdisteet käsitellään aktiivihiiლისuodatuksella tai katalyyttisellä poltolla. • Vesipäästöt käsitellään ennen niiden johtamista viemäriin. • Käsittelyä jatketaan kunnes öljypitoisuus alittaa SAMASE -raja-arvon tai tarvittaessa massat vietään jatkokäsiteltäväksi.

5.3.2 Kompostointi

Diplomityön laatimisvaiheessa Ekokem-Palvelu Oy ei kompostoinut öljyisiä maa-aineksia Anjalankosken käsittelykeskuksessa (Uimarihuhta 2007b). Tulevalla käsittelykeskuksella kompostointi toteutetaan aumakäsittelynä käsittelykentällä tai hallissa. Kompostointia on tarkoitus käyttää myös alipainekäsittelyn jatkokäsittelymenetelmänä. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006d, 16) Kompostoitavaksi tuotava jäte voi olla

maa-ainesta, jonka seassa on orgaanista ainesta sekä yksittäisiä kappaleita öljyisiä varusteita. Tiiviit maa-ainekset, kuten siltti, savi ja sedimentti, hidastavat hajoamista, joten niitä ei kannata olla paljon kompostoitavassa jätteessä. Esikäsitelyssä jäte seulotaan, jolloin isommat kivet ja muut kappaleet sekä varusteet saadaan erotettua jätteen seasta. Käsitelykentällä esikäsiteltyyn maa-ainekseen lisätään tukiaineeksi kuoriketta tai puuhaketta sekä tarvittaessa ravinteita. Lisäksi massojen pH säädetään optimaaliseksi. (Kantola 2007a)

Pilaantuneet maat tulee tutkia ennen niiden tuomista käsitelykentälle. Yleensä tutkimustulokset saadaan jätteen toimittajalta. Tutkimuksen aikana määritetään esimerkiksi öljypitoisuus. Laboratoriotutkimus voi kestää päiviä. Kompostoitavaksi soveltuvia öljy-laatuja ovat kevyt polttoöljy ja diesel, joista voi haihtua yhdisteitä käsittelyn aikana. Raskaan polttoöljyn soveltuvuus/hajoavuus tulee tutkia erikseen. Käsiteltäväksi eivät sovellu raakaöljy ja bensiini. Öljypitoisuuden tulee olla soveltuvilla keskiraskailla öljy-laaduilla alle 10 000 mg/kg eli alle ongelmajätteen raja-arvon. Kompostoitava materiaali ei saa olla valuvaa. (Kantola 2007a)

Kompostointi voi kestää useita kuukausia, riippuen öljypitoisuudesta ja maa-aineksesta. Talvella käsittely hidastuu ulkolämpötilan laskiessa. Ennen käsittelyn aloittamista tehdään kompostointisuunnitelma, jossa muun muassa päätetään aumojen kääntelytiheydestä ja öljypitoisuuden mittauksesta. Yleensä kääntelyä suoritetaan pari kertaa käsittelyn aikana. Aumat peitetään liiallisen kastumisen tai kuivumisen estämiseksi. Käsittely lopetetaan, kun öljypitoisuus alittaa SAMASE -raja-arvon (ylemmän ohjearvon), joka on keskiraskailla öljy-laaduilla 1000 mg/kg. Käsitellyt maamassat toimitetaan hyötykäyttöön kaatopaikalle tai tarvittaessa ne toimitetaan muualle jatkokäsiteltäväksi. (Kantola 2007a)

Käsittelyn aikana muodostuvat jätevedet johdetaan käsiteltäväksi käsitelykeskuksen tontille sijoitetulle vedenpuhdistamolle (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006d, 23). Kompostoinnin aikana ilmapäästöt eivät aiheuta ongelmia, mutta hajuhaittoja saattaa muodostua, jos kompostointi ei onnistu kunnolla. Yleensä hajuhaittoja ei muodostu.

(Kantola 2007a) Tuotaessa jätettä kompostoitavaksi Anjalankosken Ekokem-Palvelu Oy:lle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 44.

Taulukko 44. Öljyvahinkojätteen kompostointi Ekokem-Palvelu Oy:llä (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006d, 16; Kantola 2007a; Kantola 2007b; Uimarihuhta 2007b)

Kompostointi
<ul style="list-style-type: none"> • Diplomityön laatimisvaiheessa Ekokem-Palvelu Oy ei kompostoinut öljyisiä maa-aineksia Anjalankosken käsittelykeskuksessa. • Tulevalla käsittelykeskuksella kompostointi toteutetaan aumakäsittelynä. • Kompostoitavaksi voi tuoda öljyistä maa-ainesta, jonka seassa on orgaanista ainesta ja yksittäisiä kappaleita öljyisiä varusteita. Jätteestä seulotaan pois isommat kivet, varusteet ja muut kappaleet. • Tiiviit maa-ainekset hidastavat kompostoitumista. • Kompostoitavaksi soveltuvat kevyt polttoöljy ja diesel sekä mahdollisesti raskas polttoöljy (soveltuvuus/hajoavuus tulee tutkia). • Käsiteltäväksi eivät sovellu raakaöljy ja bensiini. • Öljypitoisuuden tulee olla alle 10 000 mg/kg. • Kompostoitava materiaali ei saa olla valuvaa. • Pilaantuneet maat tulee tutkia ennen niiden tuomista käsittelykentälle. • Kompostoitavaan maa-ainekseen lisätään kuoriketta tai puuhaketta sekä tarvittaessa ravinteita. • Kompostointi kestää useita kuukausia, riippuen öljypitoisuudesta ja maa-aineksesta. • Käsittely lopetetaan, kun öljypitoisuus alittaa SAMASE -raja-arvon (ylemmän ohjearvon). • Käsitellyt maamassat toimitetaan hyötykäyttöön kaatopaikalle tai tarvittaessa muualle jatkokäsitteltäväksi.

5.3.3 Bitumistabilointi

Bitumi- ja sementtistabilointia suoritetaan siirrettävällä sekoitusasemalla. Öljyisen maa-aineksen ollessa kyseessä sovelletaan yleensä bitumistabilointia. (Uimarihuhta 2007a) Anjalankoskella ei ole vakituisesti sekoitusasemaa, vaan se hankitaan paikalle, kun käsiteltävää maa-ainesta on sellainen määrä, että se kannattaa käsitellä. Sama sekoitusasema kiertää suljettavia kaatopaikkoja, jotka toimivat myös öljyisen maa-aineksen vastaanottopaikkoina (katso kappaleet 5.6.2 ja 5.6.3). (Uimarihuhta 2007b)

Stabiloimalla voidaan käsitellä lähes kaikkia maalajeja. Maa-aineksen seassa saa olla pieniä määriä, alle 10 p-%, orgaanista jätettä (Uimarihuhta 2007c). Stabiloitavan jätteen öljypitoisuuden tulee olla alle ongelmajätteen raja-arvon. Stabilointi ei sovellu haihtuville öljyilaaduille (Ekokem-Palvelu Oy 2007, 1). Jäte ei saa myöskään olla valuvaa, mutta käsittelyn soveltuvuudelle ei ole tarkkaa kosteuspitoisuuden ylärajaa. Stabiloinnin yhteydessä ei ole suoritettu jätteen kuivaamista. (Uimarihuhta 2007a)

Jätteen soveltuvuus stabilointiin testataan ennakkokokein ennen stabiloinnin aloittamista. Tutkimuksiin sisältyy reseptin laatiminen. Ekokem-Palvelu Oy:llä on oma laboratorio, jossa tutkimus suoritetaan. Tutkimuksen tekeminen kestää viikkoja. Vaikeissa koh-teissa kokeisiin voi kulua pari kuukautta (Ekokem-Palvelu Oy 2007, 2). Käsittelymenetelmänä stabilointi on edullinen ja itse työn suoritus on nopeaa (Ekokem-Palvelu Oy 2007, 2). Ennen stabilointia suoritetaan jätteen seulominen, jossa erotellaan pois muun muassa isommat orgaaniset ainekset sekä isot kivet. Seulaylite toimitetaan yleensä kaatopaikalle (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2002, 6). Tarvittaessa jäte vielä murska-taan. Esikäsitelystä jäte toimitetaan sekoitusasemalle, jossa jätteeseen sekoitetaan bitu-mia, lisäaineita ja vettä. Hihnan päästä aines tippuu alas lavalle, josta käsitelty aines toimitetaan loppusijoituspaikalle. (Uimarihuhta 2007a)

Siirrettävän sekoitusaseman kapasiteetti on noin 1500–2000 t/d, kun työpäivän pituus on klo 7-18 ja kelit sallivat. Erikoistapauksessa laitteistoa voidaan käyttää pidempiä ai-koja. Stabilointia suoritettaessa ulkolämpötilan tulee olla yli 0 °C. Stabiloituja maita voidaan käyttää, kaatopaikan ympäristöluvan salliessa, esimerkiksi kaatopaikan pinta-tiivistyskerroksissa. Laitteisto tarvitsee vettä, joka toimitetaan sekoitusaseman säiliöön, ja sähköä. (Uimarihuhta 2007b)

Käsittelystä aiheutuvat ilmapäästöt muodostuvat käytettävistä koneista kuten kaivinko-neista, pyöräkoneista ja seulasta. Käsittelyssä käytettävä vesi imeytyy massaan, minkä takia käsittelystä ei aiheudu vesipäästöjä. Stabilointia harkittaessa tulee selvittää käsitel-lyn massan loppusijoituspaikka. Stabilointi ja massojen loppusijoittaminen edellyttää lupaa alueelliselta ympäristökeskukselta tai vähintään hyväksyttyä ilmoitusta (Ekokem-Palvelu Oy 2007, 2). Diplomityön laatimisvaiheessa prosessiin ei ollut suunnitteilla muutoksia. (Uimarihuhta 2007a) Siirrettävän sekoitusaseman kanssa huomioitavat asiat on esitetty tiivistetyt taulukossa 45.

Taulukko 45. Öljyvahinkojätteen käsittely Ekokem-Palvelu Oy:n siirrettävällä sekoitusasemalla bitumi-stabiloimalla (Ekokem-Palvelu Oy 2007, 2; Uimarihuhta 2007a; Uimarihuhta 2007b; Uimarihuhta 2007c)

Bitumistabilointi
<ul style="list-style-type: none"> • Ekokem-Palvelu Oy:llä on siirrettävä sekoitusasema. • Stabiloimalla voidaan käsitellä öljyisiä maa-aineksia, joiden seassa on alle 10 p-% orgaanista ai-nesta.

- Käsittelykapasiteetti on noin 1500–2000 t/d.
- Stabilointi ei sovellu haihtuville öljyalaaduille.
- Öljypitoisuuden tulee olla alle ongelmajätteen raja-arvon eli alle 10 000 mg/kg.
- Jäte ei saa olla valuvaa.
- Stabilointia suoritettaessa ulkolämpötilan tulee olla yli 0 °C.
- Stabiloinnin soveltuvuus varmistetaan ennakkokokein Ekokem-Palvelu Oy:n laboratoriossa. Tutkimuksen suorittaminen kestää viikkoja, mutta joskus aikaa voi kulua myös pari kuukautta.
- Ennen stabilointia jäte seulotaan ja tarvittaessa murskataan.
- Siirrettävä laitteisto tarvitsee vettä ja sähköä.

5.3.4 Siirrettävä pesulaitteisto

Diplomityön laatimisvaiheessa Ekokem-Palvelu Oy:n käytössä ei ollut siirrettävää pesulaitteistoa (Kantola 2007a). Anjalankosken Ekokem-Palvelu Oy:lle on annettu lupa siirrettävän pesulaitteiston käyttöön öljyisten maiden puhdistamiseen vuonna 2002. Lupa raukeaa vuonna 2007, jos pesulaitteistoa ei ole vielä otettu käyttöön. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2002, 26) Diplomityötä laadittaessa laitteistoa ei ollut vielä käytetty Anjalankoskella (Uimarihuhta 2007). Myös uudella Anjalankosken käsittelykeskuksella on lupa suorittaa pilaantuneiden maa-ainesten pesua (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006d, 5). Mikäli laitteisto halutaan Anjalankoskelle, sen saamiseen paikan päälle arvioidaan kuluvan aikaa viikkoja. Jättemäärän tulee olla vähintään 5 000 t, jotta laitteistoa kannattaa alkaa siirtämään Anjalankoskelle. (Kantola 2007a)

Pesulaitteistolla voidaan pestä esimerkiksi orgaanisilla haitta-aineilla ja raskasmetalleilla pilaantuneita maita. Käsiteltävän jätteen öljypitoisuuden tulee olla alle 10 000–20 000 mg/kg. Ekokem-Palvelu Oy:llä on kokemusta muun muassa hiekoitushiekan ja pienillä öljypitoisuuksilla pilaantuneiden maiden pesukäsittelystä. Käsittely soveltuu kevyellä polttoöljyllä pilaantuneille maille. Käsiteltäväksi eivät sovellu helposti haihtuvat yhdisteet (VOC) kuten bensiini. Raskaiden öljyalaatujen ja raakaöljyn käsittely voi myös olla hankalaa. Maa-aineksen kosteuspitoisuus on yleensä 15–30 %, jolloin maa-aines on kuljettavissa käsittelypaikalle kuorma-autolla. Käsiteltäväksi soveltuvat kaikki maa-ainekset, mutta käsittelyn toteuttaminen ei ole yleensä taloudellisesti kannattavaa, jos hienoainesten, kuten siltin, saven ja sedimentin, osuus on yli 20–30 % (Kantola 2007b). Maa-aineksen seassa saa olla yksittäisiä kappaleita orgaanista materiaalia ja varusteita. Esikäsittelyn aikana seulotaan maa-aineksen seasta pois yli 5-10 cm kokoiset kappaleet eli kivet ja muut kappaleet kuten varusteet. (Kantola 2007a)

Pilaantuneen maan haltijan tulee tutkia maa-aines ennen sen tuomista käsittelyalueelle. Maa-aineksesta tutkitaan muun muassa maalajin rakeisuus, orgaanisen aineksen määrä, haitta-aine ja haitta-aineen pitoisuus. Ekokem-Palvelu Oy:llä on oma laboratorio, jossa tutkimus voidaan suorittaa. Kiireellisessä tapauksessa tutkimus saadaan suoritettua kahden työpäivän aikana. (Kantola 2007a)

Pesukapasiteetti on noin 50–200 t/d, työpäivän pituuden ollessa 10 tuntia ja kelien sallissa. Käsittely ei onnistu ulkolämpötilan ollessa pakkasen puolella, jolloin maa-ainekset ja käsittelyyn tarvittava vesi jäätyvät. Käsittelyn tuloksena saadaan hienoainesta ja karkeaa maa-ainesta. Hienoaineksen haitta-ainepitoisuus mitataan ja tuloksen perusteella päätetään, mitä ainekselle tehdään. Öljyisiä maita käsitellessä kyseeseen voi tulla esimerkiksi kompostointi, terminen käsittely tai aineksen sijoitus kaatopaikalle. Karkea maa-aines on yleensä puhdasta ja sitä voidaan käyttää maanrakennustöissä, kun puhtaustaso on varmistettu. Lopputuotteiden tutkiminen voidaan suorittaa käsittelykentällä tai laboratoriossa. (Kantola 2007a)

Käsittelyn aikana tarvitaan vettä ja sähköä. Sähkö saadaan tuotettua esimerkiksi aggregaatilla, jota varten tarvitaan polttoainetta. Pesuveden sekaan lisätään erilaisia apuaineita kuten pinta-aktiivisia aineita. Pesulaitteistoihin sisältyy yleensä vesienkäsittelylaitteisto, jossa pesuveteen lienneet haitta-aineet poistetaan yleensä suodattamalla vesi aktiivihiihien läpi tai muulla sopivalla käsittelymenetelmällä. Puhdistettu vesi palautetaan kiertoon. Vesikierron vuoksi käsittelystä ei muodostu paljon jätevettä. Jätevesi voidaan yleensä johtaa öljynerotuskaivon kautta jätevesiviemäriin. Käsittelystä muodostuvat ilmapäästöt aiheutuvat aggregaatista. Esikäsittelystä muodostuva seulaylite tutkitaan ja mahdollisuuksien mukaan hyötykäytetään kaatopaikalla. Mikäli hyötykäyttö ei onnistu, seulaylite puhdistetaan asiaan soveltuvalla käsittelymenetelmällä Ekokem-Palvelu Oy:n tai muun soveltuvan laitoksen toimesta. (Kantola 2007a) Siirrettävän pesulaitteiston kanssa huomioitavat asiat on esitetty tiivistetysti taulukossa 46.

Taulukko 46. Öljyvahinkojätteen käsittely Ekokem-Palvelu Oy:n toimesta siirrettävällä pesulaitteistolla (Kantola 2007a; Kantola 2007b)

Siirrettävä pesulaitteisto
<ul style="list-style-type: none"> • Diplomityön laatimisvaiheessa Ekokem-Palvelu Oy:n käytössä ei ollut siirrettävää pesulaitteistoa. Mikäli laitteisto halutaan Anjalankoskelle, sen saamiseen paikan päälle arvioidaan kuluvan aikaa viikkoja. • Käsiteltäväksi voidaan ottaa maa-aineksia, joiden seassa on yksittäisiä kappaleita orgaanista aineesta ja varusteita. Jätteestä seulotaan ennen käsittelyä yli 5-10 cm kokoiset palat pois. • Jättemäärän tulee olla vähintään 5 000 t, jotta laitteistoa kannattaa alkaa siirtämään. • Jätteen öljypitoisuuden tulee olla alle 10 000–20 000 mg/kg. • Käsittely soveltuu kevyellä polttoöljyllä pilaantuneille maille. • Käsittely ei ole taloudellisesti kannattavaa, jos hienoainesten osuus on yli 20–30 %. • Pilaantuneen maan haltijan tulee tutkia maa-aines ennen sen tuomista käsittelyalueelle. • Pesukapasiteetti on noin 50–200 t/d. • Käsittely ei onnistu ulkolämpötilan ollessa pakkasen puolella. • Käsittelyn aikana tarvitaan vettä ja sähköä.

5.4 JT-Ympäristörakentaminen Oy - Anjalankoski

JT-Ympäristörakentaminen Oy:n ympäristömassojen kierrätys- ja käsittelykeskukselle on annettu ympäristölupapäätös vuonna 2003. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2003, 1). Korkein hallinto-oikeus on palauttanut ympäristöluvan uudelleen käsiteltäväksi vuonna 2006 (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006a). Diplomityön laatimisvaiheessa ympäristölupa oli vielä vireillä (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2007b).

Mikäli laitos rakennetaan, se tulee Anjalankosken Ekopark-alueelle. Diplomityön laatimisvaiheessa suunnittelualueella toimi maanrakennusyrittäjä Jarmo Toikka Ky (JT-Ympäristörakentaminen Oy 2003). Alueelle on tarkoitus vastaanottaa, välivarastoida ja käsitellä muun muassa öljyisiä maita ja vesiä. Lisäksi tarkoituksena on hyötykäyttää haitattomaksi käsiteltyjä massoja. Laitokselle haetaan lupaa toiminnan ensivaiheessa pilaantuneiden maiden kompostoinnille, huokosilmäkäsittelylle, stabiloinnille ja öljyisten maiden termiselle käsittelylle siirrettävällä laitoksella. Pilaantuneiden maiden vastaanotto- ja välivarastointikapasiteetti on massojen laadusta riippuen 15 000–45 000 t/a. Kompostointitekniikalla käsitellään kyseisestä määrästä 25 000 t/a ja muilla menetelmillä 20 000 t/a. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2003, 1-2, 5-7, 9 ja 11) Ympäristölupaan haetaan usein kapasiteettia ja tekniikkaa kaiken varalta yli varsinaisen realistisen tarpeen. Mikäli laitosta aletaan rakentaa, JT-Ympäristörakentaminen Oy:ltä tulee kysellä lisätietoa öljyvahinkojätteen käsittelymahdollisuuksista.

5.5 Salvor Oy - Kotka

Diplomityön laatimisvaiheessa Salvor Oy:n uusi pilaantuneiden maiden ja teollisuuden sivutuotteiden käsittelykeskus oli tulossa Kotkan Heinsuolle, mutta sen ympäristölupa oli vielä valmisteilla. Käsittelykeskuksen kuitenkin arvioitiin aloittavan toimintansa vuonna 2007 (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2007a, 1). Käsittelykeskus on mitoitettu materiaalmäärälle 125 000 t/a. Öljyonnettomuuden sattuessa varastoitavan, käsiteltävän ja loppusijoitettavan jätteen määrä riippuu siitä, kuinka paljon annettua lupakapasiteettia on käyttämättä ja paljon käsittelyyn soveltuvaa tilaa on vapaana. Pilaantuneita maita käsitellään korkeintaan 50 000 t/a ja varastoitava jäte ei saa olla valuvaa (Hurme 2007b). (Hurme 2007a)

Käsittelykentän ja varastointialueiden pinta-alaksi tulee noin kaksi hehtaaria. Käsittelytoimintaa alueella tulee tapahtumaan noin 10 viikkoa vuodessa tai joka toinen vuosi. Yrityksen toiminta perustuu materiaalien vastaanottoon ja välivarastointiin, jotta alueelle saadaan kerättyä suurempia käsittelyeriä. Käsittelylaitteita ei kannata lähteä kuljetta-
maan alueelle pienten materiaalierien vuoksi. Käsittelykeskuksen käsittelymenetelmänä ei ole kompostointia, mutta jos tapahtuu merkittävän suuruinen öljyonnettomuus, alueelle otetaan vastaan öljyisiä massoja ja niitä voidaan kompostoida, jos se on toiminnallisesti järkevää (Hurme 2007b). (Salvor Oy 2006, 100–101)

5.5.1 Alipainekäsittely

Kotkan Heinsuolle on suunnitteilla alipainekäsittelyyn soveltuva ilmatiivis halli. Alipainekäsittelyn arvioidaan onnistuvan alueella vuonna 2009. Menetelmä soveltuu haihtuville öljy-yhdisteille, kuten bensiinillä, voimakkaasti pilaantuneille maa-aineksille. Käsittelymenetelmän kannalta on parempi, jos jäte ei sisällä paljon tiiviitä maa-aineksia kuten savea. Jätteen seassa saa olla pieniä määriä orgaanista ainesta ja varusteita, sillä jäte seulotaan ennen käsittelyä. Käsittelyyn toimitettava jäte ei saa olla valuvaa. Öljypitoisuudella ja pH:lla ei ole raja-arvoja. Jäte tutkitaan ennen käsittelyn aloittamista käsittelyalueella. Tutkimus kestää noin viikon ja sen aikana selvitetään maalajin rakeisuus, haitta-aine ja haitta-aineen pitoisuus. (Hurme 2007a)

Alipainekäsittelyä jatketaan kunnes maa-aines voidaan toimittaa hyötykäyttöön tai kaatopaikalle. Käsittelyn kesto on kuukausia. Tarvittaessa puhallettua ilmaa voidaan lämmittää käsittelyn tehostamiseksi. Hallia täytettäessä muodostuu ilmapäästöjä, mutta alipainekäsittelyn aikana maa-aineksesta imetyt haihtuvat yhdisteet käsitellään aktiivihii-lisuodatuksella. (Hurme 2007a) Tuotaessa jätettä alipainekäsiteltäväksi Salvor Oy:lle on huomioitava asiat, jotka on esitetty tiivistetysti taulukossa 47.

Taulukko 47. Öljyvahinkojätteen alipainekäsittely Salvor Oy:llä (Hurme 2007a)

Alipainekäsittely
<ul style="list-style-type: none"> • Käsittelyn arvioidaan onnistuvan Heinsuolla vuonna 2009. • Alipainekäsiteltäväksi voidaan ottaa öljyisiä maa-aineksia, joiden seassa on pieniä määriä orgaanista ainesta ja varusteita. • Käsittelyyn soveltuvat haihtuvat öljy-yhdisteet kuten bensiini. • Jätteen korkea öljypitoisuus ei rajoita käsittelyn soveltuvuutta, mutta käsittelyaikaan pitoisuus vaikuttaa. • Käsittelyaika on kuukausia. • Käsittelymenetelmän kannalta on parempi, jos jäte ei sisällä paljon tiiviitä maa-aineksia kuten savea. • Jäte ei saa olla valuvaa. • Jätteen tutkiminen tapahtuu käsittelyalueella, ja tutkimus kestää noin viikon. • Jäte seulotaan ennen käsittelyä. • Käsittelyä jatketaan kunnes maa-aines voidaan toimittaa kaatopaikalle tai hyötykäyttöön. • Haihtuvat yhdisteet käsitellään aktiivihii-lisuodatuksella. • Hallia täytettäessä muodostuu ilmapäästöjä.

5.5.2 Siirrettävä stabilointilaitteisto

Salvor Oy:llä on siirrettävä stabilointilaitteisto, joka soveltuu pääasiassa raskasmetallipitoisille maille. Diplomityön laatimisvaiheessa yrityksellä oli tulossa kesän 2007 aikana öljyisen maa-aineksen käsittelykokeita. Tulevaisuudessa selviää, soveltuuko käsittelylaitteisto myös öljyiselle jätteelle. (Hurme 2007a)

Tulevaisuudessa käsittelylaitteistolla voidaan mahdollisesti käsitellä öljyisiä maa-aineksia, joiden seassa on pieniä määriä orgaanista ainesta ja varusteita. Tarkemmat rajoitukset selviävät myöhemmin. Sideaineena on tarkoitus käyttää muun muassa bitumia. Ennen käsittelyä suoritetaan laboratoriotutkimus, jonka aikana muun muassa laaditaan ja testataan resepti. Tutkimus tapahtuu Salvor Oy:n laboratoriossa, ja se kestää 3-6 kuukautta. Esikäsittelyssä jäte seulotaan orgaanisen aineksen minimoimiseksi ja karkeam-

man jakeen poistamiseksi. Stabilointikapasiteetiksi arvioidaan noin 500 t/d, kun työaika on klo 7-22. (Hurme 2007a)

Stabilointilaitteisto kannattaa sijoittaa asfaltoidulle kentälle ja lähelle jätteen loppusijoituspaikkaa. Laitteisto on kooltaan noin 5 x 20 m ja korkeutta sillä on enimmillään 10 m. Laitteiston kuljetus käsittelypaikalle kestää kolme päivää. Kotkaan rakennettavalle käsittelykentälle tehdään mahdollisuus sähkön ja veden käyttöön (Salvor Oy 2006, 83). Mikäli käsittely tapahtuu muualla, laitteistoa varten tarvitaan sähköä ja mahdollisesti vettä. Sähkö voidaan tuottaa aggregaatilla. Käsittelystä muodostuvat päästöt aiheutuvat aggregaatin pakokaasuista. Stabilointilaitteistoon ei ole tulossa muutoksia lähiaikoina. (Hurme 2007a) Salvor Oy:n siirrettävän stabilointilaitteiston kanssa huomioitavat asiat on esitetty tiivistetysti taulukossa 48.

Taulukko 48. Öljyvahinkojätteen käsittely Salvor Oy:n siirrettävällä stabilointilaitteistolla (Hurme 2007a)

Bitumistabilointi
<ul style="list-style-type: none"> • Laitteistolle rakennetaan käsittelyalue Kotkaan. • Diplomityön laatimisvaiheessa käsittelylaitteisto ei vielä soveltunut öljyisen jätteen käsittelyyn. • Tulevaisuudessa laitteistolla voidaan mahdollisesti käsitellä öljyisiä maa-aineksia, joiden seassa on pieniä määriä orgaanista ainesta ja varusteita. • Tarkemmat jätteen rajoitukset selviävät myöhemmin. • Jäte seulotaan ennen käsittelyä. • Jätteen tutkiminen kestää 3-6 kuukautta. • Laitteiston kuljetus käsittelypaikalle kestää kolme päivää. • Laitteisto kannattaa sijoittaa asfaltoidulle kentälle ja lähelle jätteen loppusijoituspaikkaa. • Käsittelykapasiteetiksi arvioidaan noin 500 t/d, kun työaika on klo 7-22. • Laitteisto tarvitsee sähköä ja mahdollisesti vettä.

5.5.3 Siirrettävä pesulaitteisto

Salvor Oy:llä on siirrettävä pesulaitteisto, joka voidaan tuoda Kotkan käsittelykeskukseen öljyonnettomuuden sattuessa. Käsittelykeskuksen tulee kuitenkin saada ensin ympäristölupa, jonka jälkeen laitteistolle rakennetaan käsittelyalue. Jättemäärän tulee olla vähintään 15 000–20 000 t, jotta laitteistoa kannattaa alkaa siirtämään. Siirtämiseen tarvitaan 14 rekkaa ja aikaa kolme viikkoa. Käsittelylaitteistolla käsitellään yleensä öljyllä ja raskasmetalleilla pilaantuneita maita. Käsittely soveltuu karkealle öljyiselle maa-ainekselle. Silttiä ja savea tulee olla alle 20–30 %, jotta käsittelyyn kannattaa ryhtyä. Jätteen seassa voi olla orgaanisia aineksia ja vähän varusteita. Laitteistoon sisältyy seu-

la, jolla erotetaan pois isommat kivet, orgaaniset ainekset ja varusteet. Laitteistossa on myös magneettirumpu. (Hurme 2007a)

Öljyvahinkojätteen öljypitoisuus saa olla enimmillään 2-5 %. Laitteistolla on käsitelty maa-ainesta, jonka öljypitoisuus on kaksi prosenttia. Jätteen kosteudella ja pH:lla ei ole rajoituksia. Jätteen sisältämä öljyalaatu voi olla kevyttä tai raskasta, mutta raakaöljyn käsittely voi olla vaikeaa. Laitteiston hoitaja tarkistaa käsiteltävän jätteen silmämääräisesti. Mikäli öljypitoisuuksissa on vaihtelua, jätettä voidaan sekoittaa, jotta saadaan öljypitoisuudeksi enimmillään viisi prosenttia. Käsittelykapasiteetti on noin 250 t/d, kun työaika on klo 7-22. Veden jäätyminen takia käsittely ei onnistu ulkolämpötilan ollessa pakkasen puolella. (Hurme 2007a)

Käsittelyn tavoitteena on, että pesuprosessin läpi mennyt hiekka voidaan sijoittaa takaisin rannalle. Mikäli tämä ei onnistu, hiekka voidaan hyötykäyttää. Pesun aikana muodostuva karkeampi maa-aines voidaan myös hyötykäyttää. Käsittelystä muodostuva pesurejetti voidaan loppusijoittaa alueelle tulevalle ongelmajätteen kaatopaikalle. (Hurme 2007a)

Pesulaitteisto on kooltaan noin 15 x 35 m ja korkeutta sillä on noin 10 m. Se on siis huomattavasti suurempi kuin Salvor Oy:n stabilointilaitteisto. Kotkaan rakennettavalle käsittelykentälle tehdään mahdollisuus sähkön ja veden käyttöön (Salvor Oy 2006, 83). Mikäli käsittely tapahtuu muualla, laitteistoa varten tarvitaan vettä ja aggregaatti sekä aggregaatille polttoainetta. Käsittelyn aikana tarvitaan vettä noin 100 l/m³ pilaantunutta maa-ainesta, kun maa-aineksen kosteuspitoisuus on 10–20 %. Pesun aikana käytetään kemikaaleja pH-asteen säätämiseen. Laitteiston veden kierto on suljettua, jonka takia jätevedettä muodostuu korkeintaan 10–20 m³ käsittelyjaksoa kohden (Salvor Oy 2006, 31 ja 98). Käsittelykeskuksen alueella jätevedet johdetaan kiinteän öljynerotuskaivon kautta jätevesiviemäriin. Laitteisto voidaan sijoittaa myös rannan läheisyyteen asfalttikentälle, jos vedet saadaan kerättyä hallitusti. Käsittelykeskuksen alue on kuitenkin vaihtoehtoista suositeltavampi. Käsittelystä muodostuvat ilmapäästöt aiheutuvat aggregaatin pakokaasuista. Käsittelylaitteistoon ei ole tulossa muutoksia lähiaikoina. (Hurme 2007a)

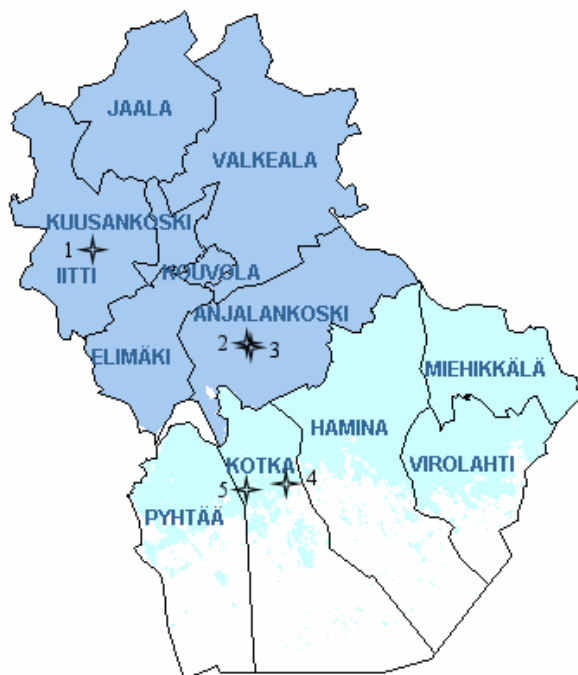
Salvor Oy:n siirrettävän pesulaitteiston kanssa huomioitavat asiat on esitetty tiivistetysti taulukossa 49.

Taulukko 49. Öljyvahinkojätteen käsittely Salvor Oy:n siirrettävällä pesulaitteistolla (Hurme 2007a)

Siirrettävä pesulaitteisto
<ul style="list-style-type: none"> • Laitteistolle rakennetaan käsittelyalue Kotkaan. • Laitteistolle voidaan vastaanottaa öljyisiä maa-aineksia ja orgaanista ainesta, joiden seassa on pieniä määriä varusteita. Jätteen seasta erotetaan seulalla pois isommat kivet, orgaaniset ainekset ja varusteet. • Jotta laitteistoa kannattaa alkaa siirtämään, jätemäärän tulee olla vähintään 15 000–20 000 t/a. • Laitteiston siirtämiseen tarvitaan 14 rekkaa ja aikaa kolme viikkoa. • Käsittely soveltuu karkeammalle öljyiselle maa-ainekselle, jossa silttiä ja savea on alle 20–30 %. • Öljypitoisuus saa olla korkeintaan 2-5 %. • Jätteen sisältämä öljyalaatu voi olla kevyttä tai raskasta, mutta raakaöljyn käsittely voi olla vaikeaa. • Jäte tarkistetaan silmämääräisesti ennen käsittelyä. • Käsittely ei onnistu lämpötilan ollessa pakkasen puolella. • Käsittelykapasiteetti on noin 250 t/d, kun työaika on klo 7-22. • Hiekka voidaan mahdollisesti sijoittaa takaisin rannalle, karkeampi maa-aines menee hyötykäyttöön ja pesurejekti loppusijoitetaan. • Laitteisto tarvitsee sähköä ja vettä. • Vesipäästöt käsitellään ennen niiden johtamista viemäriin.

5.6 Kaatopaikat

Kymenlaakson alueen kaatopaikkojen, joille voidaan ottaa vastaan öljyisiä jätteitä, sijainnit on esitetty kuvassa 20. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty teollisuuden kaatopaikat, joille on mahdollista sijoittaa lievästi pilaantuneita maa-aineksia, mutta jotka ovat pääasiassa tarkoitettu teollisuuden omaan käyttöön.



1. Kausalan kaatopaikka
2. Ekokem-Palvelu Oy:n kaatopaikka (rakenteilla (ympäristölupapäätöksestä valitettu))
3. Kymenlaakson Jäte Oy:n kaatopaikka
4. Salvor Oy:n kaatopaikka (ympäristölupa vireillä)
5. Karhulan teollisuuskaatopaikka

Kuva 20. Kymenlaakson alueen kaatopaikat, joille voidaan ottaa vastaan öljyisiä jätteitä

5.6.1 Ekokem-Palvelu Oy - Anjalankoski

Diplomityön laatimisvaiheessa Ekokem-Palvelu Oy oli perustamassa loppusijoitusalueita (kaatopaikkaa) Anjalankosken Ekopark-alueelle. Kyseiselle teollisuusjätteen kaatopaikalle tulee useampia läjitysalueita eri jätejakeille. Ensimmäisessä rakennusvaiheessa tehtävä läjitysalue täyttää ongelmajätteen kaatopaikalle asetetut vaatimukset. Kyseisen rakennusvaiheen arvioidaan valmistuvan syksyllä 2007 (Uimarihuhta 2007b). Toisessa vaiheessa rakennettavan kaatopaikan luokitusta ei ole vielä päätetty. Kaatopaikalle arvioidaan sijoitettavan eriasteisesti saastuneita maa-aineksia yhteensä 20 000 t/a. Kaatopaikan tilavuuden arvioidaan riittävän 20 vuotta. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006d, 1, 14 ja 17)

5.6.2 Karhulan teollisuuskaatopaikka - Kotka

Karhulan teollisuusjätteen kaatopaikka on tavanomaisen jätteen kaatopaikka, jonka omistaa Ahlström Oyj. Karhulan Teollisuuskeräys Oy puolestaan ylläpitää ja hallinnoi kaatopaikkaa. Ekokem-Palvelu Oy vastaanottaa alueelle massoja ennakkotilausten perusteella. Vastaanotettavien maamassojen öljypitoisuudet eivät saa ylittää ongelmajätteen raja-arvoa. Massat eivät saa myöskään sisältää haihtuvia orgaanisia yhdisteitä yli SAMASE -raja-arvojen. Voimakkaasti pilaantuneet maat stabiloidaan vaahtobitumilla, joka on veden, ilman ja bitumin seos. Stabiloinnin suorittamisesta vastaa Ekokem-Palvelu Oy. Pilaantunutta maata vastaanotetaan 10 000–30 000 t/a ja lievästi pilaantunutta maata 15 000–50 000 t/a. Kaatopaikalla on lupa läjittää jätteitä 1.11.2007 asti. Kaatopaikan tiivistysrakenteet ja peittokerrokset on tehtävä vuoden 2012 loppuun mennessä. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2006b, 1-5, 8 ja 12)

5.6.3 Kausalan kaatopaikka - Iitti

Iitin kunnan Kausalan kaatopaikka on käytöstä poistettu tavanomaisen jätteen kaatopaikka. Kaatopaikan viimeistely ja maisemointi tulee saattaa loppuun vuoden 2007 loppuun mennessä. Rakenteessa käytettävien pilaantuneiden maiden vastaanotto aloitettiin vuonna 2005. Kaiken kaikkiaan pilaantuneesta maa-aineksesta tehtävän rakenteen massamäärä on 30 000 t. Ekokem-Palvelu Oy vastaanottaa alueelle massoja ennakkotilausten perusteella. Vastaanotettavien maamassojen öljypitoisuudet eivät saa ylittää ongelmajätteen raja-arvoa. Massat eivät saa myöskään sisältää haihtuvia orgaanisia yhdisteitä yli SAMASE -raja-arvojen. Voimakkaasti pilaantuneet maat stabiloidaan vaahtobitumilla. Stabiloinnin suorittamisesta vastaa Ekokem-Palvelu Oy. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2005b, 1-4 ja 9-10)

5.6.4 Kymenlaakson jäte Oy - Anjalankoski

Kymenlaakson Jäte Oy:llä on tavanomaisen jätteen kaatopaikka. Kaatopaikan ensimmäinen vaihe valmistui vuonna 2001 ja vuonna 2004 valmistui kaatopaikan laajennusvaihe. Kaatopaikan käyttöajaksi arvioidaan noin 25–30 vuotta. (Kymenlaakson Jäte Oy) Jätekeskus voi vastaanottaa, käsitellä ja loppusijoittaa tavanomaiseksi jätteeksi luokitel-

tavia pilaantuneita maita 50 000 t/a (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2001, 19). Vuonna 2004 Kymenlaakson Jäte Oy on saanut luvan rakentaa erityisjätteiden loppusijoitusalueen, jolle voidaan sijoittaa tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltuja pilaantuneita maa-aineksia alle 5000 t/a (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2004c, 4 ja 7-8).

5.6.5 Salvor Oy - Kotka

Salvor Oy:n tarkoituksena on aloittaa pilaantuneille maille tarkoitettun ongelmajätteen kaatopaikan rakentaminen Kotkan Heisuolle syksyllä 2007. Alueelle rakennettava käsittelykeskus on mitoitettu materiaalmäärälle 125 000 t/a. Öljyonnettomuuden sattuessa kaatopaikalle vastaanotetaan pilaantuneita maita luvan sallimissa rajoissa eli riippuen siitä, kuinka paljon saatavaa lupaa on käyttämättä kyseiseltä vuodelta. (Hurme 2007a) Loppusijoitusalueita rakennetaan vaiheittain noin kahden hehtaarin osissa. Alueen pinta-alaksi on tarkoitus tulla noin yhdeksän hehtaaria, jonka lisäksi on varauduttu noin kuuden hehtaarin laajennusalueeseen. (Salvor Oy 2006, 87)

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä selvitettiin Kymenlaakson alueen öljyvahinkojätteiden käsittelymahdollisuudet ja -kapasiteetit. Selvitys toteutettiin tarkastelemalla soveltuvien käsittelymenetelmien rajoituksia ja aiemmin maailmalla tapahtuneita merkittävän suuruisia öljyonnettomuuksia sekä haastatteleamalla puhelimitse Kymenlaakson alueen yritysten edustajia. Samalla selvitettiin alueen viralliset välivarastot ja loppusijoituspaikat sekä niiden kapasiteetit. Öljyvahinkojätteen eri jakeiden soveltuvuus Kymenlaakson alueen käsittelylaitoksille ja arviot käsittelykapasiteeteista on esitetty taulukossa 50. Taulukon alla on nähtävissä käytettyjen merkkien selitykset. Lähivuosina Kymenlaakson alueelle tulevien laitosten tiedot on puolestaan esitetty taulukossa 51. Taulukoita tarkastellessa tulee huomioida, että kapasiteettiarvioihin vaikuttaa suuresti jätteen koostumus. Taulukoiden lukuja ei siis tule katsoa yksiselitteisenä totuutena, vaan ne antavat suuntaa käsittelykapasiteeteista. Lopulliset käsittelykapasiteetit selviävät tapauskohtaisesti.

Taulukko 50. Arvio Kymenlaakson nykyisestä öljyvahinkojätteiden käsittelykapasiteetista

Yritys & Käsittelymenetelmä	Öljy & maa-aines	Öljy & org. aines	Öljy & varusteet	Kuolleet eläimet	Rajoituksia & huomioitavia asioita (katso myös kappale 5)	Kapasiteetti arvio [t/d]	Kapasiteetti arvio [t/a]
Ekokem-Palvelu Oy - Anjalankoski							
Alipainekäsittely	+	+/-	-	-	• Haihtuvat ja kevyet öljyalaadut kuten bensiini		Lupa 5000
Pesu	+	+/-	+/-	-	• Ekokem-Palvelu Oy:n käytössä ei ole siirrettävää pesulaitteistoa • Jättemäärän tulee olla min. 5 000 t, jotta laitteistoa kannattaa alkaa siirtämään. • Öljypitoisuus alle 1-2 % • Hienoainesta alle 20-30 % • Ulkolämpötilan tulee olla yli 0 °C	50-200	Lupa 3000
Bitumistabilointi	+	+/-	-	-	• Ei sovellu haihtuville öljyalaaduille • Öljypitoisuus alle 1 % • Jäte ei saa olla valuvaa • Ulkolämpötilan tulee olla yli 0 °C	1500-2000	Lupa 20 000

Yritys & Käsittelymenetelmä	Öljy & maa-aines	Öljy & org. aines	Öljy & varusteet	Kuolleet eläimet	Rajoituksia & huomioitavia asioita (katso myös kappale 5)	Kapasiteetti arvio [t/d]	Kapasiteetti arvio [t/a]
Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitos - Kotka							
Leijupoltto	+/-	+	+	-	<ul style="list-style-type: none"> Jäte ei saa sisältää alumiinia, PVC:tä, isoja metallipaloja ja isoja kiviä Jätteiden tulee olla murskautuvia Sähkösuodatin ja savukaasupesuri 	10	3000
Kymenlaakson Jäte Oy - Anjalankoski							
Kompostointi	+	+/-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Öljypitoisuus max. 2 % Käsittelyaika 1-3 a Kompostointi ei sovellu bensiinille, raskaille öljyalaaduille ja raakaöljylle 	Vastaanotetaan n. 4000 t	
Kymin Voima Oy - Kuusankoski							
Leijupoltto	+/-	+	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Soveltuvuus tulee testata käytännössä. Valmiiksi puhtaaseen polttoaineeseen sekoitettua jätettä Jäte ei saa sisältää suolaa, muovia, metallikappaleita ja alumiinia Kaksi sähkösuodatinta 	0-2	0-300
Maxit Oy Ab:n leca-soratehdas							
Rumpu-uunipoltto	-	+	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Valmiiksi homogenoitua, palakoko alle 8 mm. Jätteen seassa voi olla muovipussin palasia. Jäte ei saa olla valuvaa. Öljyalaatu raskaan polttoöljyn kaltaista. Sähkösuodatin ja savukaasupesuri 	3-4	1200
Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtaat - Anjalankoski							
Leijupoltto	+/-	+	+	-	<ul style="list-style-type: none"> Jätteen rajoittavia tekijöitä ovat merivesi, PVC, alumiini ja isot metallipalat Jätteiden tulee olla murskautuvia Savukaasupesuri ja sähkösuodatin Kuljettimet pysähtyvät savukaasuraja-arvojen ylittyessä 	15	4000

Yritys & Käsittelymenetelmä	Öljy & maa-aines	Öljy & org. aines	Öljy & varusteet	Kuolleet eläimet	Rajoituksia & huomioitavia asioita (katso myös kappale 5)	Kapasiteetti arvio [t/d]	Kapasiteetti arvio [t/a]
Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Summan tehtaas - Hamina							
Leijupoltto	+/-	+	+	+	<ul style="list-style-type: none"> • Valmiiksi murskattua ja puhtaaseen polttoaineeseen sekoitettua jätettä • Klooria alle 0,15 % ka • Kuolleita eläimiä voidaan teknisesti polttaa, mutta polton järjestelyt on selvitettävä tapauskohtaisesti • Sähkösuodatin 	30	9000
Vamy Oy:n Myllykosken voimalaitos - Anjalankoski							
Leijupoltto	+/-	+/-	+	-	<ul style="list-style-type: none"> • Jätteen seassa ei saa olla alumiinia, PVC:tä ja isoja metallipaloja • Jätteiden tulee olla murskautuvia • Pussisuodatin koko savukaasumäärälle ja savukaasupesuri puolelle savukaasuista 		tuhansia tonneja

+ à Laitokselle voi tuoda kyseistä jätettä.

+/- à Laitokselle voi tuoda pieniä määriä kyseistä jätettä muun jätteen seassa.

- à Laitos ei ota vastaan kyseistä jätettä.

Taulukko 51. Arvio Kymenlaakson öljyvahinkojätteen käsittelykapasiteetin kasvusta lähivuosina

Yritys & Käsittelymenetelmä	Öljy & maa-aines	Öljy & org. aines	Öljy & varusteet	Kuolleet eläimet	Rajoituksia & huomioitavia asioita (katso myös kappale 5)	Kapasiteetti arvio [t/d]	Kapasiteetti arvio [t/a]
Ekokem-Palvelu Oy - Anjalankoski							
Alipainekäsittely	+	+/-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Haihtuvat ja kevyet öljyalaadut kuten bensiini 		Lupa 8000
Kompostointi	+	+	+/-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Kompostoitavaksi soveltuvat kevyt polttoöljy ja diesel sekä mahdollisesti raskas polttoöljy • Käsiteltäväksi eivät sovellu raakaöljy ja bensiini • Öljypitoisuus alle 1 % • Jäte ei saa olla valuvaa • Kompostointi kestää useita kuukausia, riippuen öljypitoisuudesta ja maa-aineksesta 		

Yritys & Käsittelymenetelmä	Öljy & maa-aines	Öljy & org. aines	Öljy & varusteet	Kuolleet eläimet	Rajoituksia & huomioitavia asioita (katso myös kappale 5)	Kapasiteettiarvio [t/d]	Kapasiteettiarvio [t/a]
Pesu	+	+/-	+/-	-	<ul style="list-style-type: none"> Samat asiat kuin edellisessä taulukossa Ekokem-Palvelu Oy:llä 	50-200	Lupa 5000
Bitumistabilointi	+	+/-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Samat asiat kuin edellisessä taulukossa Ekokem-Palvelu Oy:llä 	1500–2000	Lupa 17 000
Kotkan Energia Oy:n Korkeakosken jätteenpolttolaitos - Kotka							
Arinapoltto	+/-	+/-	+	+	<ul style="list-style-type: none"> Laitoksen on tarkoitus valmistua syksyllä 2008 Jäte tulee olla syötettävissä kahmarilla polttoon Aktiivihiihi, puolikuiva puhdistusmenetelmä ja letkusuodatin 	10	2500
Salvor Oy - Kotka							
Alipainekäsittely	+	+/-	+/-	-	<ul style="list-style-type: none"> Käsittelyn arvioidaan onnistuvan vuonna 2009 Soveltuu haihtuvat öljy-yhdisteet kuten bensiini Jäte ei saa olla valuvaa 		Lupaa haettu 50 000
pesu	+	+	+/-	-	<ul style="list-style-type: none"> Jättemäärän tulee olla min. 15 000–20 000 t/a, jotta laitteistoa kannattaa alkaa siirtämään Hienoainesta alle 20–30 % Öljypitoisuus enintään 2-5 % Ulkolämpötilan tulee olla yli 0 °C 	250	

+ à Laitokselle voi tuoda kyseistä jätettä.

+/- à Laitokselle voi tuoda pieniä määriä kyseistä jätettä muun jätteen seassa.

- à Laitos ei ota vastaan kyseistä jätettä.

Taulukoiden laitoksissa ei voida käsitellä öljyistä merivettä sellaisenaan. Esimerkiksi leijupetikattilalaitoksilla öljyinen merivesi tulisi sekoittaa puhtaaseen polttoaineeseen. Taulukon kapasiteettiarvioita ja rajoituksia tarkastellessa tulee huomioida, että ensimmäiseksi tulee hyödyntää laitoksia, joiden tehtävänä on käsitellä saastuneita maa-aineksia ja ongelmajätteitä. Tarkoituksena on siis minimoida haitat normaalille jätehuoltotoiminnalle ja muulle yhteiskunnan toiminnalle. Esimerkiksi leijupetikattilalaitoksilla jätteiden käsittely lisää työmäärää ja jätteiden käsittelyn seurauksena voi aiheutua ongelmia kuten kuljetintukkeumia. Eri käsittelymenetelmien jätejakeiden esikäsittelytarvetta ja arvioita käsittelykapasiteeteista on esitetty taulukossa 52.

Taulukko 52. Kymenlaakson alueella käsiteltävien jätejakeiden esikäsittely ja arvio käsittelykapasiteeteista

Käsittely	• Soveltuva jäte (katso rajoitukset kappaleesta 5) ○ Esikäsittelytarve	Kapasiteettiarvio [t/a]	Kapasiteettiarvio lähivuosina [t/a]
Arinapoltto	• Öljyiset orgaaniset ainekset, varusteet ja kuolleet eläimet ○ Jäte tulee olla syötettävissä kahmarilla polttoon	-	2500
Leijupoltto	• Murskautuvat öljyiset orgaaniset ainekset ja varusteet ○ Sekoitus puhtaaseen polttoaineeseen ○ Valmiiksi murskaus ja sekoitus puhtaaseen polttoaineeseen	10 000 9000	10 000 9000
Rumpu-uunipoltto	• Öljyiset orgaaniset ainekset ○ Homogenointi	1200	1200
Alipainekäsittely	• Haihtuvilla öljy-yhdisteillä pilaantuneet maa-ainekset	Lupa 5000	Lupa 5000+8000* & lupaa haettu 50 000**
Bitumistabilointi	• Öljyinen maa-aines (öljypitoisuus < 1 %)	Lupa 20 000	Lupa 37 000
Kompostointi	• Öljyinen maa-aines (öljypitoisuus max. 2 %)	Vastaanotetaan n. 4000 t.	Vastaanotetaan n. 4000 t
	• Öljyinen maa-aines (öljypitoisuus < 1 %)	-	Lupa 8000*
Pesu	• Öljyinen maa-aines (öljypitoisuus < 1 %)	Lupa 3000	Lupa 5000
	• Öljyinen maa-aines (öljypitoisuus max. 2-5 %)	-	Lupaa haettu 50 000**

* à Sisältää Ekokem-Palvelu Oy:n uuden käsittelykeskuksen alipainekäsittelyn ja kompostoinnin.

** à Sisältää Salvor Oy:n käsittelykeskuksen pilaantuneiden maiden käsittelyn eri käsittelymenetelmillä.

Edellä esitellyn taulukon mukaisesti leijupoltettava jäte tulee sekoittaa puhtaaseen polttoaineeseen. Kyseinen työ vaatii henkilön suorittamaan sekoitusta. Voimalaitoksilla ei kuitenkaan yleensä ole ylimääräistä henkilöä suorittamaan kyseistä työtä, joten suositeltavaa on järjestää joku ulkopuolinen suorittamaan sekoitusta. Suositeltavaa on hoitaa sekoitus voimalaitoksen alueella, jossa on saatavilla tarvittavaa puhdasta polttoainetta kuten kuorta. Muuten aiheutetaan turhia kuljetuspäästöjä, jos sekoitusainesta aletaan kuljettamaan edes takaisin.

Käsittelymenetelmistä on hyvä huomioida, että bitumistabilointi muokkaa jätteen vaarattomaan muotoon, mutta kyseisellä menetelmällä ei saada puhdistettua öljyistä jätettä, minkä takia ensimmäiseksi tulee suosia muita menetelmiä. Kompostoinnin ongelmana on käsittelyyn soveltuva öljypitoisuus, sillä maailmalla tapahtuneissa öljyonnettomuuksissa öljypitoisuudet ovat olleet huomattavan suuria. Rantojen puhdistuksen loppuvai-

heessa pitoisuudet voivat kuitenkin olla pienempiä, jolloin kompostointikäsitteilyn soveltuvuus voi parantua. Alipainekäsittelyn rajoittavana tekijä on öljyn haihtuminen. Tapauksesta riippuen menetelmään soveltuvat haihtuvat yhdisteet voivat ehtiä haihtua jo merellä. Pesulaitteistolle soveltuva öljypitoisuus on kompostoinnin tavoin alhainen ja menetelmää suositellaan käytettäväksi käsittelykeskuksen alueella, jolloin ongelmatilanteessa pesuvedet eivät saastuta lähiympäristöä.

Haastattelujen aikana kävi selville, että kuolleiden eläinten käsittely on teknisesti mahdollista leijupetikattilalaitoksilla. Suositeltavampaa olisi kuitenkin käsitellä eläimet muualla esimerkiksi jätteenpoltoon suunnitellussa arinapolttolaitoksessa muovipusseihin ja jättesäkkeihin pakattuina. Syynä tähän ovat esimerkiksi kattilan syötön sujuvuus ja hygieniasiat, sillä kuljetintukkeuman sattuessa työntekijät joutuvat avaamaan tukoksen käsin.

6.1 Jatkotutkimus

Diplomityön laatimisvaiheessa Kymenlaakson alueelta ei löytynyt kaikkia soveltuvia öljyvahinkojätteiden käsittelymenetelmiä hyödyntäviä laitoksia. Soveltuvia menetelmiä tulisikin tutkia maanlaajuisesti. Erityisesti tulee selvittää tiedot laitoksista, joiden tehtävänä on käsitellä saastuneita maa-aineksia ja ongelmajätteitä. Esimerkkinä mainittakoon siirrettävät termodesorptiolaitokset, jotka voidaan tuoda rannan tuntumaan esimerkiksi Kymenlaakson alueelle ja samalla vähennetään jätteiden kuljetustarpeita. Lisäksi Riihimäen Ekokem Oy Ab:lla on paljon kokemusta muun muassa öljyisten jätteiden käsittelystä rumpu-uuneissa.

Tässä työssä ei ole annettu suosituksia, mihin jätteet tulisi viedä, jos Suomenlahdella tapahtuu merkittävän suuruinen öljyonnettomuus ja Kymenlaakson rannikolta ja saaristosta kerätään kymmeniä tuhansia tonneja öljyvahinkojätettä. Suositusten tekemiseen kaivataan lisätutkimusta muun muassa Kymenlaakson alueen lähialueiden ja siirrettävien laitosten kapasiteeteista sekä eri menetelmien käsittelykustannuksista. Lisäksi tulee tutkia tarkemmin käsittelyistä aiheutuvia päästöjä.

Työn ulkopuolelle rajattujen öljyisten vesien käsittely vaatii vielä jatkotutkimusta, jotta kaikkien Kymenlaakson rannalta kerättyjen jätteiden käsittelypaikat tulee selvitettyä Kymenlaakson alueelta. Kymenlaakson alueella toimii esimerkiksi Haminassa Phoenix Collector Oy:n öljyisen veden käsittelylaitos. Mainittakoon myös L & T Recoil Oy:n käytetyn voiteluöljyn regenerointilaitos, jonka YVA-hanke oli vireillä diplomityön laatimisvaiheessa.

Tässä työssä on tutkittu laitosten teknisiä mahdollisuuksia käsitellä öljyvahinkojätettä. Kaikilla laitoksilla ei kuitenkaan ole lupaa käsitellä kyseisiä jätteitä. Jatkotutkimusta tuleekin suorittaa lainsäädännöllisten ja hallinnollisten menettelyjen epäselvyyksistä käsiteltäessä öljyvahinkojätettä.

Työn laatimisvaiheessa Stora Enso Publication Papers Oy Ltd:n Anjalan tehtailla suunniteltiin leijupetikattilan kapasiteetin kasvattamista, jolloin diplomityössä esitelty vastaanotettavan jätemäärän arvio voi nousta. Diplomityön laatimisvaiheessa Salvor Oy:llä oli vielä ympäristölupa vireillä, joten myös sen kapasiteetit voivat muuttua. Samoin JT-Ympäristörakentaminen Oy:llä oli lupa vireillä. Mikäli käsittelylaitos saa ympäristöluvan, laitokseen tulee ottaa yhteyttä tarkempien käsittelykapasiteettien ja jätteen koostumusten rajoitusten selvittämiseksi.

Ennen kuin Suomenlahdella tapahtuu merkittävän suuruinen öljyonnettomuus kannattaa selvittää yritykset, jotka voivat suorittaa öljyisen maa-aineksen ja puhtaan polttoaineen sekoittamista. Muuten ongelmaksi voi muodostua, että jätettä viedään leijupetikattilalaitokselle, mutta sitä ei saada käsiteltyä samaa vauhtia. Muutenkin tulee arvioida, kannattaako käsin täytettyjä muovipusseja rikkoa, sillä se voi osoittautua työlääksi urakaksi.

Tutkimuksen tekeminen on ollut ainutlaatuista Suomessa. Työn tuloksia voidaan hyödyntää erityisesti Kymenlaakson alueella: Kymenlaakson kunnat, Kymenlaakson pelastuslaitos, ympäristöviranomaiset ja alueen jätteiden käsittelylaitokset. Työn aikana selvitetty tiedot käsittelymenetelmistä ja niiden rajoitteista ovat hyödynnettävissä valtakunnallisesti. Lisäksi Kymenlaakson alueen käsittelylaitosten tiedot antavat suuntaa sii-

tä, miten käsittely onnistuu kyseisissä laitoksissa ja kyseisillä menetelmillä valtakunnallisesti. Samanlaista tutkimusta tulisi suorittaa myös muualla Suomessa.

LÄHTEET

Aatelo Maija (toim.) 1995. Lähteiltä tuotteiksi - öljyn tie. Kemianteollisuus ry, Taloudellinen Tiedotustoimisto, Suomen Muoviteollisuusliitto, Öljyalan keskusliitto. 159 s. ISBN 952-9597-35.

ABS Press Releases. 2002. Prestige Casualty - Information Update No.2. [ABS:n www-sivuilla]. Päivitetty 15.11.2002 [viitattu 16.11.2006]. Saatavissa: <http://www.eagle.org/news/press/nov152002b.html>.

Ahlman Mikaela. 2002. Suomenlahden tila vuonna 1998 [Itämeriportaali]. Uudenmaan ympäristökeskus. Päivitetty 17.6.2002 [viitattu 17.10.2006]. Saatavissa: <http://www.fimr.fi/fi/itamerikanta/bsds/253.html>.

Ahponen Hannele. 2005. Vapaaehtoisista voimaa öljyntorjuntaan. Ympäristö, 19: 8. S. 9-11. ISSN 1237-0711.

Ansell D.V. et al. 2001. A Review of the Problems Posed by Spills of Heavy Fuel Oils [verkkodokumentti]. ITOPF. International Oil Spill Conference. Florida, Tampa. Esitely 26–29.2.2001 [viitattu 27.11.2006]. 16 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.itopf.com/iosc2001.pdf>.

Balerman Oy. Öljynkeräyslaitteet (skimmerit) [Balerman Oy:n www-sivuilla]. [Viitattu 17.11.2006]. Saatavissa: <http://www.balerman.fi/oljynkerayslaitteet.htm>.

Cedre. 2006. Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accident Water Pollution [Cedren www-sivuilla]. Päivitetty 2006 [viitattu 9.10.2006]. Saatavissa: http://www.cedre.fr/index_gb.html.

Cleveland Cutler J. 2006. Exxon Valdez oil spill [Encyclopedia of Earth www-sivuilla]. Saundry Peter (toim.). Washington D.C.: Environmental Information Coalition, Na-

tional Council for Science and the Environment. Päivitetty 19.10.2006 [viitattu 21.11.2006].

Saatavissa: http://www.eoearth.org/article/Exxon_Valdez_oil_spill.

DEC. 1993. Exxon Valdez Oil Spill - Cleanup Methods [Exxon Valdez Oil Spill - Research Work www-sivuilla]. Päivitetty kesäkuussa 1993 [viitattu 20.11.2006]. Saatavissa: <http://library.thinkquest.org/10867/cleanup/methods/index.shtml>.

Ekokem-Palvelu Oy. 2006. Terminen käsittely [verkkodokumentti]. Päivitetty heinäkuussa 2006 [viitattu 7.4.2007]. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ekokem.fi/main/Download.asp?ItemId=11435>.

Ekokem-Palvelu Oy. 2007. Stabilointi [verkkodokumentti]. Päivitetty tammikuussa 2007 [viitattu 19.3.2007]. 2 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ekokem.fi/main/Download.asp?ItemId=3722>.

Enestam Jan-Erik. 2004a. Suomenlahden öljykuljetukset ja turvallisuus. Ympäristö ja Terveys, 35: 2-3. S. 4-7. ISSN 0358-3333.

Enestam Jan-Erik. 2004b. Ympäristöministeri Enestam VTT:n julkaisun "Oil transportation and terminal development in the Gulf of Finland" tiedotustilaisuudessa [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Julkaistu 29.9.2004 [viitattu 17.10.2006]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=98505&lan=FI>.

EPA. 1994. Chapter II - Soil Vapor Extraction. Teoksessa: EPA. How to Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites - A Guide for Corrective Action Plan Reviewers [verkkodokumentti]. Päivitetty 9.3.2006 [viitattu 13.3.2007]. 33 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.epa.gov/OUST/pubs/tums.htm>.

EPA. 2006. The Fate of Spilled Oil [EPAn www-sivuilla]. Oil Program. Päivitetty 9.3.2006 [viitattu 1.11.2006]. Saatavissa: <http://www.epa.gov/oilspill/oilfate.htm>.

Etelä-Savon ympäristökeskus. 2004. Päätös [verkkodokumentti]. Dnro ESA-2003-Y-26-121. Annettu 14.1.2004 [viitattu 7.3.2007]. 32 s. + liitt. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=18172&lan=fi>.

EVOSTC. History [EVOSTC:n www-sivuilla]. [Viitattu 22.11.2006]. Saatavissa: <http://www.evostc.state.ak.us/History/FAQ.htm>.

Fernández-Álvarez P. et al. 2006. Trials of bioremediation on a beach affected by the heavy oil spill of the Prestige. *Journal of Hazardous Materials B* 137, 137: 3. S. 1523–1531.

Forsbacka Anna. 1996. Öljy-yhdisteiden biologinen hajoaminen ja saastuneen maan biosaneeraus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2/96. Helsinki: Helsingin kaupungin ympäristökeskus. 50 s. ISBN 951-772-804-2. ISSN 1235-9718.

Gorman Richard, Berardinelli Steven ja Bender Thomas. 1991. Exxon/Valdez Alaska Oil Spill [verkkodokumentti]. Health Hazard Evaluation report. HETA 89–200 ja 89–273-2111. Päivitetty toukokuussa 1991 [viitattu 23.11.2006]. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/1989-0200-2111.pdf>.

Granath Juha. 2006. Suomenlahden öljy- ja kemikaalikuljetukset tuplaantuvat - Katastrofiriski Itämerellä kasvaa. *Kemia-Kemi*, 33:1. S. 6-8. ISSN 0355-1628.

Gunnar Leena. 2007. Luento - Ympäristöriskit ja varautumisen kehittämistarpeet Kaakois-Suomessa [Kymenlaakson ammattikorkeakoulun www-sivuilla]. Johtaja, Kaakois-Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 6.3.2007 [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa: <http://www.kyamk.fi/Ajankohtaista/Seminaarimateriaalit/S%F6k%F6-manuaali>.

Gästgifvars Maria et al. 2004. Ajelehtimiskokeet ja kulkeutumisennusteet Suomenlahdella [verkkodokumentti]. *Suomen ympäristö 720*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, ympäristönsuojelu. Julkaistu 18.11.2004 [viitattu 31.10.2006]. 57 s. ISBN 952-11-1808-

3 (Painettuna: ISBN 952-11-1807-5). ISSN 1238-7312. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=26539&lan=fi>.

Haavisto Teija. 2002. Maaperän pilaantuminen Suomessa. Ympäristö ja Terveys, 33:9. S. 16–21. ISSN 0358-3333.

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

Hasenson Benny. 1984. Peltokäsittely soveltuu hyvin öljyisten jätteiden hävittämiseen. Jäte ja Ympäristö, 3:1. S. 8-10. ISSN 0359-4688.

Hautojärvi Sirkka et al. 2003. Monitoimimurtajatyöryhmän loppuraportti 31.12.2003 [verkkodokumentti]. Julkaistu 31.12.2003 [viitattu 28.11.2006]. 34 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=9521&lan=fi>.

Helcom. 2005. The Response Manuam – Volume 1 [Helcomin www-sivuilla]. Kappaleet 1.2 ja 1.9. Päivitetty kesäkuussa 2005 [viitattu 17.11.2006]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.helcom.fi/groups/response/en_GB/respmanual/.

Helsingin kaupunki. 2003. Ympäristölautakunnan kokous [verkkodokumentti]. Pöytäkirja 14/03. Pidetty 5.8.2003 [viitattu 7.3.2007]. 98 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.hel2.fi/ympk/lautakunta/2003/PK2003/PK2003-PDF/Pk_14_03www.pdf.

Helsingin sanomat. 2006. Laivaseurannasta öljyntorjuntaan [Helsingin sanomien www-sivuilla]. Julkaistu 1.10.2006 [viitattu 17.11.2006]. Saatavissa: <http://www.hs.fi/kotimaa/artikkeli/Laivaseurannasta+%C3%B6ljyntorjuntaan/1135222011785>.

Helsingin yliopisto. 2006. Elina Kondolle Maaperätieteiden Seuran gradupalkinto [Helsingin yliopiston Maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan www-sivuilla]. Julkaistu 28.11.2006 [viitattu 8.2.2007]. Saatavissa:
<http://www.mm.helsinki.fi/tiedotus/kondo.htm>.

Hietala Meri. 2006. Artikkelit - Suomenlahden öljykuljetusmäärät kasvavat edelleen [verkkodokumentti]. Suomen ympäristökeskus, ympäristövahinkoyksikkö. Päivitetty 29.6.2006 [viitattu 7.11.2006]. 3 s. Saatavissa PDF-tiedostona:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=53582&lan=fi>.

Hirvi Juha-Pekka (toim.) 1990. Suomenlahden öljyvahinko 1987. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 51. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. s. 366. ISBN 951-47-3675-3. ISSN 0786-9592.

Huhtinen Markku et al. 2004. Höyrykattilatekniikka. 6. painos. Helsinki: Oy Edita Ab. 379 s. ISBN 951-37-3360-2.

Hägglom Max ja Salkinoja-Salonen Mirja. 1993. Ympäristömyrkyjen hajotus mikro-bien avulla. Kemia-Kemi, 20:3. S. 186–191. ISSN 0355-1628.

Hämeen ympäristökeskus. 2006a. Päätös (epävirallinen) pilaantuneen maaperän puhdistamisesta [verkkodokumentti]. Nro YSO/96/2006. Dnro HAM-2006-Y-267-18. Annettu 14.7.2006 [viitattu 7.3.2007]. 9 s. + liitt. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=53864&lan=fi>.

Hämeen ympäristökeskus. 2006b. Ympäristölupapäätös (epävirallinen) [verkkodokumentti]. Dnro HAM-2004-Y-443-111. Nro YSO/59/2006. Annettu 20.4.2006 [viitattu 6.4.2007]. 67 s. Saatavissa PDF-tiedostona:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=49833&lan=fi>.

Hänninen Kari et al. 1993. Aumakompostoinnin työhygieniä. VTT Julkaisuja 776. Espoo: VTT. 102 s. + liitt. 10 s. ISBN 951-38-4124-3. ISSN 1235-0613.

Hänninen S. et al. 2002. Suomenlahden meriliikenteen riskitekijät - Esiselvitys [verkkodokumentti]. Tutkimusraportti BVAL34-021198. Espoo: TEKES, VTT Tuotteet ja tuotanto, Teknillinen korkeakoulu. Julkaistu 11.6.2002 [viitattu 7.11.2006]. 106 s. + liitt. 4 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.lvm.fi/www/sivut/dokumentit/liikenne/merenkulku/meririski.pdf>.

Hästbacka Kai (toim.) 1992. Neste - öljystä muoveihin. 3. painos. Espoo: Neste Oy. 244 s. ISBN 952-9553-06-4.

IPIECA. 2004. Guidelines for Oil Spill Waste Minimization And Management [verkkodokumentti] IPIECA Report Series 12. Englanti, Lontoo: IPIECA, Energy Institute, Cedre. Päivitetty 2004 [viitattu 23.11.2006]. 19 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

http://www.ipieca.org/downloads/oil_spill/oilspill_reports/vol12_WasteManagement_FINAL.pdf.

ITOPF. Fate & Effects - Fate of Marine Oil Spills [ITOPF:n www-sivuilla]. [viitattu 31.10.2006]. Saatavissa: <http://www.itopf.com/fate.html>.

ITOPF. 2004. Case Histories [ITOPF:n www-sivuilla]. Päivitetty syyskuussa 2004 [viitattu 9.10.2006]. Saatavissa: <http://www.itopf.com/casehistories.html#exxonvaldez>.

ITOPF. 2006. Oil Tanker Spill Statistics: 2005 [verkkodokumentti]. [Viitattu 6.11.2006]. 8 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.itopf.com/stats05.pdf>.

Jeltsch Ulrich. 1990. Saastuneiden maa-alueiden kunnostus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 44. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 167 s. + liitt. 8 s. ISBN 951-47-3319-3. ISSN 0786-9592.

Jolma Kalervo. 2002. Rantavyöhykkeen öljyntorjuntaopas. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 35 s. Saatu Melartin Arjalta SYKE:n ympäristövahinkoyksikön yksikönsihteeriltä.

Jolma Kalervo. 2004. Ympäristövahinkojen torjunta tänään - Meriympäristövahinkojen torjunnan tulevaisuuden haasteita [verkkodokumentti]. Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 7.9.2004 [viitattu 25.10.2006]. 11 s.

Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/Jolma130904.pdf>.

JT-Ympäristörakentaminen Oy. 2003. JT-Ympäristörakentaminen Oy [JT-Ympäristörakentaminen Oy:n www-sivuilla]. Päivitetty 2003 [viitattu 5.4.2007]. Saatavissa: http://www.jarmotoikka.fi/index_jtyoy.html.

Jussila Minna M. 2006. Vuohenherneen juuristobakteerista hyödyntävä öljymaiden biopuhdistusmenetelmä [verkkodokumentti]. [Viitattu 12.2.2007]. Ekoasiaa, 3. S. 8-9. ISSN 1239-5390. Saatavissa:

<http://www.publico.com/media/2124/fi/Ekoasiaa+3+2006.html>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2001. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti]. Nro A 1026. Dnro 0400Y0326-121. Annettu 10.4.2001 [viitattu 9.4.2007]. 33 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=4392&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2002. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti]. Nro A 1031. Dnro 0401Y0898-121. Annettu 26.3.2002 [viitattu 20.3.2007]. 33 s. + liitt. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=4012&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2003. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti]. Nro A 1186. Dnro KAS-2003-Y-105-111. Annettu 16.12.2003 [viitattu 5.4.2007]. 53 s.

Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=6727&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2004a. Päätös [verkkodokumentti]. Nro A 1092.

Dnro KAS-2004-Y-11-111. Annettu 2.7.2004 [viitattu 23.4.2007]. 31 s. Saatavissa

PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=20100&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2004b. Päätös [verkkodokumentti]. Nro A 1146.

Dnro KAS-2003-Y-706-111. Annettu 15.10.2004 [viitattu 6.4.2007]. 34 s. + liitt. 2 s.

Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=24976&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2004c. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti].

Nro A 1183. Dnro KAS-2004-Y-174-121. Annettu 28.12.2004 [viitattu 9.4.2007]. 13 s.

Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=28601&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2005a. Itäisen suomenlahden saaristo ja vedet [val-

tion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 19.8.2005 [viitattu 25.10.2006]. Saa-

tavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=3769&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2005b. Päätös [verkkodokumentti]. Dnro

0496Y0282-121. Annettu 15.7.2005 [viitattu 21.3.2007]. 14 s. Saatavissa PDF-

tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=38400&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2006a. Ympäristölupapäätökset 2003 [valtion ym-

päristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 16.10.2006 [viitattu 5.4.2007]. Saatavissa:

<http://www.environment.fi/default.asp?node=7699&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2006b. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti].

Nro A 1057. Dnro KAS-2005-Y-348-111. Annettu 22.5.2006 [viitattu 20.3.2007]. 17 s.

+ liitt. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=51461&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2006c. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti]. Nro A 1095. Dnro KAS-2005-Y-493-111. Annettu 12.9.2006 [viitattu 6.4.2007]. 28 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=56438&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2006d. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti]. Nro A 1116. Dnro KAS-2006-Y-181-111. Annettu 16.11.2006 [viitattu 20.3.2007]. 41 s. + liitt. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=59485&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2007a. Kuulutus [verkkodokumentti]. Nro B 1074. Dnro KAS-2007-Y-60-111. Julkaistu 9.3.2007 [viitattu 26.3.2007]. 1 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=64441&lan=fi>.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2007b. Vireillä olevat ympäristölupa-asiat [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 5.4.2007 [viitattu 5.4.2007]. Saatavissa: <http://www.environment.fi/default.asp?node=7697&lan=fi>.

Kojo Marjo-Riitta. 1988. Öljyisten jätteiden käsittely. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 92. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 42 s. + liitt. 26 s. ISBN 951-47-0307-3. ISSN 0783-3288.

Kymenlaakson Jäte Oy. Tavanomaisen jätteen kaatopaikka [Kymenlaakson Jäte Oy:n www-sivuilla]. [Viitattu 9.4.2007]. Saatavissa:

<http://www.kymenlaaksonjate.fi/toiminnot/loppusijoitus.php>.

Kymenlaakson maakunta. Kunnat [Kymenlaakson www-sivuilla]. [Viitattu 19.10.2006]. Saatavissa: <http://www.kymenlaakso.fi/internet.htm?kunnat>.

L 3.12.1997/1072. Jätelaki. [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 24.10.2006]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931072>.

L 26.5.2000/489. Laki aluksista aiheutuvan vesien pilaantumisen ehkäisemisestä annetun lain muuttamisesta [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 22.12.2006]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000489>.

L 30.12.2004/1408. Laki aluksista aiheutuvan vesien pilaantumisen ehkäisemisestä annetun lain muuttamisesta [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 22.12.2006]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20041408>.

Lehmuskoski Antti (toim.) 2003. Öljyntorjuntaopas - Ohjeita öljyyntyneiden rantojen puhdistamisesta [verkkodokumentti]. Suomen WWF:n raportti 19. Helsinki: WWF. Päivitetty 8.2003 [viitattu 24.10.2006]. 17 s. ISBN 952-5245-09-9. ISSN 0788-0804. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/oljyntorjuntaopas.pdf>.

Lehmuskoski Antti (toim.) 2006. Öljyntorjuntaopas - Ohjeita öljyyntyneiden rantojen puhdistamiseksi [verkkodokumentti]. WWF Suomen raportti nro 19. 2. painos. Helsinki: WWF. Päivitetty 2006 [viitattu 4.5.2007]. 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.

Lindqvist Aino, Lettenmeier Michael ja Saari Arto. 2005. Meriliikenteen aiheuttama luonnonvarojen kulutus (MeriMIPS) [verkkodokumentti]. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 58/2005. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö. Julkaistu 25.8.2005 [viitattu 30.10.2006]. 88 s. + liitt. 19 s. ISBN 952-201-417-6 (Painettuna: ISBN 952-201-416-8). ISSN 1795-4045 (Painettuna: ISSN 1457-7488). Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.mintc.fi/oliver/upl782-Julkaisuja%2058_2005.pdf.

Lounais-Suomen ympäristökeskus. 2001. Fortum Oil and Gas Oyj:n Naantalın öljynjalostamolle jätelupa [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Julkaistu 2.1.2001 [vii-

tattu 7.3.2007]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=18079&lan=fi>.

Lounais-Suomen ympäristökeskus. 2006. Turun jätteenpolttolaitokselle ympäristölupa [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Julkaistu 28.3.2006 [viitattu 6.4.2007].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=176994&lan=fi>.

Lumiario Riku et al. 2002. Mitä jos Espanjan rannikon edustalla tapahtunut öljyonnettomuus olisikin sattunut Suomenlahdella [Itämeriportaali]. Merentutkimuslaitos. Päivitetty 23.3.2005 [viitattu 31.10.2006]. Saatavissa:

<http://www3.fimr.fi/fi/itamerikanta/bsds/810.html>.

Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2006. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti]. Nro 29/2006/2. Dnro LSY-2004-Y-120. Annettu 31.10.2006 [viitattu 7.3.2007]. 151 s. + liitt. 10 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=58483&lan=sv>.

Markkanen Tuula. 1998. Selvitys saastuneiden maamassojen alueellisesta käsittelystä eteläisessä Suomessa. Suomen ympäristö 227. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, ympäristönsuojelu. 79 s. ISBN 952-11-0312-4. ISSN 1238-7312.

Medred Craig. 1989a. Once Oil Hit the Water, the Cause Was Lost [Anchorage Daily Newsin [www-sivuilla](http://www.sivuilla)]. Päivitetty 17.9.1989 [viitattu 22.11.2006]. S. Nation A1. Saatavissa: <http://www.adn.com/evos/stories/EV140.html>.

Medred Craig. 1989b. Shovel And Bag: Clening Gulf Beaches Is Slow And Hard [Anchorage Daily Newsin www-sivuilla]. Päivitetty 25.5.1989 [viitattu 22.11.2006]. S. Nation A1. Saatavissa: <http://www.adn.com/evos/stories/EV141.html>.

Metsähallitus. 2005. Itäisen Suomenlahden luonto [Luontoon.fi-verkkopalvelu]. Päivitetty 24.3.2005 [viitattu 25.10.2006]. Saatavissa:

<http://www.luontoon.fi/page.asp?Section=139>.

Midland. 2006. Midland öljykirja [verkkodokumentti]. Julkaistu 1.7.2006 [viitattu 8.12.2006]. 42 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.midland.fi/pdf-box/esite/Midland_oljykirja%201.7.2006.pdf.

Moller T.H. 1997. The Nakhodka Oil Spill Response - The Technical Adviser's Perspective [verkkodokumentti]. Technical Team Manager, ITOPF. Petroleum Association of Japan (PAJ) Oil Spill Symposium 97. Japani, Tokio. Esitely 10–11.7.1997 [viitattu 9.12.2006]. s. 11. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.itopf.com/paj_97.pdf.

Moller T.H. 2002. Recovery of sunken oil in the Sea of Marmara [verkkodokumentti]. Englanti, Lontoo. Päivitetty 2002 [viitattu 27.11.2006]. ITOPF. 16 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.itopf.com/recovery.pdf>.

Mroueh Ulla-Maija. 1996. Osa 3. Kunnostus. Teoksessa: Mroueh Ulla-Maija, Järvinen Hanna-Liisa ja Lehto Olli. Saastuneiden maiden tutkiminen ja kunnostus. Teknologia katsaus 47/96. Helsinki: Teknologian kehittämiskeskus. S. 99–173. ISBN 951-53-0743-0. ISSN 0782-5420.

Mroueh Ulla-Maija et al. 2004. Pilaantuneiden maiden kunnostushankkeiden hallinta [verkkodokumentti]. VTT tiedotteita 2245. Espoo: VTT [viitattu 28.11.2006]. 317 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://virtual.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2245.pdf>.

Myrberg Kai ja Andrejev Oleg. 2002. Malli Suomenlahden virtauksista [Merentutkimuslaitoksen www-sivuilla]. Päivitetty 19.2.2002 [viitattu 31.10.2006]. Saatavissa: http://www.fimr.fi/fi/tutkimus/ekomallit/Suomenlahden_virtaukset/virtauskuva.html.

Niska Leena. 2004. Malminetsinnällisiä maaperä- ja kultahippitutkimuksia Ruoselässä Sodankylän kunnassa. Pro Gradu. Oulu: Oulun yliopisto, Geotieteiden laitos, Geologian osasto. 84 s. + liitt. 31 s.

Nynas. 2005. Bitumin Turvallinen käsittely - Käyttöopas [verkkodokumentti]. Belgia: Nynas Belgium AB Julkaistu lokakuussa 2005 [viitattu 31.10.2006]. 55 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

http://www.nynas.com/documents/bitumen/Safety_material_2006/Nynas_booklet_FIN_NISH.pdf.

Oulasvirta Panu. Itäinen Suomenlahti (Pellinki – Virolahti) [Aaltojen alla www-sivuilla]. Saatavissa: http://www.aaltojenalla.fi/cgi-bin/bsbw/search.cgi?loc=1&22=22&lang=fin&file=Elinymparistot&mark=&tm=university&tm_d=content_1&menu=menu3.

Paatero Jaakko, Lehtokari Markku ja Kemppainen Erkki. 1984. Kompostointi. Porvoo: WSOY. 269 s. ISBN 951-0-12502-4.

Page David ja Gilfillan Edward. 2003. Shoreline Conditions in the Exxon Valdez - Prince William Sound, Alaska 1989–2003 [Valdez Sciencen www-sivuilla]. Bowdoin College [viitattu 21.11.2006]. Saatavissa: <http://www.valdezresearch.com/dspArticle.cfm?catID=14&artID=1168&artSecID=1165>.
5. Yhdysvaltalaisen ExxonMobilin tukema tutkimus.

Pasanen Jaana. 1991. Öljyisen maan ja jätteen mikrobiologinen puhdistus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A 76. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 76 s. ISBN 951-47-4720-8. ISSN 0786-9592.

Penttinen Riina. 2001. Maaperän ja pohjaveden kunnostus - Yleisimpien menetelmien esittely [verkkodokumentti]. Suomen ympäristökeskuksen moniste 227. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Julkaistu elokuussa 2001 [viitattu 30.11.2006]. 51 s. ISBN 952-11-0943-2. ISSN 1455-0792. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12461&lan=fi>.

Perkiökangas Jaakko et al. 2006. Öljyonnettomuuden jälkeen – Johdatus öljyntyneiden rantojen puhdistamiseen [video]. WWF, ELF. Kuvattu 7.-9.11.2005 [viitattu 26.10.2006]. Saatavissa:

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

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

Pitkänen Kimmo. 2005. Asiantuntijagallup [Bioteknologia.infon www-sivuilla]. Bioteknologia Info - Tietolehti bioteknologiasta, 3: 4. S. 8-9. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.bioteknologia.info/lehti/fi_FI/lehti/.

PWSRCAC. 2006. History of PWSRCAC and the Exxon Valdez Oil Spill [PWSRCAC:n www-sivuilla]. Päivitetty 5.12.2006 [viitattu 11.12.2006]. Saatavissa: <http://www.pwsrcac.org/about/history.html>.

Relander Anja, Aho Jaana ja Korkealaakso Juhani. 1999. Saastuneen maaperän ja pohjaveden in situ -puhdistusmenetelmät - Katsaus kansainväliseen tarjontaan ja sovelluksiin. VTT Tiedotteita 1999. Espoo: VTT. 98 s. ISBN 951-38-5612-7. ISSN 1235-0605.

Russell John et al. 2001. Exxon Valdez Oil Spill, Cleanup, and Litigation: A Collection of Social-Impacts Information and Analysis [verkkodokumentti]. Final Report, Volume I: Final Comprehensive Report. Kalifornia: Impact Assessment, Inc. Päivitetty elokuussa 2001 [viitattu 11.12.2006]. 97 s. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.mms.gov/alaska/reports/2001rpts/2001_058/volume1a.pdf.

Rytkönen Jorma ja Liukkonen Seppo. 1995. Öljyn biohajoavuuden tehostaminen merellisessä öljyntorjunnassa. Vesitalous, 36:5. S. 1-5. ISSN 0505-3838.

Rytkönen Jorma ja Liukkonen Seppo. 1997. Raakaöljyn biologinen hajoaminen ja miten hajoamista voidaan edistää rantavyöhykkeellä. *Vesitalous*, 38:1. S. 23–25. ISSN 0505-3838.

Saavalainen Heli. 2006. Venäjä valmistautuu Suomenlahdella kemialliseen öljyntorjuntaan [Helsingin sanomien www-sivuilla]. Julkaistu 1.10.2006 [viitattu 17.11.2006]. Saatavissa:

<http://www.hs.fi/kotimaa/artikkeli/Ven%C3%A4j%C3%A4+valmistautuu+Suomenlahdella+kemialliseen+%C3%B6ljyntorjuntaan/1135222012181>.

Salvor Oy. 2006. Salvor Oy:n käsittelykeskus pilaantuneille maille ja teollisuuden jätteille - Kotka, Heinsuo - Ympäristövaikutusten (YVA) arviointiselostus [verkkodokumentti]. [Viitattu 7.3.2007]. 109 s. + liitt. 12 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

http://www.salvor.fi/pdf/Salvor_Heinsuo.pdf.

Sarkkila Jouni, Mroueh Ulla-Maija ja Leino-Forsman Hilikka. 2004. Pilaantuneen maan kunnostaminen ja laadunvarmistus [verkkodokumentti]. *Ympäristöopas 110*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus [viitattu 3.10.2006]. 118 s. + liitt. 14 s. ISBN 952-11-1601-3 (Painettuna: ISBN 952-11-1600-5). ISSN 1238-8602. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=13915&lan=fi>.

Sarvala Maija ja Sarvala Jouko (toim.) 2005. Miten voit, Selkämeri? [verkkodokumentti]. *Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4*. Turku: Lounais-Suomen ympäristökeskus.

Julkaistu 14.6.2005 [viitattu 24.10.2006]. 140 s. + liitt. 4 s. ISBN 951-614-053-X (Painettu: ISBN 951-614-052-1). ISSN 1456-1778. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=137051&lan=fi>.

Skinner Samuel ja Reilly William. 1989. The Exxon Valdez Oil Spill - A Report to the President [verkkodokumentti]. The National Response Team. Päivitetty toukokuussa 1989 [viitattu 23.11.2006]. 37 s. + liitt. 31 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

http://www.akrrt.org/Archives/Response_Reports/ExxonValdez_NRT_1989.pdf.

Suomen ympäristökeskus. 2004. Öljy- ja kemikaalivahinkojen torjunta Suomessa [verkkodokumentti]. Päivitetty 25.3.2004 [viitattu 17.10.2006]. 6 s. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=14115&lan=FI>.

Suomen ympäristökeskus. 2005. Vakavimmat öljyonnettomuudet Suomen öljyntorjunnan vastualueella [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 26.1.2005 [viitattu 12.10.2006]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=15015&lan=fi>.

Suomen ympäristökeskus. 2006a. Huomattavimmat alusöljyvahingot vuosina 1969–2006 [verkkodokumentti]. Päivitetty 13.4.2006 [viitattu 8.12.2006]. 6 s. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=49681&lan=fi>.

Suomen ympäristökeskus. 2006b. Pelastustoimen öljyntorjuntakalusto [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 18.5.2006 [viitattu 25.20.2006]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14923&lan=fi>.

Suomen ympäristökeskus. 2006c. Öljyn vaikutukset meriympäristöön [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 10.4.2006 [viitattu 27.10.2006]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=179244&lan=fi>.

Suomen ympäristökeskus. 2007a. Alusonnettomuusriski ja ennakkoturvallisuus [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 9.3.2007 [viitattu 3.4.2007]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=2900&lan=fi>.

Suomen ympäristökeskus. 2007b. Valtion öljyntorjunta-alukset [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 19.1.2007 [viitattu 4.5.2007]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=2972&lan=fi>.

Syvänen Kari (toim.) 2005. Pohjanlahden alueen alusöljy- ja aluskemikaalivahinkojen torjunnan yhteistoimintasuunnitelma [verkkodokumentti]. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen moniste 131/2005. Vaasa: Länsi-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan

ympäristökeskus, Lapin ympäristökeskus. 20 s + liitt. 23 s. Saatavissa PDF-tiedostona:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=47152&lan=FI>.

SÖKÖ. Hankekuvaus [SÖKÖn www-sivuilla]. [Viitattu 15.10.2006]. Saatavissa:
<http://www.kyamk.fi/meri/soko/index.php?kieli=fin&sivu=3>.

Talvenmaa Päivi. 2002. Tekstiilit ja ympäristö [verkkojulkaisu]. 2. painos. Tekstiili- ja vaateusteollisuus ry, Tekstiili- ja Jalkinetoimittajat ry, Tekstiilikauppiaiden Liitto ry [viitattu 10.12.2006]. 87 s. ISBN 952-90-9538-4. Saatavissa PDF-tiedostona:
<http://www.finatex.fi/html/pdf/tykirja.html>.

Tekes. Anjalankoski hyödyntää tarkasti omat prosessitähteet energiaksi [verkkodokumentti]. 4 s. Saatavissa PDF-tiedostona:
http://www.tekes.fi/opet/pdf/anjalankoski_s.pdf.

Terävä Mikko. 2007. Polttolaitoshankkeet etenevät – valmistumisten hidasteena monet mutkat. Uusiouutiset, 18:2. S. 14–17. ISSN 0787-0663.

The Institute for the Advancement of Public Policy, Inc. 2003. Oil Spill Conference: ”Learning from Experience – Fostering Leadership” [verkkodokumentti]. Esitelty 20.–21.11.2003 [viitattu 27.11.2006]. 37 s. + liitt. 16 s. Saatavissa PDF-tiedostona:
<http://www.oilspillconference.com/2003OilSpillProceedings.pdf>.

Total. 2004. Treating Waste from the Erika [verkkodokumentti]. CEDRE Information Convergence. 21.10.2004 [viitattu 10.5.2007]. 9 s. Saatavissa PDF-tiedostona:
http://www.cedre.fr/uk/publication/jourinfo04/1total_gb.pdf.

Total. 2007a. Erika: Timeline [Totalin www-sivuilla]. Päivitetty 9.2.2007 [viitattu 10.5.2007]. Saatavissa:
http://www.total.com/en/group/news/special_report_erika/erika_review_facts/erika_timeline_11371.htm

Total. 2007b. Erika: Waste treatment [Totalin www-sivuilla]. Päivitetty 9.2.2007 [viitattu 10.5.2007]. Saatavissa:

http://www.total.com/en/group/news/special_report_erika/erika_measures_total/erika_waste_treatment_11381.htm.

Tuomi Pirjo ja Vaajasaari Kati. 2004. Monitoroidun luontaisen puhdistumisen (MLP) käyttö pilaantuneiden alueiden kunnostuksessa [verkkodokumentti]. Suomen ympäristö 681. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Julkaistu kesäkuussa 2004 [viitattu 9.2.2007]. 60 s. ISBN 952-11-1637-4 (Painettuna: ISBN 952-11-1641-2). ISSN 1238-7312. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=21426&lan=fi>.

Uudenmaan ympäristökeskus. 2006. Ympäristölupapäätös [verkkodokumentti]. No YS 567. Dnro UUS-2005-Y-585-111. Annettu 12.4.2006 [viitattu 13.4.2007]. 28 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=49614&lan=FI>.

Vahanne Pasi ja Rytönen Jorma. 2005. Riskien hallinta ruoppaus- ja läjityshankkeissa [verkkodokumentti]. VTT. Sedimenttiasioiden koulutuspäivä 17.2.2005, Suomen ympäristökeskus [viitattu 30.11.2006]. 16 s. Saatavissa PDF-tiedostona:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=31238&lan=FI>.

Valo Risto ja Salkinoja-Salonen Mirja. 1988. Biotekniikan sovellukset ympäristönhuollossa. Kemia-Kemi, 15:3. S. 255–259. ISSN 0355-1628.

Veriö Toivo. 1991. Öljyvahinkojen torjunta II - Vesistöjen öljyvahinkojen torjunta.

Suomen palontorjuntaliiton julkaisu. Helsinki: Suomen Palontorjuntaliitto. 304 s. + liitt. 104 s. ISBN 951-9219-49-8.

Vesanto Petri. 2006. Jätteenpolton parhaan käytettävissä olevan tekniikan (BAT) vertailuasiakirjan käyttö suomalaisessa toimintaympäristössä - Jätteenpolton BREF 2006 [verkkodokumentti]. Suomen ympäristö 27/2006. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Julkaistu elokuussa 2006 [viitattu 8.4.2007]. 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>.

VNa 15.5.2003/362. Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 7.4.2007]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030362>.

VNa 1.3.2007/214. Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 7.3.2007]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>.

VNp 4.9.1997/861. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 7.12.2006]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970861>.

VNp 18.11.1999/1049. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 7.12.2006]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19991049>.

Volhard Franz ja Westermarck Mikael. 1994. Savirakentaminen – kevytsavitekniikka. Helsinki: Rakennusalan kustantajat. 169 s. ISBN 952-9687-39-7.

Westerholm Henrik. 2003. WWF:n öljyntorjuntakoulutus - Öljyt ja niiden käyttäytymisen meressä [verkkodokumentti]. Espoo: Fortum Oil and Gas Oy, öljyn tutkimus ja teknologia. Päivitetty 21.8.2003 [viitattu 26.10.2006]. Saatavissa PDF-tiedostona: http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/Oljyilaadut_Westerholm.pdf.

YMa 22.11.2001/1129. Ympäristöministeriön asetus yleisempien jätteiden sekä ongelmajätteiden luettelosta [FINLEX - Valtion säädöstietopankki]. [Viitattu 29.11.2006]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20011129>.

Ympäristöministeriö. 2004. Suomenlahden öljykuljetukset kasvavat ennakoitua nopeammin – Itämeri ei kestä suurta öljyonnettomuutta [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Päivitetty 29.9.2004 [viitattu 17.10.2006]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=98363&lan=FI>.

Ympäristöministeriö. 2006. Öljyntorjunnan yhteistyö toimii Suomessa esimerkillisesti [tiedote valtioneuvoston www-sivuilla]. Päivitetty 27.10.2006 [viitattu 2.11.2006]. Saatavissa: <http://www.vn.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedote/fi.jsp?oid=172414>.

Ympäristöministeriö. 2007a. Ehdotus valtakunnalliseksi jätesuunnitelmaksi vuoteen 2016 - Valtakunnallista jätesuunnitelmaa valmistelleen työryhmän mietintö [verkkodokumentti]. Ympäristöministeriön raportteja 3/2007. Helsinki: Ympäristöministeriö. Julkaistu tammikuussa 2007 [viitattu 20.4.2007]. 83 s. ISBN 978-952-11-2561-4. ISSN 1796-170X. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=62105&lan=fi>.

Ympäristöministeriö. 2007b. Maaperää pilaaville haitallisille aineille ohjeavot [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Julkaistu 1.3.2007 [viitattu 7.3.2007]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=224700&lan=fi>.

Ympäristöministeriö. 2007c. Öljyntorjunnan osaamiskeskus Porvooseen [valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu]. Julkaistu 8.2.2007 [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=222035&lan=fi>.

Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. 2006. Taustatietoa toimittajille 27.10.2006 - Ajankohtaiskatsaus Suomen öljyntorjunnasta [verkkotiedote]. Julkaistu 27.10.2006 [viitattu 2.11.2006]. 3 s. Saatavissa PDF-tiedostona: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=58370&lan=fi>.

Suulliset lähteet ja sähköpostiviestit

Aho, Eero. 2007a. Jätehuoltomestari, Kymenlaakson Jäte Oy. Puhelinhaastattelu 5.3.2007.

Aho Olli. 2007b. Toimitusjohtaja, Savaterra Oy. Puhelinhaastattelu 1.3.2007.

Aho Olli. 2007c. Toimitusjohtaja, Savaterra Oy. Puhelinkeskustelu 2.3.2007.

Frantsi Ari. 2007a. Energiapäällikkö, Stora Enso Publication Papers, Kymenlaakso Energia. Sähköpostiviesti 2.3.2007.

Frantsi Ari. 2007b. Energiapäällikkö, Stora Enso Publication Papers, Kymenlaakso Energia. Puhelinhaastattelu 10.4.2007.

Frantsi Ari. 2007c. Energiapäällikkö, Stora Enso Publication Papers, Kymenlaakso Energia. Sähköpostiviesti 12.4.2007.

Hurme Olli. 2007a. Aluepäällikkö, Itä-Suomi. Salvor Oy. Puhelinhaastattelu 26.3.2007.

Hurme Olli. 2007b. Aluepäällikkö, Itä-Suomi. Salvor Oy. Sähköpostiviesti 2.4.2007.

Jokinen Toni. 2006. Projektisihteeri, WWF. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Öljyntorjuntaluento 18.10.2006.

Kantola Timo. 2007a. Projektipäällikkö, Ekokem-Palvelu Oy, Maaperän kunnostuspalvelut, Riihimäki. Puhelinhaastattelu 5.4.2007.

Kantola Timo. 2007b. Projektipäällikkö, Ekokem-Palvelu Oy, Maaperän kunnostuspalvelut, Riihimäki. Sähköpostiviesti 17.4.2007.

Kilpinen Erja. 2006. Myyntipäällikkö, Nordkalk Oyj Abp, Lohja. Helsingin Messukeskus. Ympäristöalojen ammattimessut. Lyhyt keskustelu 20.10.2006.

Markkanen Sami. 2007a. Energiatalousinsinööri, Kotkan Energia Oy. Puhelinhaastattelu 27.2.2007.

Markkanen Sami. 2007b. Energiatalousinsinööri, Kotkan Energia Oy. Puhelinhaastattelu 14.3.2007.

Mukkula Jari. 2007a. Tehdaspäällikkö, Maxit Oy Ab:n Kuusankosken Leca-soratehdas. Puhelinhaastattelu 23.4.2007.

Mukkula Jari. 2007b. Tehdaspäällikkö, Maxit Oy Ab:n Kuusankosken Leca-soratehdas. Puhelinkeskustelu 10.5.2007.

Onikki Petri. 2007. Projektipäällikkö, Ekokem Oy Ab, Riihimäki. Puhelinhaastattelu 10.4.2007.

Piispanen Anne. 2007a. Toimitusjohtaja, Vamy Oy Myllykoski. Puhelinhaastattelu 27.2.2007.

Piispanen Anne. 2007b. Toimitusjohtaja, Vamy Oy Myllykoski. Sähköpostiviesti 2.3.2007.

Rainio Antti. 2007. Voimalaitospäällikkö, Kymin Voima Oy. Puhelinhaastattelu 5.3.2007.

Reponen Pekka. 2007. Ympäristöpäällikkö, Stora Enso Publication Oy Ltd:n Anjalan tehtaat. Puhelinhaastattelu 26.2.2007.

Uimarihuhta Heli. 2007a. Projekti-insinööri, Ekokem-Palvelu Oy, Anjalankoski. Puhelinhaastattelu 14.3.2007.

Uimarihuhta Heli. 2007b. Projekti-insinööri, Ekokem-Palvelu Oy, Anjalankoski. Sähköpostiviesti 4.4.2007.

Uimarihuhta Heli. 2007c. Projekti-insinööri, Ekokem-Palvelu Oy, Anjalankoski. Sähköpostiviesti 5.4.2007.

Uotila Jussi. 2007. Tekninen johtaja, Savaterra Oy. Puhelinhaastattelu 27.2.2007.

Kymenlaakson alueen eri käsittelymenetelmien haastattelupohja

Öljyvahinkojätteen käsittely Kymenlaakson alueella

Haastattelu-aika: ____ . ____ . 2007

Yritys: _____

Sijainti: _____

Haastateltavan nimi: _____

Tehtävänimike: _____

Yhteystiedot: _____

Käsiteltäväksi soveltuva öljyvahinkojäte

Käsittelymenetelmä: _____

Mitä yleensä käsitellään: _____

Minkälaiselle öljyiselle jätteelle käsittely soveltuu (rasti, jos soveltuu):

Öljy & merivesiÖljy & maa-aines*Käsiteltäväksi soveltuvat (rasti, jos soveltuu)*

kivet



sora



hiekkä



siltti, savi ja muta



sedimentti

*Paljonko jäte saa sisältää eri maa-aineksia:* _____Öljy & orgaaninen aines*Käsiteltäväksi soveltuvat (rasti, jos soveltuu)*

kaislikot



pensaat



risut ja oksat



ajopuut



turve

*Paljonko jäte saa sisältää orgaanista ainesta:*

max. ____ %

Öljy & varusteet*Käsiteltäväksi soveltuvat (rasti, jos soveltuu)*

kertakäyttöhaalarit



muovipussit ja jätessäkit



rikkinäiset ämpärit

suojahanskat

öljymatot

Kuolleet eläimet

Käsittely onnistuu heti kyllä ei

Kannattaako eri öljyvahinkojätteitä sekoittaa: kyllä ei

Mitä ja miksi: _____

Jätteen öljypitoisuus: min. _____ % max. _____ % yleensä _____ %

Käsiteltäväksi soveltuvat (rasti, jos soveltuu)

kevyet öljyalaadut (benssiini)

keskiraskaat öljyalaadut (kevyt polttoöljy)

raskaat öljyalaadut (raskas polttoöljy)

raakaöljy

Tarkemmin tietoa öljyalaatujen rajoituksista: _____

Jätteen kosteuspuitoisuus: min. _____ % max. _____ % yleensä _____ %

Käsittelyyn soveltuvan jätteen pH: _____

Muita käsittelyä rajoittavia jätteen ominaisuuksia: _____

Kokemuksia öljyisestä jätteestä

Minkälaista öljyistä jätettä on käsitelty: _____

Suurin käsitelty öljypitoisuus (huom. öljyalaatu): _____

Kapasiteetti ja käsittelyaika: _____

Öljypitoisuus, joka käsittelyllä saavutettiin: _____

Lopputuotteiden käsittely ja loppusijoitus: _____

Öljyisen jätteen aiheuttamat ongelmat: _____

Öljyvahinkojätteen välivarastointi

Voidaanko käsittelyalueella välivarastoida öljyvahinkojätettä: kyllä ei

Paljonko alueella arvioidaan voitavan välivarastoida öljyvahinkojätettä

ympäristöluvan perusteella: _____

muuten: _____
 Onko lupaan tulossa muutoksia: kyllä ei
Minkälaisia muutoksia: _____

Välivarastoitavan jätteen rajoituksia: _____

Missä välivarastointi tapahtuu: _____

Mitä tapahtuu jätteestä valulle vedelle: _____

Voidaanko välivarastoinnin aikana parantaa jätteen soveltuvuutta käsittelyyn: kyllä ei

Miten: _____

Tutkiminen ja esikäsittely

Tuleeko jätettä tutkia ennen käsittelyä: kyllä ei
Mitä tutkimuksella selvitetään: _____

Missä tutkimus tapahtuu: _____

Miten kauan tutkimus kestää: _____

Miten jätettä tulee esikäsitellä (rasti, jos suoritetaan):

seulonta

Minkä kokoiset palat halutaan pois: _____

murskaus

magneettierottelu

sekoitus

muu käsittely

mikä muu käsittely: _____

Mitä jätteeseen lisätään (rasti, jos lisätään):

kalkkia

turvetta

ravinteita

kemikaaleja

sementtiä

bitumia

tuhkaa

lisäaineita

vettä
 muuta

Mitä muuta lisätään: _____

Käsittely

Onko öljyvahinkojätteen käsittelyyn ympäristölupa:

kyllä ei

Onko lupaan tulossa muutoksia:

kyllä ei

Minkälaisia muutoksia ja milloin: _____

Pitääkö prosessiin tehdä muutoksia ennen öljyvahinkojätteen käsittelyä:

kyllä ei

Mitä muutoksia ja miksi: _____

Kauan muutosten tekeminen kestää: _____

Missä käsittely tapahtuu: _____

Arvio käsittelykapasiteetista: _____ t/d _____ t/a

Käsittelyaika ja öljypitoisuuden vaikutus siihen: _____

Miten käsittelyä voidaan tehostaa: _____

Miten usein öljypitoisuutta mitataan käsittelyn aikana: _____

Onnistuuko käsittely ympäri vuoden:

kyllä ei

Miksi ei onnistu: _____

Öljypitoisuus, johon käsittelyllä päästään: _____ %

Millä öljypitoisuudella jätettä jatkokäsitellään: _____ %

Miten jätettä voidaan jatkokäsitellä: _____

Mitä tapahtuu lopputuotteelle/lopputuotteille: _____

Miten jätteen käsittely tapahtuu: _____

Öljyvahinkojätteen aiheuttamat ongelmat: _____

Onko prosessiin tulossa muutoksia lähiaikoina:

kyllä ei

Minkälaisia muutoksia ja milloin: _____

Muutosten vaikutus öljyvahinkojätteen käsittelyyn: _____

Siirrettävä laitteisto

Laitteiston suositeltava sijoituspaikka: _____

Paljonko jätettä tulee olla kerättynä ennen kuin laitteistoa aletaan siirtää: _____ t

Kauan kestää laitteiston siirtäminen ja valmiiksi laittaminen: _____

Laitteiston vaatima tilantarve: _____

Mitä laitteistoa varten tulee järjestää käsittelypaikalle:

vettä	<input type="checkbox"/>
sähköä	<input type="checkbox"/>
polttoainetta	<input type="checkbox"/>
muuta	<input type="checkbox"/>

Mitä muuta: _____

Kenen tehtävänä on hoitaa vaadittavat järjestelyt: _____

Päästöt

Mitä päästöjä aiheutuu (rasti aiheutuvat päästöt):

ilma

Mitä ilmapäästöille tehdään: _____

vesi

Mitä vesipäästöille tehdään: _____

seulaylite

Mitä seulaylitteelle tehdään: _____

muu

Mitä muita päästöjä aiheutuu ja mitä niille tehdään: _____

Aiheuttavatko päästöt ongelmia käsiteltäessä öljyistä jätettä: kyllä ei

Mikä aiheuttaa ongelmia: _____

Kaatopaikka

Onko alueella kaatopaikka: kyllä ei

Mikä kaatopaikka:

ongelmajätteen	<input type="checkbox"/>
tavanomaisen jätteen	<input type="checkbox"/>
pysyvän jätteen	<input type="checkbox"/>

teollisuuden

Paljonko ympäristöluvan perusteella kaatopaikalle voidaan sijoittaa

lievästi pilaantuneita maita _____ t/a

voimakkaasti pilaantuneita maita _____ t/a

ongelmajätteitä _____ t/a

