

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

BH10A0300 Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari

PILAANTUNEEN MAAPERÄN TUNNISTAMINEN

JA KUNNOSTAMINEN

Identification and renovation of spoiled soil

Työn tarkastaja: Professori, TkT Mika Horttanainen

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, DI Juha Viholainen

Lappeenrannassa 11.12.2012

Annika Vaittinen

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	2
1.1 Mittaukset ja lainsäädäntö.....	2
1.2 Pilaantuminen.....	3
1.3 Maaperän kunnostaminen	3
2 MAAPERÄN PILAANTUMINEN	5
2.1 Haitta-aineet.....	6
3 PIMA-ASETUS JA RISKIARVIOINTI.....	7
3.1 PIMA-asetus.....	7
3.2 Riskien arviointi.....	11
4 MAAPERÄMITTAUKSET.....	13
4.1 Mittausten suunnittelu ja ennakkovalmistelut.....	13
4.2 Mittausten toteutus ja laitteisto	13
4.2.1 Kolorimetriset testit.....	15
4.2.2 Fotoionikondensaattorit.....	15
4.2.3 Röntgenfluoresenssianalysaattorit.....	16
5 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN KUNNOSTAMINEN	16
6 ESIMERKKITAPAUUS: LAPPEENRANNAN HUHMARNIEMEN PILAANTUNEEN MAAPERÄN KUNNOSTAMINEN	17
6.1 Pilaantumisen esilletulo ja välittämät toimenpiteet.....	18
6.2 Terveystilatilatutkimukset.....	19
6.3 Valmistelut kunnostamista varten	19
6.4 Kunnostaminen	20
6.4.1 Puisto.....	21
6.4.2 Kastelualtaan alue	21
6.4.3 Leikkikenttä	21
6.4.4 Huhmarniemen asuinalue.....	21
6.4.5 Alueen tarkkailu ja uudelleen rakentaminen.....	22
6.4.6 Kustannukset.....	23
7 YHTEENVETO.....	24
LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

Maaperän pilaantuminen tarkoittaa sitä, että ihmisen toiminnan myötä maaperään joutuneet myrkyt ja muut haitta-aineet voivat olla vaaraksi ihmisille ja ympäristölle. Pilaantuminen voi tapahtua pitkän ajan kuluessa tai onnettomuuden seurauksena. Tässä työssä tarkastellaan erilaisia menetelmiä ja toimintatapoja pilaantuneisuuden määrittämiseksi Suomessa. Työssä tarkastellaan myös pilaantuneisiin maihin liittyvää lainsäädäntöä ja pilaantuneen maan kunnostusprojektia. Työn tavoitteena on selvittää miten ja miksi maaperä pilaantuu, miten pilaantuneisuutta tutkitaan ja mitä toimenpiteitä tutkimustulokset aiheuttavat.

Kehityksen myötä tieto luonnonsuojelumisesta on kasvanut hurjasti kansalaisten keskuudessa. Nykyään kiinnitetään yhä enemmän huomiota ympäristönsuojeluun ja halutaan ennaltaehkäistä mahdollista ympäristön pilaantumista. Kansalaisten keskuuteen on levinnyt ajatus puhtaasta ja viihtyisästä luonnosta. Näin ollen moni ajattelee ja miettii tekojaan ympäristön kannalta. Terveysteen ja viihtyvyyteen kiinnitetään yhä enemmän huomiota.

1.1 Mittaukset ja lainsäädäntö

Lainsäädäntö ja erilaiset standardit ohjaavat mittauksien tekemistä. Erilaiset laitteet soveltuvat erilaisille maa-alueille ja niillä voidaan mitata erilaisia ainepitoisuuksia. Jotkin laitteista antavat tarkkoja tuloksia kenttäolosuhteissa, mutta yleensä laboratoriolaitteistot antavat tarkimmat tulokset. Olennaista mittausten toteutuksessa ja puhdistustarpeen arvioinnissa on se, miten maaperä on pilaantunut ja kuinka laajan alueen se käsittää. On myös otettava huomioon, millaisessa käytössä maa-alue on, kuten esimerkiksi asutusalueena tai vaikka luonnonsuojelualueena. Alueen historian tunteminen on olennaista, sillä haitta-aineet voivat vaikuttaa maassa vielä pitkäänkin toiminnan lopettamisen jälkeen ja aiheuttaa muun muassa terveysriskejä.

Suomen ympäristölaki ja maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi, valtioneuvoston asetus 214/2007, myöhemmin PIMA-asetus, ohjaavat mittausten tekoa ja raportointia. Yleensä maa-alueelle, jolle aiotaan rakentaa jotakin tai jolta on poistettu

käytöstä jokin teollisuuslaitos esimerkiksi saha, tehdään myös riskiarviointi. Riskiarvioinnin avulla voidaan kartoittaa mahdolliset tulevaisuudessa ilmenevät ongelmat.

1.2 Pilaantuminen

Suomessa pilaantuminen aiheutuu yleisimmin sahojen ja puunkäsittelylaitosten toiminnasta sekä polttoaineenjako pisteiden toiminnasta. Myös kaivostoiminta aiheuttaa pilaantumista Suomessa. Äkkinäisiä paikallisia pilaantumisia tapahtuu esimerkiksi onnettomuuksien seurauksena.

Öljihiilivedyt ja raskasmetallit ovat yleisimpiä pilaantumisen aiheuttajia. Myös erilaiset puunkäsittelyaineet ja –jalostusaineet ovat vaaraksi. Maaperässä pilaantunut maa-aines voi levitä varsin laajalle alueelle. Haitta-aineet voivat myös päätyä ilmaan, vesistöihin tai pohjavesiin. Terveysriskejä aiheutuu, mikäli hengitetään paljon pölyä, joka on peräisin pilaantuneesta maasta. Pienten lasten kanssa ongelmia voi syntyä maa-aineksen joutuessa suuhun. Suomessa epäillään olevan kaikkiaan noin 4000 aluetta, jotka sijaitsevat pohjavesialueilla ja ovat pilaantuneita, tai epäillään olevan pilaantuneita tai ovat jo puhdistettuja. (Valtion ympäristöhallinto 2011 b)

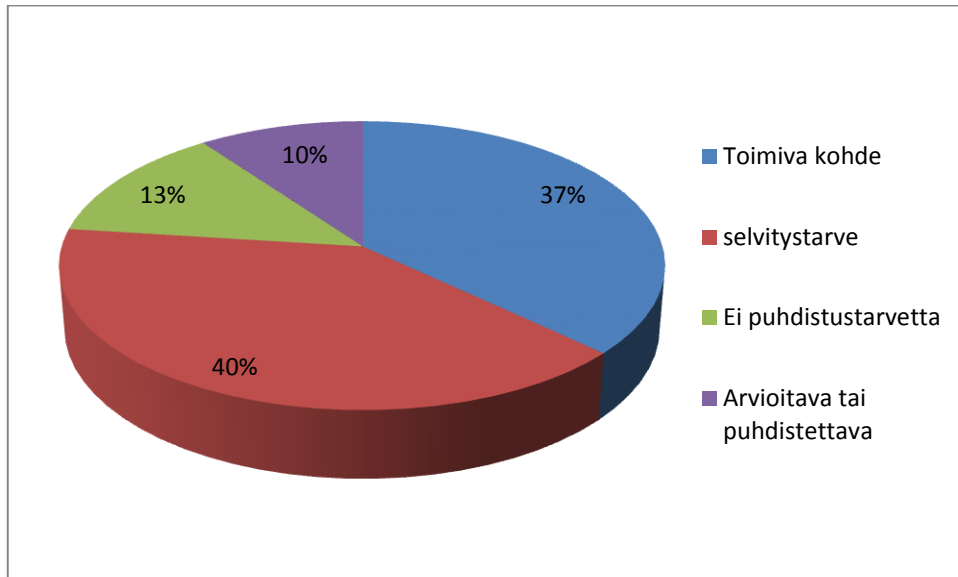
1.3 Maaperän kunnostaminen

Toimiva kohde on sellainen, jossa käsitellään tai varastoidaan haitallisia aineita. Mikäli tällaisessa kohteessa toiminta lopetetaan tai se muuttuu, on alueelle tehtävä tarvittaessa selvitys maaperän tilasta. (Valtion ympäristöhallinto 2011 b)

Alueella, jolla on selvitystarve, on harjoitettu mahdollisesti pilaavaa toimintaa. Siellä on käsitelty mahdollisesti ympäristölle haitallisia aineita ja ne ovat voineet päätyä maaperään. Näin kuitenkin ei aina ole. Mikäli alue myydään, sille meinataan rakentaa tai siellä ilmenee haittoja, jotka johtuvat maaperän pilaantumisesta on tarkempien tietojen hankinta välttämätöntä. (Valtion ympäristöhallinto 2011 b)

Arvioitavalla tai puhdistettavalla alueella tiedetään olevan haitallisia aineita ja niiden määrä on selvitettävä ja alue puhdistettava, mikäli pilaantuminen on vakavaa. Alue, jolla ei ole puhdistustarvetta on todettu tutkimusten perusteella puhtaaksi tai on jo puhdistettu

viranomaisten toimesta. Kaikkia kohteita ei kuitenkaan tarvitse kunnostaa, etenkin suuressa määrin. Suomessa on kuitenkin paljon alueita, joiden tilasta tarvittaisiin selvitys. Kuvassa 1 on esitetty eri kohteiden jakautuminen toimintatarpeen mukaan. (Valtion ympäristöhallinto 2011 b)



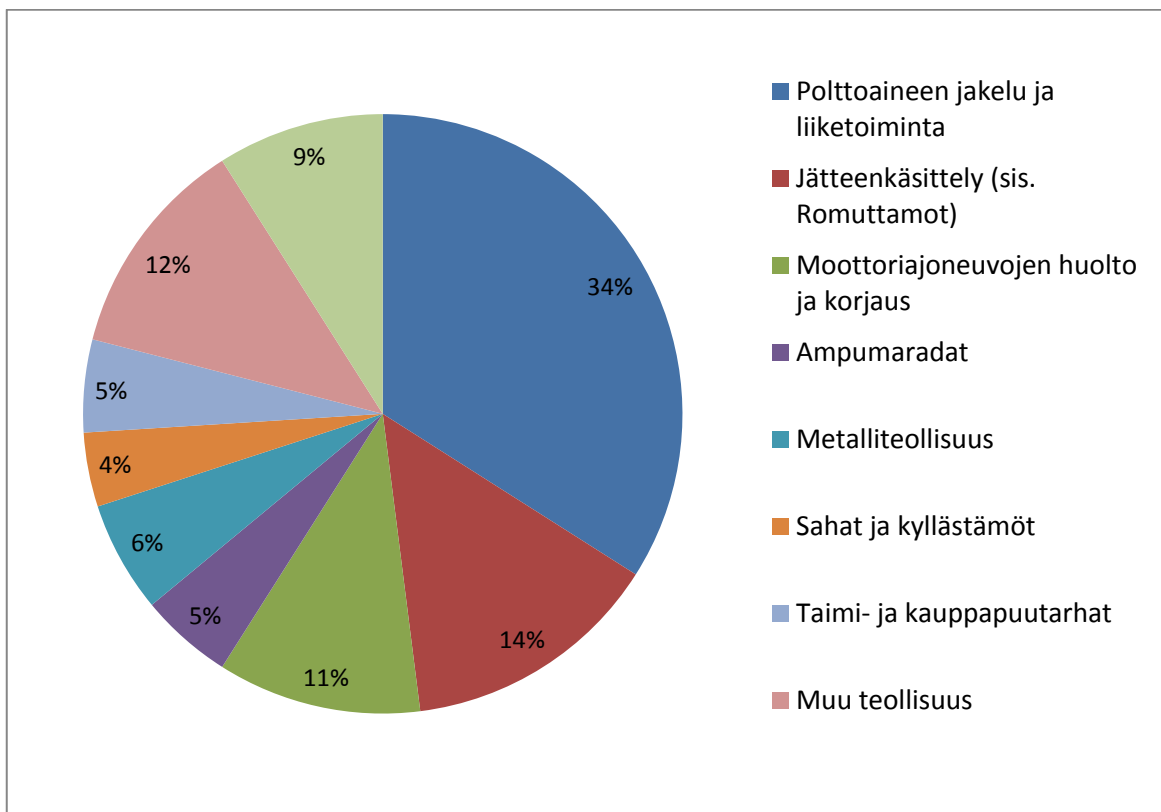
Kuva 1. Maaperän tilan tietojärjestelmään merkittyjen kohteiden jakautuminen alueen toimenpidetarpeen mukaisiin luokkiin. (Valtion ympäristöhallinto 2011 b)

Erilaiset maaperänpuhdistus- ja kunnostushankkeet ovat Suomessa hyvin yleisiä. Kunnat ja kaupungit suorittavat näitä muun muassa asutusalueilla ja maanomistajat omilla maillaan. Lappeenrannan Huhmarniemen pilaantuneen maaperän kunnostaminen on ollut yksi Suomen suurimmista kunnostushankkeista kuntakokoon suhteutettuna, jonka kunta on teettänyt. Toisena osapuolena tässä projektissa oli UPM-Kymmene Oy:n Kaukaan tehdas. (Lappeenrannan kaupunki 2005)

Lappeenrannan Huhmarniemen lisäksi Suomessa on tehty paljon muitakin suuria puhdistusoperaatioita. Helsingissä Arabianrannassa maa oli pilaantunutta keramiikkatoiminnan jäljiltä. Liejun ja saven päällä kellui paikoitellen jopa 5 metriä sekalaista tavaraa, joka sisälsi keraamisen teollisuuden jätteitä ja jätepaperia. Tutkimuksia varten kaivettiin 350 koekuoppaa, joista otettiin näytteitä. Näytteet sisälsivät mm. lyijyä ja sinkkiä sekä öljyhiilivetyjä sisältäviä yhdisteitä. Suurin osa pilaantuneesta maasta jätettiin paikoilleen ja vain 10 % vietiin pois. Pilaantunut maa peitettiin paalulaatoilla ja sen päälle tuotiin puhdasta maata. Talot rakennettiin paaluille ja pihat ja kadut paalulaatoille. Tämän hankkeen kustannukset olivat noin 3,5 miljoonaa euroa. (Ympäristögeotekniikka)

2 MAAPERÄN PILAANTUMINEN

Suomessa yleisimmät pilaantumisen aiheuttajat ovat muun muassa sahat, huoltoasemat, puunkyllästämöt sekä kaatopaikat. Lähes kolmannes pilaantumisista johtuu polttoaineen jakelusta. Koska maaperä on heterogeeninen ympäristö, haitta-aineet leviävät siihen epätasaisesti sekä maan päällä että maan alla. Kuvassa 2 on esitetty pilaannuttavan toiminnan jakautuminen eri aloille. (Laakso 1999, 13)



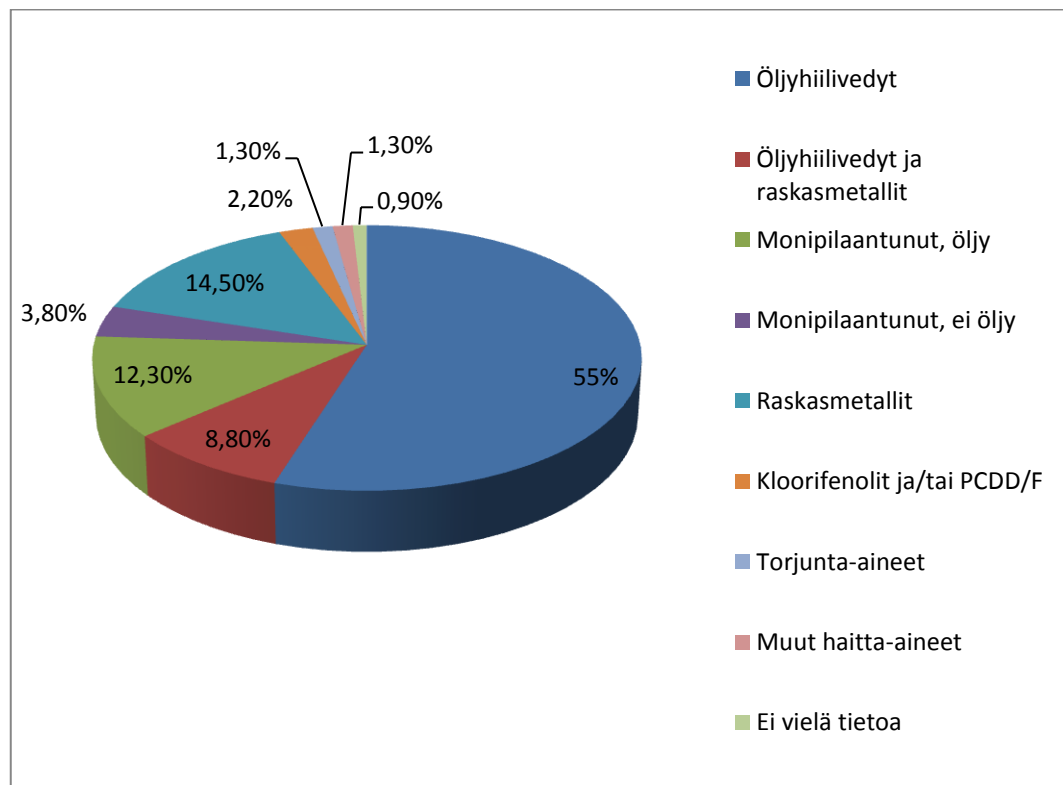
Kuva 2. Maaperän tilan tietojärjestelmään merkittyjen kohteiden jakautuminen alueella harjoitetun toiminnan mukaan. (Laakso 1999)

Pilaantumista aiheuttavat aineet leviävät maaperässä usein veden välityksellä. Aineet voivat levitä paikasta toiseen myös muun muassa maansiirron, lastenleikkien tai pölyn mukana. Kaasumaiset haitta-aineet voivat levitä maanvastaisista rakenteista rakennusten sisälle ja näin ollen edelleen ihmisiin. (Lindroos 2008)

2.1 Haitta-aineet

Hyvin usein maaperän pilaantumisen syynä on useampi haitta-aine. Tyypillisimpiä epäorgaanisia aineita ovat erilaiset raskasmetallit kuten lyijy, sinkki, elohopea ja kupari. Myös nikkeli, kromi ja arseeni voivat päätyä maaperään. Näitä aineita ei voida hävittää, vaan kunnostusvaiheessa ne eristetään tai siirretään turvalliseen paikkaan. (Lindroos 2008)

Haitta-aineiden kynnyks- ja ohjearvoja on kuvattu taulukoissa 2,3 ja 4 kappaleessa 3. Yleisimmät haitta-aineet on kuvattu kuvassa 3. (Valtion ympäristöhallinto 2011 b)



Kuva 3. Maaperää pilanneiden aineiden jakauma vuoden 2008 maaperän puhdistamista koskevissa hallintopäätöksissä. (Valtion ympäristöhallinto 2011 b)

Epäorgaanisia aineita on hyvin vähän maaperää pilaavissa aineissa, mutta sen sijaan orgaanisia aineita on lukemattomia. Tyypillisimpiä orgaanisia yhdisteitä ovat erilaiset polttoaineet ja liuottimet. Polyaromaattiset hiilivedyt ja PCB – yhdisteet ovat myös yleisiä. Taulukossa 1 on esitetty erilaisia pilaantuneisuuden lähteitä ja aiheuttajia. (Lindroos 2008)

Taulukko 1. Pilaantumista aiheuttavia aineita.

Toimiala	Haitta-aineet	Haitta-aineiden lähteet
Polttoaineiden jakelu	hiilivedyt, Pb	Poltto- ja lisäaineet
Korjaamot ja romuttamot	hiilivedyt, metallit, PCB	Jäteöljyt, akut, maalit
Sahat ja kyllästämöt	kloorifenolit, dioksiinit, Pah-yhdisteet	Kyllästysaineet
Metalliteollisuus	raskasmetallit, liuottimet, hiilivedyt	Liuottimet, työstöaineet
Ampumaradat	Pb, Ni, antimoni	Haulit, luodit, savikiekot
Kaatopaikat	Mitä vain	Jätteet, ongelmajätteet
Muu teollisuus	raskasmetallit, liuottimet	
Tiet	kloridit, Pb	Tiesuolaus, bensiini

Maaperästä haitalliset aineet ja myrkyt saattavat levitä muualle ympäristöön, kuten pohjavesiin ja sedimenttiin. Myös kasvit ja eliöt ovat vaarassa. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

3 PIMA-ASETUS JA RISKIARVIOINTI

Maaperän pilaantumisen ennaltaehkäisy on tärkeää. Suomen Ympäristönsuojelulaki velvoittaa kaikkia suojelemaan ympäristöään ja rajoittamaan pilaantumista aiheuttavaa toimintaa. Tätä lakia noudatetaan ja sovelletaan niin yksityisellä kuin julkisella sektorillakin. Erilaiset tehtaat ja muut tuotantolaitokset harjoittavat toimintaansa tämän lain puitteissa. (Ympäristöministeriö 2000)

3.1 PIMA-asetus

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi – asetus, eli valtioneuvoston asetus 214/2007, PIMA-asetus, astui voimaan kesäkuussa 2007. Tällainen arviointi on yleensä tarpeen, kun alueella on harjoitettu toimintaa, joka tietävästi aiheuttaa pilaantumista. Tämä arviointi on tärkeä etenkin silloin kun alueella suoritetaan kiinteistökauppoja. (Valtion ympäristöhallinto 2011a)

PIMA-asetuksessa on annettu kynnsarvoja eri pitoisuuksille. Mikäli nämä arvot saavutetaan tai ne ylittyvät, on alueelle tehtävä pilaantuneisuuden arviointi ja arvioitava

puhdistustarve. Kynnysarvo on asetettu pitoisuustasoon, jossa maa-aineksessa olevan haitallisen aineen aiheuttamia ympäristö- ja terveysriskejä voidaan pitää merkityksettömän pieninä. Pitoisuuksiltaan kynnysarvot alittavista maa-aineksista ei pitäisi aiheutua ympäristön pilaantumisen riskiä. Maaperän ohjearvot on asetettu pitoisuustasoon, jonka ylittyessä haitallisesta aineesta aiheutuvaa riskiä ympäristölle tai terveydelle ei voi yleisesti ilman tarkennettua kohdekohtaista arviointia pitää hyväksyttävänä. Ohjearvot määräytyvät siis alueen ja maankäytön mukaan. Alla olevissa taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty eri aineiden ohje- ja kynnysarvoja. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

Taulukko 2. Eri alkuaineiden kynnys- ja ohjearvoja. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

Aine (symboli)	Luontainen pitoisuus mg/kg	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
Metallit ja puolimetallit				
Antimoni (Sb)	0,02 (0,01-0,2)	2	10	50
Arseeni (As)	1 (0,1-25)	5	50	100
Elohopea (Hg)	0,005(<0,005-0,05)	0,5	2	5
Kadmium (Cd)	0,03 (0,01-0,15)	1	10	20
Coboltti (Co)	8 (1-30)	20	100	250
Kromi (Cr)	31 (6-170)	100	200	300
Kupari (Cu)	22 (5-110)	100	150	200
Lyijy (Pb)	5 (0,1-5)	60	200	750
Nikkeli (Ni)	17 (3-100)	50	100	150
Sinkki (Zn)	31 (8-110)	200	250	400
Vanadiini (V)	38 (10-115)	100	150	250

Taulukko 3. Eri yhdisteiden kynnys- ja ohjearvoja. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

Aine (symboli)	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
Klooratut alifaattiset hiilivedyt			
Dikloorimetaani	0,01	1	5
Vinyylikloridi	0,01	0,01	0,01
Dikloorieteenit	0,01	0,05	0,2
Trikloorieteenit	0,01	1	5
Tetrakloorieteenit	0,01	0,5	2
Klooribentseenit			

Triklooribentseenit	0,1	5	20
Tetraklooribentseenit	0,1	1	5
Pentaklooribentseenit	0,1	1	5
Heksaklooribentseenit	0,01	0,05	2
Kloorifenolit			
Monokloorifenolit	0,5	5	10
Dikloorifenolit	0,5	5	40
Trikloorifenolit	0,5	10	40
Tetrakloorifenolit	0,5	10	40
Pentakloorifenolit	0,5	10	20
Torjunta-aineet ja biosidit			
Atratsiini	0,05	1	2
DDT-DDD-DDE	0,1	1	2
Dieldriini	0,05	1	2
Endosulfaani	0,1	1	2
Heptakloori	0,01	0,2	1
Lindaani	0,01	0,2	2
TBT-TPT	0,1	1	2
Öljyhiilivetyjakeet ja oksygenaattit			
MTBE-TAME	0,1	5	50
Bensiinijakeet (C5-C10)		100	500
Keskitisleet (>C10-C21)		300	1000
Raskaat öljyjakeet (>C21-C40)		600	2000
Öljyjakeet (>C10-C40)	300		

Taulukko 4. Eri yhdisteiden kynnys- ja ohjearvoja. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

Aine (symboli)	Luontainen pitoisuus mg/kg	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi Ohjearvo mg/kg
Muut epäorgaaniset				
Syanidi (CN)		1	10	50
Aromaattiset hiilivedyt				
Bentseeni		0,02	0,2	1
Tolueeni			5	25
Etylibentseeni			10	50
Ksyleenit			10	50
TEX		1		
Polyaromaattiset hiilivedyt				
Antraseeni		1	5	15
Bentso(a)antraseeni		1	5	15
Bentso(a)pyreeni		0,2	2	15
Bentso(k)fluoranteeni		1	5	15
Fenantreeni		1	5	15
Fluoranteeni		1	5	15
Naftaleeni		1	5	15
PAH		15	30	100
Polyklooratut bifenyylit (PCB) sekä polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit				
PCB		0,1	0,5	5
PCDD-PCDF-PCB		0,00001	0,0001	0,0015

Maaperä ja – alue on saastunut, mikäli siinä olevan haitta-aineen pitoisuus ylittää huomattavasti alueen luontaisen pitoisuuden ja aineen kokonaismäärä on merkittävä. (Assmuth ja Sorvari 1999, 8)

Mikäli nämä kynnsarvot ylittyvät, on arviointiin ryhdyttävä heti. Maaperää on pilaantunutta, mikäli arvot ovat yli ohjearvojen. Pilaantumisen ja taustapitoisuuksien selvittämiseksi otetaan näytteitä, jotka ovat riittävän hyviä edustamaan aluetta. Haitallisten aineiden tutkimusten tulee perustua luotettaviin menetelmiin. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa on otettava huomioon monia asioita. On selvitettävä maaperässä olevien haitta-aineiden pitoisuudet, kokonaismäärät, ominaisuudet, sijainnit ja niiden taustapitoisuudet. Myös leviämismahdollisuudet on selvitettävä, kuinka laajalle alueelle pilaantuminen voi levitä. Pohjavedet on huomioitava ja niitä on pyrittävä suojelemaan. Ympäristö- ja terveysriskit ja – vaikutukset on arvioitava lyhyellä ja pidemmällä aikatahtimella. On myös huomioitava tutkimusmenetelmien ja – laitteiston epävarmuus ja luotettavuus. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

Alueen käyttöikä kasvattaa epävarmuutta. Pilaantumista aiheuttavat aineet ovat voineet olla monia vuosia piilossa maan alla, eikä kaikesta toiminnasta ja siinä käytetyistä aineista ole olemassa tietoa. Maa-aineksia on saatettu kaivaa ja siirtää tai alueelle tuoda pilaantuneita ylijäämämaita ja jätteitä muualta. Jotkut haitta-aineet ovat voineet kulkeutua alueelta tai niitä on voinut kulkeutua alueelle kauempaa. Epävarmuutta voidaan vähentää riittäväillä ja oikeista kohdista otetuilla näytteillä ja huomioimalla eri haitta-aineiden kulkeutumisominaisuudet. (Valtion ympäristöhallinto 2007)

3.2 Riskien arviointi

Riskiarvioinnissa tunnistetaan ja määritellään riskejä. Riskiarviointi ei ole lain säätelämä asia, vaan vapaaehtoinen. Se on kuitenkin suositeltavaa toteuttaa ja PIMA-asetuksessakin painotetaan riskien kartoittamista hyvissä ajoin. Arviointi suoritetaan pilaannuttavien aineiden tai ennakkotapausten perusteella. Ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan alueen tila ja pilaantuneisuuden vakavuus. Otetaan selvää alueen historiasta ja mahdollisista haitta-aineista, joita voi esiintyä alueella. Selvitetään myös seuraavia asioita:

- Alueella harjoitettu toiminta ja siitä johtuvat mahdolliset haitta-aineet, aineiden käyttömäärät ja ajat
- Entinen, nykyinen ja tuleva maankäyttö
- Ihmisen nykyinen ja mahdollinen tuleva toiminta alueella

- Luonto-olot: kasvillisuus ja eläimistö, valtalajit ja harvinaiset lajit, vesistöt

Tämän jälkeen selvitetään, mihin toimenpiteisiin on ryhdyttävä ja mitä voidaan odottaa puhdistukselta ja kunnostamiselta. Riskiarvioinnin jälkeen tehdään kunnostustarpeenarviointi, mikäli sellainen on tarpeen. Pääasiassa riskiarviointiin sovelletaan PIMA-asetusta, vaikka mitään yhtenäistä ohjetta ei riskiarviointiin ole olemassa. Esimerkiksi rakennuslain nojalla voidaan kieltää rakentaminen alueelle, jonka voidaan olettaa olevan saastunut siten, että se aiheuttaisi haittaa terveydelle. (Assmuth ja Sorvari 1999, 9-14)

Myös seuraavia lakeja ja säädöksiä voidaan soveltaa tapauksen luonteesta riippuen:

- terveydenhoitolaki
- jätelaki
- vesilaki ja – asetus
- rakennuslaki ja – asetus
- ympäristölupamenettelylaki
- laki ympäristövaikutusten arvioinnista
- ilmansuojelulaki
- työturvallisuussäädökset
- kemikaalilaki
- ympäristövahinkovastuulaki

Näiden lisäksi on olemassa myös muita lakeja ja säädöksiä, joita voidaan soveltaa tapauksesta riippuen. (Assmuth ja Sorvari 1999, 9-14)

Myös kunnostusvaiheen riskit on otettava huomioon ja selvitettävä liittykö kunnostustöihin vakavia terveystriskejä. Lain mukaan maaperän pilaaja on velvollinen puhdistamaan ja kunnostamaan sen. Kunnostuksen jälkeen maanomistajalla on seurantavelvollisuus. On myös otettava huomioon kunnostuksen riittävyys ja onko tapahtunut jotain odottamatonta. Riskiarvioinnista on hyötyä myös tulevaisuudessa, mikäli samalla alueella tapahtuu uudelleen pilaantumista tai maa-alue myydään tai siellä aletaan harjoittaa uutta toimintaa. (Assmuth ja Sorvari 1999, 9-14)

Riskiarvioinnilla voidaan myös vaikuttaa alueen julkisuuskuvaan ja taata eliöille puhdas elinympäristö. Jos alueella on harjoitettu pilaannuttavaa toimintaa, voidaan olettaa, että haitallisia vaikutuksia ilmenee.

4 MAAPERÄMITTAUKSET

Yleensä pilaantuminen todetaan juuri ennen rakentamisen aloittamista tai esimerkiksi asutusalueella asukkaat huomaavat pilaantumisen. Jotta mahdollinen maaperän pilaantuminen ja puhdistustarve pystyttäisiin selvittämään, tarkoitusta varten on kehitetty erilaisia maaperämittausmenetelmiä ja tekniikoita.

Mittausten tarkoituksena on selvittää, millaiset aineet ovat saastuttaneet maaperän ja kuinka laaja vahinko on. Mittauksia tehdään yleensä, kun rakennushankkeet tapahtuvat esimerkiksi entisen kaatopaikan tai bensa-aseman päällä tai läheisyydessä. Yleensä pilaantumisen aiheuttaja tai maanomistaja teettää mittaukset ja arvioinnit. Mittaukset teetetään maaperämittauksiin erikoistuneilla yrityksillä. Suurin syy mittausten tekemiseen ovat viranomaisvaatimukset. Muita syitä tällaisten mittausten tekemiseen ovat muun muassa terveys- ja ympäristöhaitat sekä viihtyisyyteen vaikuttavat seikat.

4.1 Mittausten suunnittelu ja ennakkovalmistelut

Ennen mittausten toteutusta tehdään mittaussuunnitelma ja tutustutaan alueeseen ja sen historiaan. Voidaan tutkia vanhoja karttoja ja kaavoituksia, tutustutaan toimintaan, jota alueella on harjoitettu ja selvitetään lähistöllä olevat mahdolliset pilaantumisen aiheuttajat. Kaikki alueesta jo olemassa olevat asiakirjat ovat tärkeitä ja niitä kannattaa hyödyntää. Ennen mittausten toteutusta on myös syytä selvittää, onko kyseessä pohjavesialue.

4.2 Mittausten toteutus ja laitteisto

Mittausten määrä riippuu alueen koosta ja siitä, missä käytössä alue on. Myös haitta-aineiden määrät ja leviämismahdollisuudet vaikuttavat mittausten toteutukseen. Koska maaperä vaihtelee alueittain, on syytä ottaa huomioon seuraavat maaperän ominaisuudet:

- maakerrosten paksuus

- maalajit ja hiukkaskokojakaumat
- vedenläpäisevyys
- orgaanisen aineksen määrä
- vesipitoisuus
- huokoisuus
- pH
- ionivaihtokyky

Nämä ominaisuudet vaikuttavat muun muassa pilaantumisen leviämiseen ja sen säilyvyyteen maaperässä. Geofysikaaliset mittaukset antavat tietoa näistä ominaisuuksista. (Assmuth ja Sorvari 1999, 36)

Mittauksia ja näytteenottoja tehtäessä on pidettävä huoli siitä, että laitteiston materiaalit eivät reagoi mitattavien aineiden kanssa eivätkä ulkopuoliset aineet pääse vaikuttamaan tuloksiin. Esimerkiksi raskasmetallipitoisuuksia selvittäessä ei saa käyttää metallisia työkaluja. Kun käsitellään öljyjä, silloin ei saa käyttää orgaanisista materiaaleista valmistettuja työkaluja. (Lindroos 2008)

Yleisimmin maaperään tehdään kairaus tai lapioidaan kuoppa mittausten tekoa ja näytteenottoa varten. Yleensä syviä kuoppia tai kaivantoja ei tarvitse tehdä, sillä haitta-aineet ovat lähellä maanpintaa. Maanpinnalta ei yleensä oteta näytteitä, koska monet tekijät kuten valo, happi ja lämpö, voivat muuttaa haitta-aineiden rakennetta ja määrää. (Lindroos 2008)

Mittauksissa pyritään suosimaan kenttämittareita, joilla saadaan nopeita tuloksia ja jotka eivät vaadi erillisiä laboratorioita kentälle ja ovat helppoja kuljettaa paikasta toiseen. Kenttämittarit ovat usein myös edullisin vaihtoehto. Kenttämittarit eivät kuitenkaan aina anna standardisoituja laboratoriomittauksia vastaavia tuloksia. (Laakso 1999, 15)

Kenttämittarit voidaan jakaa kahteen pääryhmään. Nämä ovat laboratoriolaitteiden pohjalta kehitetyt kannettavat laitteet kuten kaasugromatografi ja röntgen fluoresenssianalysaattori ja kemiallisiin ja reaktioihin perustuvat kenttäpakkaukset eli kitit. Määritettävän aineen pitoisuus maaperästä voidaan määrittää käyttämällä hyödyksi erilaisia kemiallisia reaktioita, esimerkiksi värin muuttumista voidaan hyödyntää. Määritettävä aine on eroteltava maasta uuttamalla. (Laakso 1999, 15)

Maasta vapautuvan huokosilman ja haihtuvien yhdisteiden mittaamiseen käytetään kaasudetektoreja ja sähkökemiallisiin keinoihin perustuvia kaasunilmaisimia. Kenttämittareita käytetään yleensä kohteisiin, joissa selvitetään saastuneen alueen laajuutta ja etsitään pahiten saastuneita alueita. Mittareita hyödynnetään myös kunnostuksen seurannassa ja työsuojelussa. Kenttämenetelmät täydentävät laboratoriomäärittelyksiä, mutta eivät voi korvata niitä. (Laakso 1999, 16)

Laboratoriomäärittelyksillä selvitetään mitä aineita ja yhdisteitä maaperä sisältää. Laboratoriossa tutkitaan yleensä pieniä määriä näytteitä, joten näytteitä saattaa olla samalta alueelta paljon. Näin voidaan kartoittaa pilaannuttavan aineen määrä ja laatu.

4.2.1 Kolorimetriset testit

Kentällä voidaan suorittaa erilaisia kolorimetrisiä testejä. Tämä testi perustuu määritettävän aineen ja kemiallisen reagenssin välisiin reaktioihin. Tuloksena on värillinen reaktiotuote. Väriä verrataan laitteen valmistajan tekemään värikarttaan, josta selviää, mikä aine on kyseessä. Kenttätetit ovat yleensä pikatestejä, ja ne voidaan suorittaa mittauskuopalla. Epävarmuutta mittauksiin ja tuloksiin aiheuttaa se, että eri ihmiset tulkitsevat värejä eri tavalla. Myös valon määrä vaikuttaa värien tulkintaan. Jotkin aineet, kuten rikki voivat aiheuttaa väärien tuloksia, kun se pääsee kosketuksiin reagenssin kanssa. (Laakso 1999, 21–23)

4.2.2 Fotoionikondensaattorit

Fotoionikondensaattorit eli PID-laitteet soveltuvat haihtuvien ionisoituvien yhdisteiden mittaukseen kentällä. Näitä yhdisteitä ovat muun muassa rikkivety, bentseeni, klooratut yhdisteet ja alkaanit. Tutkittava ilma imetään PID:n omalla pumpulla sisään ionisaatiokammioon. Ionisaatio saadaan aikaan UV-lampuilla. Energia irrottaa ioneista positiivisesti varautuneita ioneja. Tästä syntyy sähkövirta, jonka voimakkuus voidaan mitata ja tämä signaali voidaan muuttaa pitoisuudeksi. PID-mittareiden etu on pieni koko, nopeus ja helppokäyttöisyys. Haittoja ovat sen herkäät reagoimiset vesihöyryn ja muiden luonnossa tavallisten yhdisteiden kanssa. (Laakso 1999, 35–38)

4.2.3 Röntgenfluoresenssianalysaattorit

Röntgenfluoresenssianalysaattorit ovat vakiinnuttaneet paikkansa pilaantuneiden maiden mittauskentillä. Nämä laitteet ovat suunniteltu keräämään tietoja erityisesti metalleista maaperässä. Tutkittavasta aineesta saadaan irrotettuja atomeja pommittamalla niitä röntgen- tai gammasäteilyllä. Atomista emittoituvan röntgensäteen spektri on kullekin aineelle ominainen ja sen perusteella aine voidaan tunnistaa. (Laakso 1999, 55)

Mittaukset voidaan suorittaa kahdella eri tavalla. Toisessa tapauksessa näyte otetaan suoraan pilaantuneen maan pinnalta. Ennen mittauksen tekemistä on kasvillisuus poistettava ja siirtää kivet ynnä muut mahdolliset tiellä olevat esineet. Toinen tapa on ottaa maata ensin näytekuppeihin ja näyte jauhetaan pienemmäksi ja kuivataan ennen mittausta. (Laakso 1999, 59)

Röntgenfluoresenssianalysaattorien edut ovat helppokäyttöisyys ja reaaliaikaiset mittaukset. Monia alkuaineita voidaan mitata samanaikaisesti. Näytteitä ei tarvitse esikäsitellä, vaan mittaukset voidaan suorittaa suoraan kentällä. (Laakso 1999, 60)

5 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN KUNNOSTAMINEN

Kunnostaminen voi tapahtua maata siirtämättä tai siirtämällä maata muualle käsiteltäväksi. Maaperän laatu, haitta-aineet ja niiden määrät vaikuttavat siihen mitä menetelmiä käytetään millekin kohteille. Menetelmät perustuvat erilaisiin reaktioihin kuten fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin reaktioihin. Kunnostus ei saa aiheuttaa sitä, että kunnostettu maaperä on haitallisempaa kuin likaantumaton maaperä samoissa olosuhteissa. Kunnostamisvaiheessa käytetään usein eri menetelmiä samanaikaisesti, koska eri aineet vaativat erilaisia toimintatapoja. Kunnostusmenetelmät jaotellaan eri menetelmiin käytettävän tekniikan mukaan. Näitä ovat:

- Massojen kaivu ja varastointi
- Eristäminen
- Kiinteytys
- Termiset menetelmät
- Maaperän pesu

- Huokosilmatekniikat
- Muut fysikaalis-kemialliset menetelmät
- Biotekniset menetelmät

(Ympäristögeotekniikka)

Massojenkaivussa ja varastoinnissa maa massat kuljetetaan loppusijoituspaikkoihin esimerkiksi poltettavaksi. Eristämisessä maa massat jätetään paikoilleen ja peitetään suodatinkankaalla ja lopuksi päälle tuodaan puhdasta maata. Maaperää voidaan myös pestä ja puhdistaa erilaisten kemikaalien avulla.

Termisessä menetelmässä maa massoja poltetaan. Tämä menetelmä sopii kaikille maille paitsi savimaille, sillä savi paakkuuntuu kuumetessaan. Voidaan käyttää kahdenlaista menetelmää joko massapolttota tai tehopolttota. Massapoltossa orgaaniset haitta-aineet höyrystetään 500–700 °C:n lämpötilassa. Höyryttämisen jälkeen ne hajotetaan 1050 °C lämpötilassa. Tämä soveltuu hyvin esimerkiksi voitelu- tai polttoöljyllä pilaantuneiden maiden käsittelyyn. Tehopoltossa käsitellään vaikeasti hajoavia orgaanisia yhdisteitä kuten dioksiineja, furaaneja ja PCB-yhdisteitä. Nämä yhdisteet hajotetaan yli 1300 °C lämpötilassa. Raskasmetallit sulavat kiinteäksi liukenemattomaksi massaksi.

(Ympäristögeotekniikka)

6 ESIMERKKITAPPAUS: LAPPEENRANNAN HUHMARNIEMEN PILAANTUNEEN MAAPERÄN KUNNOSTAMINEN

Lappeenrannan Huhmarniemi on tällä hetkellä asuinalue, joka koostuu lähinnä pientaloista. Alueella on sijainnut saha, jonka poistumisen myötä aloitettiin talojen rakennuttaminen. Sahasta johtuen maaperään oli kuitenkin päässyt teollisuudessa käytettyjä sinistymisenestoaineita. Maaperä oli näin ollen pilaantunut ja alueella jouduttiin suorittamaan kuntakokoon suhteutettuna Suomen suurin puhdistusoperaatio, jonka toteuttajana on ollut kunta. Tähän operaatioon osallistuivat Lappeenrannan kaupunki ja UPM-Kymmene Oy. Perheitä oli alueella yhteensä 34. Alueella suoritettiin 2000-luvun alussa mittava maa-ainesten vaihto- ja peittämisoperaatio. Yhteensä noin 68 000 tonnia

maa-ainesta poistettiin alueelta. (Lappeenrannankaupunki 2005 s. 4 ja Lappeenrannan kaupunki 2011)

6.1 Pilaantumisen esilletulo ja välittämät toimenpiteet

1930-luvulta lähtien sahalla oli käytetty erilaisia puunsuoja-aineita muun muassa kotimaista valmistetta nimeltä KY-5. Kloorifenolipohjainen puunsuoja-aine KY-5 sisälsi terveydelle vaarallisia dioksiineja ja furaaneja. Vuonna 1941 saha paloi, mutta sodasta johtuen alue jäi raivaamatta ja kaikki palamisjäte jäi maaperään. Saha lopetti toimintansa vuonna 1959 ja kaikki rakennukset räjäytettiin vuonna 1966. Viimeinen sahaan kuulunut rakennus, joka oli toiminut puruasemana, purettiin 1980-luvulla. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 6)

Vuonna 1986 sahan varastoalueella ja kastelualtaan ympäristössä suoritettiin kloorifenolipitoisuuksien mittaukset. Tulosten perusteella altaan pohja ja puruläjät poistettiin ja toimitettiin Tuosan kaatopaikalle. Ensimmäiset talot valmistuivat vuonna 1992. Vuonna 1988 tehtiin uudet tutkimukset, mutta niiden tulokset ilmoittivat pitoisuuksien olevan pieniä. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 7)

Lähellä sijaitsevaan Varkaansaareen oli suunnitteilla rakennushanke, jonka myötä siellä suoritettiin maaperätutkimukset kloorifenolien varalta vuonna 1999. Samalla päätettiin selvittää Huhmarniemen puistoalueen dioksiinipitoisuudet. Puistosta löytyikin ongelmajäteraja-arvon ylittäneitä pitoisuuksia dioksiineja ja PCDD/F-yhdisteitä. Kloorifenoliarvot olivat kuitenkin normaalit. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 8)

Tämä johti näytteiden ottoon jokaiselta tontilta alueella, joka käsitti Huhmarniemen-, Lautatarhan- ja Huhmarvuorenkadun. Näytteiden otto suoritettiin keväällä 2000. Myös vesialueelta otettiin sedimenttinäytteitä. Näytteen ottoa varten kairattiin pihoilta muutamia näytteenottopisteitä, keskimäärin 4 pistettä per tontti. Näin pyrittiin rajaamaan pilaantunut maa-alue. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 8-9)

Ensimmäisten tutkimustulosten selvittyä, pidettiin asukkailla yleisötilaisuus, jossa kerrottiin tulokset ja mahdolliset seuraamukset. Välittömästi suoritettiin leikkikentän, tyhjen asuintonttien ja kastelualtaan kunnostaminen peittämällä alueet puhtaalla maalla. Terveysviranomaiset kielsivät maankaivamisen omin luvuin sekä marjapensaiden ja

kasvimaiden sadon syömisen. Syksyllä 2000 marjojen syönti taas sallittiin. Alueen juomavesi oli käyttökelpoista ja turvallista koko ajan. Myös uiminen sallittiin Sahalahdella. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 9-10)

6.2 Terveystilatilatutkimukset

Maa-alueiden peittäminen ennen varsinaisten kunnostustöiden alkamista oli tarpeellista, sillä terveystilat tulevat maasta vain lähikontaktin kautta. Merkittävimmiksi altistumisreiteiksi arvioitiin pilaantuneen maan syöminen sekä maa-aineksen pölyyn sitoutuneiden haitta-aineiden joutuminen hengityselimistöön esimerkiksi rakentamisen aikaisen kaivamisen yhteydessä. Jo 3 cm paksuinen puhdas maakerros estää sairastumisen. Asukkaille tehtiin terveystilatutkimukset vuosina 2000 ja 2004, heti kunnostustyön jälkeen. Tutkimukset suoritettiin siten, että verestä määritettiin polykloorattujen dioksiinien ja furaanien pitoisuudet. Tutkimuksiin osallistui 12 aikuista, seitsemän miestä ja viisi naista. Kaikki olivat asuneet alueella yli viisi vuotta. Veren seerumin pitoisuudet kyseisillä aineilla olivat 15–76 WHO/I-Teq pg/g rasvaa ennen kunnostusta. Koko Suomesta otettuun vertailumateriaaliin verrattuna asukkaat olivat altistuneet hyvin pienissä määrin kyseisille aineille. Kunnostusten jälkeen pitoisuudet olivat 9-37 WHO/I-Teq pg/g rasvaa. Kaikkien asukkaiden pitoisuudet laskivat 2000–2004 välillä. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 10–11)

6.3 Valmistelut kunnostamista varten

Koska kunnostuskohde oli vaativa johtuen puistosta ja asutusalueesta, oli ratkaisua mietittävä tarkasti ja paras vaihtoehto oli löydettävä eri vaihtoehdoista. Eniten pilaantunut alue oli vanhan kastelualtaan lähiympäristö, jonka laajuus on noin 1000 neliometriä. Myös puistoalue oli hyvin saastunut, laajuudeltaan 48 000 neliometriä. Huhmarniemenkadun tontit olivat myös saastuneet, vaikka rakennusvaiheessa maata oli tuotu muualta. Tämä alue oli kooltaan 18 700 neliometriä. Todettiin, että alue on kunnostettava pidempiaikaista asumista varten, vaikka pitoisuudet eivät aiheutakaan merkittävää terveysriskiä. Asukkaat olivat kuitenkin vähäisissä määrin altistuneet dioksiineille ja furaaneille. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 11–12)

Pilaantunut maaperä päätettiin toimittaa Toikansuon kaatopaikalle ja ongelmajäterajan ylittäneet maat Kukkuroinmäen jätekeskukseen. Kunnostusurakan otti tehtäväkseen YIT rakennus Oy Infrapalvelut ja kokonaisvastuulliseksi suunnittelijaksi, valvojaksi ja rakennuttamiskonsultiksi Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. Pihojen ja puistojen kunnostaminen jäi kaupungin vastuulle. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus hyväksyi suunnitelman 18.7.2003. Kokonaiskustannukseksi arvioitiin 6,04 miljoonaa euroa. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 15, 31)

Asukkaiden oli poistuttava Huhmarvuoren-, Huhmarniemen- ja Lautatarhankatujen alueelta kunnostustöiden ajaksi. Väliaikeisen kaupungin järjestämän majoituksen otti vastaan 24 perhettä ja 6 perhettä hoitivat majoituksen itsenäisesti saaden siitä korvausta. Yhdelle yritykselle järjestettiin toimitilat töiden jatkamiseksi. 16 perhettä sijoitettiin asumaan vastavalmistuneeseen rivitaloon ja näiden lisäksi vuokrattiin yksittäisiä asuntoja Kanavansuun alueelta. Majoitus oli tarpeellista 3 kuukauden aikana. Lapsille, jotka olivat koulussa 1-3 luokalla, järjestettiin koulukyyti. Niille perheille, joilla oli ollut käytössään internet- ja puhelinyhteydet, järjestettiin sellaiset. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 16)

6.4 Kunnostaminen

Suurin osa kunnostustöistä suoritettiin vuonna 2003 heinä-marraskuun välisenä aikana. Pilaantuneen maan kaivaminen vei kaksi kuukautta. Pilaantunut maa-aines korvattiin puhtaalla maalla ja puistoalueella maa peitettiin metrin kerrokseen puhdasta uutta maata. Töiden aikana talot oli suojattu huputtamalla tai käyttämällä erilaisia suoja-aidanteita. Taloissa toimi ilmanvaihto normaalisti töiden aikana ja taloja pidettiin silmällä kosteusvaurioiden varalta. Alueella toimi öisin vartiointiliikkeen päivystys ja asukkailla oli mahdollisuus käydä kodeissaan kerran viikossa yhden tunnin ajan. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 18–19, 25)

Kaiken kaikkiaan maata vietiin pois 68 044 tonnia eli noin 3 440 kuorma-autollista. Pilaantunutta maata oli kahdenlaista: voimakkaasti pilaantuneet maat, eli ongelmajäte luokituksen saaneet maa-aineet, yhteensä 19 769 tonnia lievemmin pilaantuneet maat, yhteensä 48 318 tonnia Ongelmajäte maa-aines kuljetettiin Joutsenoon Kukkuroinmäen jätekeskukseen loppusijoitukseen ja lievemmin pilaantunut maa-aines Toikansuon

kaatopaikalle. Puhdasta maata tuotiin alueelle 127 000 tonnia. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 19)

6.4.1 Puisto

Kunnostustyöt aloitettiin puistoalueelta. Puistosta kaadettiin kaikki puut asukkaiden vielä asuessa alueella. Puiston ja talojen väliin jätettiin suojavyöhyke, joka hakattiin pois asukkaiden lähdettyä sijaismajoitukseen. Pilaantuneen maan ja uuden puhtaan maan väliin laitettiin suodatinkangas. Tämän päälle laitettiin vähintään 30 cm kerros savea. Sen päälle tuli 60 cm kerros hiekkaa joka päällystettiin kompostimullalla. Uuden maa-aineen puhtaus varmistettiin näytteenotoin. Kaikki otetut näytteet olivat puhtaita. Puisto saatettiin valmiiksi aina pintamultakerrokseen asti, jonka jälkeen kaupunki toteutti istutukset. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 19, 21)

6.4.2 Kastelualtaan alue

Kasteluallas oli kaikista voimakkaimmin pilaantunut alue ja se olikin päällystetty vuoden 2000 kesällä 30 cm paksuisella puhtaalla maakerroksella. Alueelta poistettiin 4 400 tonnia pilaantunutta maata. Kaivausten syvyys määräytyi esiin tulleen kallion perusteella. Kallio todettiin ehjäksi, joten se pestiin ja jätettiin näkyville. Lievemmin pilaantuneet maat peitettiin puhtaalla maalla, yhteensä 170 tonnia. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 21)

6.4.3 Leikkikenttä

Varotoimenpiteenä ennen kunnostustöiden alkamista leikkikentän maa oli peitetty 50 cm kerroksella puhdasta maata. kunnostaminen tapahtui siten että, pilaantunut maa kaivettiin pois ja korvattiin uudella. Kaiken kaikkiaan maata kaivettiin pois metrin syvyydeltä 4 200 tonnia. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 22)

6.4.4 Huhmarniemen asuinalue

Tonttien kunnostaminen tapahtui kaivamalla pilaantunut maa pois. Puiston ja tonttien väliin tehtiin 10 metrin levyinen vaihettumisvyöhyke, jolla maiden poistaminen vaihtui maiden peittoon. Tavoitteena oli saada kaivetuksi mahdollisimman paljon pilaantunutta maata pois välttämättä pohjaveden alaista kaivuuta. Kaivannot peitettiin vasta, kun maanäytteiden pitoisuudet olivat selvinneet. Noin 17 % tapauksista jouduttiin kunnostusta jatkamaan näytteenoton jälkeen. Maita, jotka sijaitsivat talojen alla, ei vaihdettu. Rakennusten ympärille asennettiin maahan betonilaatat ilmoittamaan vaihtamattomista maista. Kaivaukset tehtiin mahdollisimman jyrkästi alaviistoon ja usein saavutettiin myös

talon rakenteet. Mikäli kaivauksissa törmättiin rakennusvaiheessa tuotuun puhtaaseen maahan, ei kaivauksia jatkettu. Ennen uuden maan tuomista paikalle asennettiin suodatinkangas. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 22–23)

6.4.5 Alueen tarkkailu ja uudelleen rakentaminen

Jotta pöly ei kulkeutuisi rakennustyömaan ulkopuolelle ja näin ollen haittaisi lähialueen asukkaita, pystytettiin kunnostusalueen ulkopuolelle pölyaitoja. Maa-aineita kuljetettaessa kuormat suojattiin peitteillä ja pressuilla, kuormia saatettiin myös kastella. Autot ajoivat sepeliarinoiden päältä, jotta renkaista irtoaisi mahdollinen pilaantunut maa-aines. Katujen puhtaudesta pidettiin huolta harjaamalla tai imu-auton avulla. Viemärit puhdistettiin kaikista maa-aineksista. Kaikki maa-aines kuljetettiin loppusijoitukseen. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 25)

Ilmanlaatua seurattiin kunnostustöiden aikana. Näytteistä määriteltiin PCDD/F-yhdisteitä, kvartsipölyä ja orgaanista pölyä. Pölyn kokonaismäärä ilmassa oli suhteellisen pieni kunnostustöiden aikana, ottaen huomioon, että alueella kuljetettiin ja käsiteltiin suuria maamassoja. Mittausten perusteella todettiin, että ilmassa olevat pitoisuudet ovat niin pieniä, että niistä ei koidu vaaraa terveydelle. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 26)

Ympäristöluvassa sanotaan, että aluetta tulee tarkkailla seuraavan 30 vuoden aikana. Vedenlaatua seurataan kolmessa eri paikassa. Kahden vuoden aikana tulokset kertoivat, että kloorifenoli-, furaani- ja dioksiinipitoisuudet olivat pieniä. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 26)

Kunnostustöiden loputtua alettiin heti rakentaa pihoja. Pihaille levitettiin multakerros ja joillakin pihoidilla aloitettiin kasvien istutus. Pihat pyrittiin palauttamaan alkuperäiseen muotoonsa ja asukkailla oli mahdollisuus tehdä muutoksia alkuperäiseen suunnitelmaan omakustanteisesti. Pihaille rakennettiin myös kiviaitoja ja koristuksia. Lähes kaikki halusivat piholleen muutoksia, eikä alkuperäisiä pihoja tullut montaa. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 27)

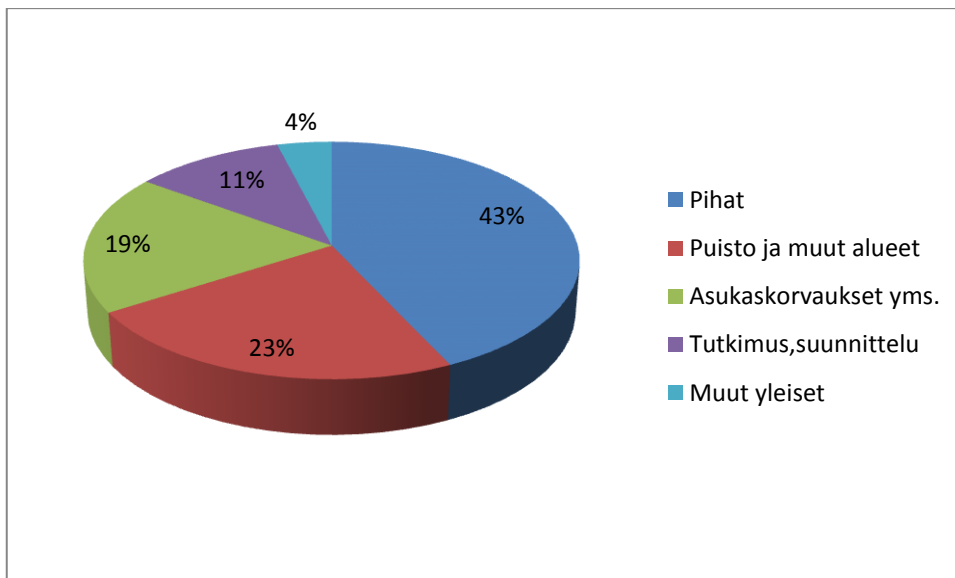
Puiston uudelleen rakentaminen alkoi syksyllä 2003. Pohjamullan levittämisen jälkeen alettiin istuttaa puita ja muita kasveja keväällä 2004. Tämän seurauksena alkuperäinen metsä, joka oli ollut hyvin koivu-, mänty- ja pajuvaltainen, muuttui avaraksi aukeaksi Saimaa-näkymin. Kallioita jätettiin avoimiksi asukkaiden toiveiden mukaan. Osa kallioista

oli kuitenkin louhikkoista, mikä oli estänyt niiden puhdistamisen, ja ne jouduttiin peittämään asianmukaisesti. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 28)

Asukkaille teetettiin kunnostustöiden jälkeen tyytyväisyyskysely syksyllä 2004. Kyselyyn vastatessa käytettiin asteikkoa 1, huono-5, hyvä. Kokonaisarvosanaksi saatiin 3,8 eli melko hyvä. Monet olivat tyytyväisiä omiin pihoihinsa ja lähialueen uusiin puistoihin. Ainoastaan negatiivisena koettiin se seikka, että pilaantumisongelma vaikuttaisi tonttien ja kiinteistöjen arvoon. Tämän vaikutuksen kuitenkin arveltiin olleen vähäinen ja vaikutusta tuskin huomaa 10 vuoden päästä. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 38)

6.4.6 Kustannukset

Kokonaiskustannukset kunnostusurakalle olivat 5,7 miljoonaa euroa. Alkuperäinen kustannusarvio oli 6,04 miljoonaa euroa. Lappeenrannan kaupunki ja UPM-Kymmene Oy jakoivat kustannukset siten, että kaupunki maksoi 2,4 miljoonaa euroa ja UPM-Kymmene Oy loput. Kustannuksiin osallistui myös Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, joka myönsi 400 000 euron Euroopan aluekehitysrahaston EAKR avustuksen. Kuvassa 4 on esitetty kustannusten jakautuminen eri osa-alueille. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 31)



Kuva 4. Kunnostamisen eri osioiden kustannusjakauma. (Lappeenrannan kaupunki 2005)

Pilaantuneiden maiden loppusijoittaminen maksoi 1,8 miljoonaa euroa ja se oli suurin yksittäinen menoerä. Lievästi pilaantuneiden maiden kustannukset olivat 0,6 miljoonaa euroa ja ongelmajättemaiden 1,1 miljoonaa euroa. Asuintonttia kohden rahaa meni noin

103 000 euroa/tontti. puiston kunnostus maksoi noin 146 000 euroa/kunnostettu hehtaari. (Lappeenrannan kaupunki 2005 s. 31–32)

7 YHTEENVETO

Suomessa maaperän pilaantuminen aiheutuu yleisimmin onnettomuuksien seurauksena esimerkiksi tulipalot tehtaissa, säiliöautojen kolarit ja erilaiset vuodot putkistoissa ovat tällaisia onnettomuuksia. Ydinvoimalat tuovat omat riskinsä ja moni kansalainen onkin huolissaan ydinvoimalaonnettomuuksien takia. Ydinvoimasta huolimatta polttoaineen jakelupaikat ja sahat aiheuttavat maaperän pilaantumista eniten. Öljy ja sen kaikki sivutuotteet ovatkin yleisimpiä pilaannuttavia aineita Suomessa. Näiden lisäksi myös raskasmetallit ovat vaaraksi ympäristölle.

Paras keino estää maaperän pilaantuminen on ennaltaehkäisy. Kaikkien, jotka käyttävät pilaannuttavia aineita, tulisi toimia vastuullisesti ja ympäristöä kunnioittaen. Aina pilaantumista ei kuitenkaan voi välttää, ja siksi mahdollisesti pilaantuville alueille tulee tehdä riskiarviointi ja maaperän pilaantumisen ja puhdistustarpeen arviointi. Kun sen ohjeita noudattaen tekee arvioinnin pilaantuneelle maalle, niin kaikki tarpeellinen tulee varmasti käsiteltyä.

Mittauksissa voidaan hyödyntää monenlaisia menetelmiä. Yleisimmin käytetään kentällä suoritettavia menetelmiä, jotka eivät kuitenkaan vastaa laboratorio tason mittauksia. Kenttämittauslaitteisto on kuitenkin edullinen ja helppokäyttöinen vaihtoehto laboratoriomittauksiin verrattuna. Yleensä tulokset saadaan mitattua nopeasti mittauskuopan äärellä. Kemiallisiin reaktioihin perustuvat mittaukset ovat yleisiä. Ennen mittausten tekoa tulee alue raivata kasvillisuudesta ja isoimmista kivistä ja oksista. Mikäli alue on pahasti saastunut, tulee mittaajien käyttää suojavarusteita, mahdollisesti hengityssuojaimia ja suojakäsineitä. Röntgenfluoresenssianalysaattorit soveltuvat metallien määrittämiseen ja fotoionikondensaattorit soveltuvat haihtuvien yhdisteiden määrittämiseen, kuten rikkivedyn ja bentseenin.

Mikäli maaperä todetaan pilaantuneeksi, suoritetaan alueella kunnostaminen. Maan omistajalla on kunnostamisvastuu ja samoin myös pilaantumisen aiheuttajalla. Yleensä lievästi pilaantuneet ja pienet alueet peitetään uudella maalla. Pahasti pilaantuneet maat,

jotka luokitellaan jo ongelmajätteeksi, kaivetaan pois ja korvataan puhtaalla maalla. Tämä on tärkeää siksi, että terveyshaitoille altistuminen johtuu läheisestä kosketuksesta maahan. Kallioita voidaan pestä, mikäli ne ovat ehjiä eikä louhikkoisia. Pilaantunut maa voidaan myös eristää esimerkiksi suodatin kankailla tai paaluilla. Pilaantunut maa-aines sijoitetaan parhaaseen mahdolliseen paikkaan. Ongelmajätteeksi luokiteltu maa-aines sijoitetaan ongelmajätekeskukseen ja lievästi pilaantuneet maa-aineet voidaan sijoittaa kaatopaikoille tai vaikka polttaa, muun muassa Ekokem Oy vastaanottaa poltettavaa maaperää.

Tulevaisuudessa ihmiset tulevat yhä vain tietoisemmiksi ympäristöstään ja toivottavasti tämä seikka vähentää ympäristöhaittoja. Haitallisia aineita koetetaan muokata vähemmän haitallisiksi ja niiden käyttöä rajoitetaan koko ajan vain enemmän ja enemmän. Ehkä tulevaisuudessa pilaantuneita maita löytyy yhä vähemmän, kunhan vanhat alueet puhdistetaan ja kunnostetaan.

LÄHTEET

Assmuth T. ja Sorvari J. 1999. Saastuneiden alueiden riskiarviointi – mitä, miksi, miten. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 50. Oy Editta Ab. s. 8-14, 36 ISBN 952-11-0408-2.

Laakso Kaarina. 1999. Saastuneiden maiden tutkimiseen soveltuvia kenttämittareita. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 60. Oy Edita Ab. s. 13, 15-16, 21-23, 35-38, 55, 59, 60 ISBN 952-11-0476-7.

Lappeenrannan kaupunki: Huhmarniemityöryhmä. 2005. Lappeenrannan Huhmarniemen pilaantuneen maaperän kunnostuksen loppuraportti. s. 4, 6-12, 15–16, 18–19, 21–23, 25–28, 31–32, 38

Lappeenrannan kaupunki. 2011. Vehreää asumista kanavan ja Saimaan maisemissa. [viitattu 28.8.2012] Saatavana http://www.lappeenranta.fi/Suomeksi/Palvelut/Asukas_ ja_aluetoiminta/Kaupunginosat/Kanavansuu-Laihia-Mustola-Malkia.iw3

Lindroos Pekka. 26.5.2008. Ympäristögeotekniikan perusteet, [viitattu 9.8.2012]. Saatavana PDF-muodossa, www.getunderground.fi/getfile.ashx?cid=72843&cc=3&refid

Valtion ympäristöhallinto. 2007. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007 Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. Edita Prima Oy. 16 ISBN 978-952-11-2726-7 (PDF). ISSN 1796-1653 (verkkoj.). [viitattu 25.6.2012] Saatavana <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=69290&lan=fi>

Valtion ympäristöhallinto. 2011. Asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista, ympäristö.fi – sivusto. Päivitetty 18.3.2011, [viitattu 30.5.2012]. Saatavana <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=23665&lan=fi>

Valtion ympäristöhallinto. 2011. Maaperän pilaantumisen syyt ja esiintyminen Suomessa, ympäristö.fi – sivusto. [viitattu 27.8.2012]. Saatavana <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=307132&lan=fi&clan=fi>

Ympäristögeotekniikka, luentokalvot. Saatavana PDF-muodossa, rak-50_3138_luento_9-10[1].pdf

Ympäristöministeriö. 2000. Ympäristönsuojelulaki 86/2000. 1 luku 1§.