

OPINNÄYTETYÖ
JANI KLEMETTI 2014

**MAAPERÄN PILAANTUMINEN JA
PILAANTUNEEN ALUEEN
PUHDISTAMINEN**

RAKENNUSTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU

TEKNIikka JA LIIKENNE

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Maaperän pilaantuminen ja pilaantuneen alueen puhdistaminen

Jani Klemetti

2014

Toimeksiantaja: Lapin ELY-keskus

Ohjaaja Lehtori Pekka Kämäräinen

Hyväksytty 7.2.2014

Työ on Theseus verkkokirjastossa.

Tekijä	Jani Klemetti	Vuosi	2014
Toimeksiantaja Työn nimi	Lapin ELY-keskus Maaperän pilaantuminen ja pilaantuneen alueen puhdistaminen		
Sivu- ja liitemäärä	59		

Opinnäytetyö tehtiin Lapin ELY-keskuksen toimeksiannosta kesän 2013 aikana. Opinnäytetyön keskeisimpiä tavoitteita oli tutkia ja valvoa Sallan kunnassa sijaitsevan Kursun saha-alueen pilaantuneiden maa-alueiden kunnostustöitä. Saha-alueen pilaantumisen on aiheuttanut kemikaali nimeltä kloorifenoli, PCDD/F-yhdisteet sekä öljyhiilivedyt.

Sahan kunnostustöiden ymmärtämistä helpottamassa opinnäytteessä on myös laaja teoriaosuus. Teoriaosassa selitetään kaikki tarvittava pilaantuneen maa-alueen kunnostamisesta, jotta lukija voi ymmärtää saha-alueen kunnostustyön vaiheet ja etenemisen. Sahan pilaantuminen alkoi jo 1980-luvulla, joten materiaalia kyseisestä tapauksesta löytyy runsaasti.

Ympäristölainsäädäntö on suuressa osassa pilaantuneiden maa-alueiden puhdistamisessa, joten opinnäytteessä käsitellään ympäristölainsäädäntöä ja sen eri pykälä ja momentteja, joiden perusteella määritellään, mitä tällaisten maiden kanssa tulisi tehdä.

Author	Jani Klemetti	Year	2014
Commissioned by	Lapland ELY Center		
Subject of thesis	Soil Degeneration and Purification Process of Degenerated Areas		
Number of pages	59		

The thesis was commissioned by Lapland's Economy, Traffic and Environment center. It was written during the summer of 2013. The primary goal of the thesis was to examine and supervise the process of purification of soil done in the Kursu mill area located in the municipality of Salla. The purification was done to soil infected by a chemical called chloride phenol, chemical compound called PCDD/F and oil in the form of heating oil and gasoline and diesel.

To better understand the process of purifying degenerated soil the thesis provided a wide theory part. The theory part included the different phases of the purification work and how the purification process usually progresses. The degeneration of the mill area begun as early as 1980 so there was much material and research already done.

The environmental law plays a significant role in determining what one should do with degenerated soil and how to purify it.

Key words infrastructure, degeneration, soil

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 PILAANTUNUT MAAPERÄ	3
2.1 MÄÄRITELMIÄ	3
3 MAAPERÄN HAITTA-AINEET SEKÄ NIIDEN OHJE –JA VIITEARVOT	6
3.1 ÖLJYHIILIVETYJAKEET	8
3.2 KLOORIFENOLIT	10
3.3 PCBT, DIOKSIINIT JA FURAANIT	10
3.4 HAITTA-AINEIDEN HAITTAVAIKUTUKSET	11
3.4.1 ÖLJYHIILIVEDYT	11
3.4.2 KLOORIFENOLI	12
3.4.3 PCB –JA PCDD/F-YHDISTEET	12
4 MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN JA PUHDISTUSTARPEEN ARVIOINTI.....	13
4.1 LAINSÄÄDÄNTÖ	13
4.2 PIMA-ASETUS	15
4.3 ARVIOINTIIN LIITTYVÄT HALLINTOMENETTELYT	16
4.3.1 ILMOITUS	16
4.3.2 YMPÄRISTÖLUPA	16
4.3.3 VIRANOMAISEN MÄÄRÄYS	17
4.3.4 LAUSUNTOMENETTELY	17
4.4 MONIVAIHEINEN ARVIOINTI	18
4.4.1 ARVIOINTITARPEEN TUNNISTAMINEN	18
4.4.2 PERUSARVIOINTI	18
4.4.3 OHJE- JA VIITEARVOVERTAILU	19
4.4.4 TARKENNETTU ARVIOINTI	20
5 PILAANTUNEENMAAPERÄN KUNNOSTAMINEN	22
5.1 KUNNOSTUSMENETELMÄT	23
MASSANVAIHTO (EX-SITU)	23
HUOKOSKAASUKÄSITTELY (IN-SITU)	24
ELEKTROKINEETTINEN KÄSITTELY (PUMPPAUS/HAPETUS) (IN-SITU)	24
BIOLOGINEN KÄSITTELY (IN-SITU)	25
KEMIALLINEN HAPETUS (IN-SITU)	25
MAAPERÄN KAPSELOINTI (IN-SITU)	25
5.2 ALUEEN MAA-AINESTEN KÄYTTÖRAJOITUKSET	25
5.3 KAIVETTUJEN MAA-AINESTEN LUOKITTELU, HYÖDYNTÄMINEN	26
5.4 JÄTTEENKÄSITTELY	28
MAAKAATOPAIKAT	29
KAATOPAIKAT	29
TERMINEN KÄSITTELY	31
6 CASE- KURSUN SAHA, SALLA	32
6.1 KOHTEEN KUVAUS	32
6.1.1 SIJAINTI	32
6.1.2 KÄYTETYT HAITTA-AINEET	33
6.2 HAITTA-AINETUTKIMUKSET JA SELVITYKSET	35
6.2.1 PSV- MAA JA VESI OY	36
6.2.2 LAPIN VESITUTKIMUS OY	37
6.2.3 POHJOIS-SUOMEN BETONI –JA MAALABORATORIO OY	38
6.2.4 RAMBOLL OY, FINLAND	40
6.3 HAITTA-AINETUTKIMUSTEN JA –SELVITYSTEN YHTEENVETO	42
6.4 KUNNOSTUKSEN TARVE JA TAVOITTEET	43
6.5 KUNNOSTUKSEN TOTEUTUS	43

6.5.1 KUNNOSTUSMENETELMÄN VALINTA JA TOTEUTUSAIKATAULU	43
6.5.2 TYÖN KUVAUS	44
6.6 KUNNOSTUKSEN LAADUNVALVONTA.....	46
6.7 KUSTANNUKSET	47
7 TYÖTURVALLISUUS KOHTEISSA.....	49
7.1 TYÖN VAAROJEN ARVIOINTI.....	49
KEMIALLISET RISKIT	50
FYSIOLOGISET RISKIT	52
TAPATURMAT	53
TYÖN KUORMITTAVUUSTEKIJÄT	55
8 JOHTOPÄÄTÖSET	57
LÄHTEET	59

1 JOHDANTO

Vanhoja rakennuksia puretaan uusien tieltä ja valitettavan usein purettavan rakennuksen alta löydetään ihmisten vanhat synnit. Sinne on varastoituna kaikki se maajäte, joka sinne silloin haudattiin, kun ei vielä tiedetty sen haitoista tai ei ollut rahaa sitä oikein hävittää. Tällaisissa tapauksissa täytyy maa-alue puhdistaa, ennen kuin puretun rakennuksen tilalle voidaan mitään uutta rakentaa.

Maaperän pilaantuminen on erittäin vakava asia, joka on viime vuosina tullut esille monissa eri yhteyksissä. Asuminen saastuneella maaperällä on haitallista ihmisen terveydelle, koska haitta-aineet voivat olla vaaraksi hengitettynä, nieltynä, ihokosketuksen seurauksena tai käyttöveden kautta. Yleisin maaperän saastuttaja on öljy.

Suomessa on yli 20 000 aluetta, jotka voidaan luokitella pilaantuneiksi maa-alueiksi. Maa-alueen pilaantuminen voi olla seurausta onnettomuudesta tai pitkäaikaisista päästöistä. Vanhat sahat, bensiiniasemat, teollisuusalueet, kaatopaikat ja ampumaradat ovat juuri tällaisia alueita, jotka ovat mahdollisesti päässeet pilaantumaan. Alueiden uudelleen kaavoittaminen ja uudelleenkäytön suunnittelu luo tarpeen pilaantuneen maaperän kunnostamiseen. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

Alueiden kunnostamisessa poistetaan maaperästä tai pohjavedestä haitta-aineita, jotka estävät maa-alueen suunnitellun uudelleenkäytön. Viimeisten viidentoista vuoden aikana on Suomessa puhdistettu yli 15 000 pilaantunutta maa-aluetta (PIMA-aluetta). Vuosittain aloitetaan noin 300 - 400 uutta PIMA-kohdetta. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda lukijalle perusteellinen kuva, mitä pilaantuneella maa-alueella ja sen kunnostamisella tarkoitetaan. Tämä tavoite toteutetaan esittelemällä ympäristölakia sekä taulukoita ja kaavioita, joista ilmenevillä ohje- ja viitearvoilla maaperän pilaantumista arvioidaan. Työssä esitellään myös eräs konkreettinen kohde, Kursun saha-alue, jossa

tällainen saastuneen maa-alueen puhdistaminen suoritetaan, jotta alue voitaisiin kaavoittaa uudelleen pienteollisuuden käyttöön.

Opinnäytetyö tehtiin Lapin ELY-keskuksen toimeksiannosta kesän 2013 aikana. Opinnäytteen teoriapohjana käytettiin ympäristökeskuksen julkaisemia teoksia pilaantuneiden maiden käytöstä ja puhdistamisesta sekä ympäristölainsäädäntöä, joka sanelee kaikki normit, joiden mukaan pilaantuneiden maiden käsittely tulee suorittaa. Kaikkien työssä ilmenevien konkreettisten kunnostuskohteiden työn suorittamista valvottiin paikanpäällä suoritettavin työmaakäynnein, sekä näytteiden ottamisen kautta.

Esimerkki kohteena oli Sallan kunnassa sijaitseva Kursun saha-alue. Ympäri Pohjois-Suomea sijaitsevat yksittäiset kohteet, joissa suoritettiin tarkastuksia tai valvontaa kuuluivat myös työnkuvaan ja niistä saatuja tietoja käytettiin hyväksi opinnäytetyötä tehtäessä.

2 PILAANTUNUT MAAPERÄ

2.1 Määritelmiä

Pilaantuneella maaperällä tarkoitetaan aluetta, jonka maa-aines on saastunut (PIMA-aluetta). Maaperään on tällöin levinnyt jotain haitta-ainetta. Yleensä tällainen haitta aine on jokin kemikaali. Kemikaalin joutuminen maaperään voi altistaa ihmisen haitta-aineen vaaroille. Haitta-aineiden pääsy maaperään tai pohjaveteen on haitaksi myös koko eliökunnalle. Haitta-aineet tuovat hajuja, makuja, esteettisiä epämukavuuksia ympäristöömme näin pilaten sen viihtyvyyden. Suurin osa haitta-aineista on myös myrkyllisiä ihmisille ja eläinkunnalle pitkällä tai lyhyellä aikavälillä.

Pilaantunut maaperä todetaan maastossa suoritettavien kenttätestien ja laboratorio analyysien avulla. Toisinaan kuitenkin pilaantuminen on niin vakavaa, että se voidaan todeta aistiperäisin keinoin, mutta näissäkkin tapauksissa se tarkistetaan laboratoriossa.

Pilaantuneita maa-aineksia käsiteltäessä tulee tuntee tietty ammattisanasto, jotta raportteja, lausuntoja ja päätöksiä voidaan tulkita asianmukaisesti (Ympäristöministeriö, 2007).

Alempi ohjearvo	haitallisen aineen pitoisuus arvo, jonka ylittyessä alueen maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, ellei aluetta käytetä teollisuus-, varasto-, tai liikennealueena.
Altistus	haitta-aineen otto yksilöön.
Kriittinen aine	riskien kannalta olennainen haitta-aine.
Kynnysarvo	haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava.

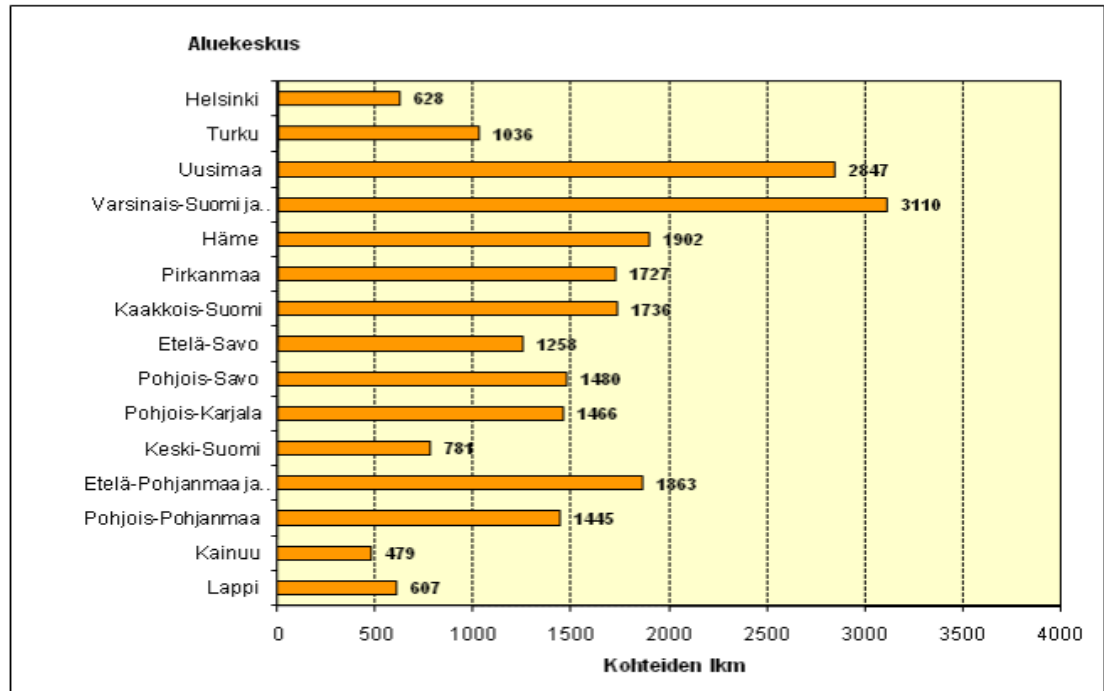
Kvantitatiivinen	määrällinen
Kvalitatiivinen	laadullinen
Määrittäysraja	pienin pitoisuus, joka voidaan määrittää hyväksyttävällä tarkkuudella.
Taustapitoisuus:	haitallisen aineen luontaisesti tavanomainen pitoisuus maaperässä.
Ylempi ohjearvo	haitallisen aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperää pidetään yleensä pilaantuneena alueella, jota käytetään teollisuus-, varasto-, tai liikennealueena.

2.2 Kohteet Suomessa

Suomessa PIMA-alueita, eli pilaantuneita maa-alueita on yli 20 000. Pilaantuneisuutta säätelee ympäristölainsäädäntö ja valtioneuvoston asetuksessa 214/2007, eli ns. PIMA-asetuksessa säädetyt ohje- ja viitearvot, jotka tulivat voimaan 1.6.2007. Ennen PIMA-asetusta pilaantuneisuutta sääteli ympäristöministeriön muistiossa 5/1994 säädetyt SAMASE-ohje ja raja-arvot. Ympäristönsuojelulaki (86/2000) 95 § ja jätelaki (1072/1993) 75 § ovat perustana PIMA-asetuksessa säädetyille ohje- ja viitearvoille. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Kohteiden lukumäärä ja hajaantuminen esitellään taulukossa 1.

Taulukko 1. Pilaantuneiden maa-alueiden lukumäärän jakaantuminen alueittain



(Lapin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2013)

3 MAAPERÄN HAITTA-AINEET SEKÄ NIIDEN OHJE –JA VIITEARVOT

Maaperän haitta-aineiden tarkastelun lähtökohtana pidetään niille asetettuja kynnysarvoja. Nämä arvot ovat sellaisia pitoisuuksia, joiden ylityttyä alkaa haitta-aineesta olla vaaraa ympäröivälle luonnolle, eliöille ja ihmisille. Kynnysarvo on pyritty asettamaan siten, että sen tasolla kyseisen haitta-aineen aiheuttamat ympäristö- ja terveysriskit ovat vielä merkityksettömiä. Kynnysarvot alittavat maa-ainekset eivät vielä aiheuta maaperän pilaantumista vaikka ne jätettäisiinkin sinne. Alempi ohjearvo on asetettu siten, että sen aiheuttamat riskit ovat vielä hyväksyttäviä tavanomaisessa maankäytössä. Ylempi ohjearvo taas kuvaa suurinta hyväksyttävää riskiä tavanomaista vähemmän herkässä maankäytössä. (Suomen ympäristökeskus, 2007)

Maaperän haitta-aineiden kynnysarvojen perustana on niille määritellyt viitearvot. Viitearvot on määritetty joko ekologisten tai terveysriskien perusteella. Viitearvot kuvaavat mahdollisten ympäristö- ja terveysriskien suhteen merkityksettömiä pitoisuuksia, joissa haitallisia vaikutuksia ei vielä tapahdu, sekä pitoisuuksia, joiden ylittyessä riskejä ei voida enää hyväksyä. (Suomen ympäristökeskus, 2007.)

Alla on luettelo kynnysarvojen laatimisen perusteista.

- suurin vaikutukseton pitoisuus (SVP)
 - On määritetty ekologisesti siten, että tässä pitoisuudessa 95 % maaperän eliöistä ja prosesseista ovat turvassa haitallisilta vaikutuksilta.
 - On määritetty terveydellisesti siten, että tässä pitoisuudessa ihmisille ei aiheudu minkäänlaisia terveyshaittoja.

- suurin hyväksyttävä pitoisuus, alempi ohjearvo (SHP)
 - On määritelty ekologisesti (SHPEko) siten, että tässä pitoisuudessa 50 % maaperän eliöistä ja prosesseista ei aiheudu haittaa.
 - On määritelty terveydellisesti (SHPTer) siten, että se kuvaa maaperän pitoisuutta, joka johtaa asuinalueella suurimman sallitun päivittäisen annoksen saantiin.
- suurin hyväksyttävä pitoisuus, ylempi ohjearvo (SHPT)
 - On määritelty ekologisesti (SHPTeko) siten, että tässä pitoisuudessa maaperän tulisi säilyä mikrobiologisesti vielä toimintakykyisenä
 - On määritelty terveydellisesti (SHPTter) siten, että se kuvaa maaperän pitoisuutta, joka johtaa teollisuusalueella suurimman sallitun päivittäisen annoksen saantiin.

SVP-arvot on määritelty erikseen ekologisista perusteista, talousvetenä käytettävän pohjaveden pilaantumisen perusteella ja pysyvän jätteen liukoisuuskriteerien perusteella. SVP-arvot ovat maan käytöstä riippumattomia viitearvoja. SHP-arvot on annettu sekä tavanomaisessa maankäytössä, että vähemmän herkässä maankäytössä olevalle alueelle. (Suomen ympäristökeskus, 2007.)

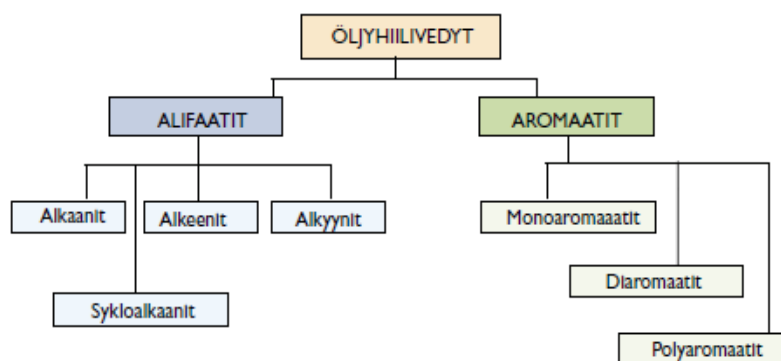
Kynnys- ja ohjearvoja ei ole asetettu suoraan laskettujen viitearvojen perusteella. Asettamisessa on käytetty apuna myös asiantuntijakeskusteluun perustuvaa päätösanalyysiä, sekä ne ovat pyöristetty tasaluvuiksi. (Suomen ympäristökeskus, 2007.)

Tähän opinnäytetyön osioon on koottu opinnäytetyön kannalta oleellisia maaperän haitta-aineita sekä niiden ohje- ja viitearvoja, joiden perusteella maaperän pilaantumista arvioidaan. Maaperästä toki löytyy muitakin haitta-aineita, jotka ovat jopa vaarallisempia, ja niiden ominaisuudet, ohje- ja viitearvot sekä esiintyminen käsitellään erinäisissä ympäristökeskuksen julkaisemissa teoksissa.

3.1 Öljyhiilivetyjakeet

Raakaöljy sisältää tuhansia molekyylikooltaan –ja rakenteeltaan vaihtelevia hiilivetyjä, joista jalostetaan erilaisia hiilivetyseoksia eri öljytuotteita varten. Näihin kuuluu tyydyttyneitä ja tyydyttämättömiä alifaattisia hiilivetyjä, jotka voivat olla joko suoraketjuisia, haaroittuneita tai syklisiä, sekä yhdestä tai useammasta bentseenirenkaasta ja niihin liittyneistä alkyyliryhmistä muodostuvia aromaattisia yhdisteitä. (Suomen ympäristökeskus, 2007.)

Kuvio 1 esittää öljyhiilivetyjen ryhmittelyn molekyyilirakenteen mukaan.



Kuva 1. Öljyhiilivetyjen ryhmittely molekyyilirakenteen mukaan
(Suomen ympäristökeskus, 2007.)

Taulukoissa 2 ja 3 esitetään öljyhiilivetyjen komponentit sekä ne viite- ja ohjearvot joiden mukaan maaperän pilaantuneisuutta kyseisen aineen kohdalla arvioidaan.

Taulukko 2. Öljytuotteiden sisältämät pääkomponentit

Tuote	Hiililuku	Yhdisteet	Kiehumispi- stealue
Bensiini	C4-C12	BTEX-yhdisteet, muut monoaromaattiset ja haaroittuneet alkaanit, pienempiä määriä n-alkaaneita, alkaaneita, sykloalkaaneita ja naftaleeneja, lisäaineina MTBE:tä ja muita hapettimia	40-200 °C
Keroseeni	C6-C16	Sykloalkaanit ja n-alkaanit, pienempiä määriä monoaromaatteja ja haaroituneita alkaaneja, hyvin vähän BTEX- ja PAH-yhdisteitä	150-300 °C
Dieselöljy ja kevyt polttoöljy	C8-C21	N-alkaanit, haaroituneet alkaanit ja sykloalkaanit, pienempiä määriä monoaromaatteja, naftaleeneja ja PAH-yhdisteitä	200-325 °C
Raskas Polttoöljy	C12-C34 (ja yli)	N-alkaanit, haaroituneet alkaanit ja sykloalkaanit, raskaat PAH-yhdisteet(asfalteenit ja hartsit), monoaromaatteja ja naftaleeneja, rikkiä ja tyypeä sisältäviä hiilivetyjä	350-700 °C
Voitelu –ja moottoriöljy	C18-C34 (ja yli)	haaroituneet alkaanit ja sykloalkaanit, PAH-yhdisteet, mono- ja diaromaatit	325-600 °C

Taulukko 3. Öljyhiilivetyjen ohje- ja viitearvot

Yhdiste	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo (mg/kg)	Ylempi ohjearvo (mg/kg)	Ongelmajätear- vo (mg/kg)
Bensiinijakeet (C4-C10)	0	100	500	
Keskitisleet (>C10-C21)	0	300	1000	10 000
Raskaat öljyjakeet (>C21-C40)	300	600	2000	10 000

3.2 Kloorifenolit

Kloorifenolit ovat ionisoituvia yhdisteitä, joiden kulkeutuminen maaperässä riippuu voimakkaasti maaperän pH:sta. Ne liukenevat helposti veteen ja voivat aiheuttaa riskin pohjaveden laadulle jo suhteellisen pienissä maaperän pitoisuuksissa. Kloorifenolia löytyy vanhoista puunsuoja-aineista kuten KY5 ja Improsol, joita käytettiin vielä 1980-luvun loppupuolella puunsinistymisenestosuojana. Niiden käyttö kiellettiin vuonna 1984, kun niiden sisältämiä kemikaaleja ja mahdollisia terveyshaittoja ihmisille ja ympäristölle tutkittiin tarkemmin. (Suomen ympäristökeskus, 2007.)

Taulukossa 4 esitetään viite- ja ohjearvot, joiden mukaan kloorifenolipilaantumaa arvioidaan.

Taulukko 4. Kloorifenoleiden ohje –ja viitearvot

Yhdiste	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo (mg/kg)	Ylempi ohjearvo (mg/kg)	Ongelmajätearvo (mg/kg)
Monokloorifenolit	0,5	5	10	
Dikloorifenolit	0,5	5	40	25 000
Trikloorifenolit	0,5	10	40	2 500
Tetrakloorifenolit	0,5	10	40	2 500
Pentakloorifenolit	0,5	10	20	1000

3.3 PCBt, dioksiinit ja furaanit

PCB-yhdisteet sekä dioksiinit ja furaanit (PCDD/F) ovat pysyviä orgaanisia yhdisteitä eli ns. POP-yhdisteitä, joiden käyttöä ja päästöjä pyritään rajoittamaan kansainvälisin sopimuksin. Ympäristössä ne voivat kertyä eliöihin, rikastua ravintoketjussa ja aiheuttaa haittaa ihmisille tai eläimille pitkän ajan kuluessa jo suhteellisen pienissä määrissä. Dioksiineja ja furaaneja löytyy myös yllämainituista KY5 ja Improsol puunsuoja-aineista, epäpuhtauksina. (Suomen ympäristökeskus, 2007.)

Taulukossa 5 esitetään viite- ja ohjearvot, joiden mukaan dioksiini ja furaanit eli PCDD/f yhdisteiden saastuttaman maa-alueen pilaantumista arvioidaan.

Taulukko 5. PCB ja PCDD/F-yhdisteiden ohje- ja viitearvot

Yhdiste	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo (ng/kg)	Ylempi ohjearvo (ng/kg)	OngelmajätEARVO (ng/kg)
PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	0,1	0,5	5	
PCDD-PCDF-PCB (WHO-TEQ)	0,00001	0,0001	0,0015	

3.4 Haitta-aineiden haittavaikutukset

3.4.1 Öljyhiilivedyt

Kaikki polttoaineperäiset hiilivedyt luokitellaan yleisesti vaarallisiksi, vaikkakin öljyhiilivetyjen akuutti myrkyllisyys on suhteellisen alhainen. Polttoaineiden vaarallisuus johtuu yleensä aineiden yksittäisistä yhdisteistä. Hengitettynä se voi ärsyttää ihoa, keuhkoja ja nieltäessä vatsan limakalvoja. Toistuva ihoaltistuminen voi aiheuttaa ihon kuivumista ja kutinaa. Kasveille ja maaperälle myrkyllisimpiä ovat kevyet hiilivety-yhdisteet, koska ne toimivat liuottimina ja vaurioittavat solukalvoja. (Ramboll Oy Finland, 2013.)

Pohjaveden pilaantuminen öljyhiilivetyjen seurauksena riippuu paljolti siitä, mistä öljyhiilivetyseoksesta on kyse. Raskaiden polttoöljyjen ja voiteluöljyjen liukeneminen veteen on kutakuinkin olematonta, joten ne eivät aiheuta minkäänlaista pohjaveden pilaantumisriskiä, kun taas bensiinijakeiden osalta pilaantumisriski on huomattavan suurikin. (Ramboll Oy Finland, 2013.)

3.4.2 Kloorifenoli

Kloorifenolit ovat myrkyllisiä niin ihmisille kuin kasveillekin. Ne eivät kerry elimistöön, mutta imeytyvät helposti ihokosketuksen kautta elimistöön. Kloorifenolit ovat solumyrkkyjä, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä soluissa toimivassa ADP-ATP hapetus-pelkistyssysteemissä. (Ramboll Oy Finland, 2013.)

Altistuminen kloorifenolille aiheuttaa ns. klooriaknea ja ihon punoitusta. Suuremmat pitoisuudet ja pidempi altistus aika voi aiheuttaa hengitysvaikeuksia, kouristuksia ja hermosto-, sydänlihas- ja munuaisvaurioita. Sahoilla käytetty, KY5-valmisteesta peräisin oleva kloorifenoli todistettavasti voi aiheuttaa myös syöpää ja perinnöllisyyden muutoksia. (Ramboll Oy Finland, 2013.)

3.4.3 PCB –ja PCDD/F-yhdisteet

Dioksiinit ja furaanit ovat erittäin niukkaliukoisia, joten niistä ei yleensä aiheudu suurta haittaa pohjavedelle. Ne sitoutuvat maaperään hyvin ja ovat erittäin pysyviä. Niiden puolittumisaika on 12 vuotta. (Ramboll Oy Finland, 2013.)

PCDD/F – yhdisteet ovat rasvaliukoisia ja niiden on todistettu, eläinkokein, voivan aiheuttaa syöpää, maksavaurioita ja kehityshäiriöitä. Ihmisen iholle yhdisteet, ihokosketuksen kautta, aiheuttaa klooriaknea. Ne voivat aiheuttaa myös sikiövaurioita. (Ramboll Oy Finland, 2013.)

4 MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN JA PUHDISTUSTARPEEN ARVIOINTI

Maaperän pilaantuneisuuden arviointi tulee tarpeelliseksi aina, kun maaperästä löydetään haitta-aineita, jotka ylittävät valtioneuvoksen asetuksessa 214/2007 säädettyjen ohje – ja viitearvojen kynnysarvon. Arviointia ohjaa Suomen ympäristölainsäädäntö ja sen toteutusta valvoo ympäristöministeriö ja Suomen elinkeino, liikenne-, ja ympäristökeskuksen ympäristönsuojelu yksikkö.

4.1 Lainsäädäntö

Ensisijaisesti maaperän pilaantuneisuuden arviointia ohjaa ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja seuraavat pykälät. (Ympäristöministeriö, 2007.)

- 7 § Maaperän pilaamiskielto
 - *maaperän laatua ei saa huonontaa jättämällä sinne jätettä tai päästämällä sinne aineita, joka voi vaarantaa tai haitata ihmisen terveyttä tai ympäristöä, vähentää viihtyvyyttä tai muuten loukata yksityistä tai yleistä etua.*
- 8 § Pohjaveden pilaamiskielto
 - *Ainetta tai energiaa ei saa panna tai johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että tärkeään vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella pohjavesi voi käydä terveydelle vaaralliseksi tai sen laatu huononee, toisen kiinteistöllä oleva pohjavesi voi käydä terveydelle vaaralliseksi tai toimenpide vaikuttamalla pohjaveden laatuun muutoin saattaa loukata yleistä tai toisen yksityistä etua.*
- 14 § Maaperä
 - Valtioneuvosto voi asetuksella säätää:
 - *eri maankäyttötarkoituksissa maaperässä olevien haitta-aineiden suurimmista sallituista pitoisuuksista tai haitallisten aineiden pitoisuuksista pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioimiseksi*

- *pilaantuneen maa-aineksen käsittelystä ja eristämisestä, puhdistamisen teknisistä vaatimuksista ja puhdistusmenetelmistä, sekä tarkkailusta ja valvonnasta.*
- 28 § Yleinen luvanvaraisuus
 - *Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavalla toiminnalla on oltava lupa (Ympäristölupa)*
- 75 § Maaperän ja pohjaveden puhdistamisvelvollisuus
 - *Se, jonka toiminnasta on aiheutunut maaperän tai pohjaveden pilaantumista, on velvollinen puhdistamaan maaperän ja pohjaveden siihen tilaan, ettei siitä voi aiheutua terveyshaittaa eikä haittaa tai vaaraa ympäristölle.*
- 76 § Ilmoitusvelvollisuus
 - *Jos maahan tai pohjaveteen on päässyt ainetta, joka saattaa aiheuttaa pilaantumista, on aiheuttajan välittömästi ilmoitettava siitä valvontaviranomaiselle.*
- 77 § Selvitysvelvollisuus ja puhdistustarpeenarviointi
 - *Jos maaperä tai pohjavesi on ilmeisesti pilaantunut, alueellinen ympäristökeskus voi määrätä puhdistamisesta 75 §:n mukaan vastuussa olevan selvittämään pilaantuneen alueen laajuuden ja puhdistamistarpeen.*
- 78 § Maaperän puhdistaminen
 - *Pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyyn on oltava ympäristölupa.*
- 79 § Puhdistamisesta määrääminen
 - *Alueellisen ympäristökeskuksen on määrättävä pilaantuneen maaperän tai pohjaveden puhdistamisesta, jollei puhdistamisesta 75 §:n mukaan vastuussa oleva ryhdy siihen.*
- 80 § Toimivallan siirto kunnalle
 - *Ympäristöministeriö voi kunnan hakemuksesta ja kuultuaan alueellista ympäristökeskusta päättää, että pilaantunutta maaperää koskevissa asioissa toimivaltaisena viranomaisena toimii kunnan ympäristönsuojeluviranomainen.*
- 104 § Selontekovelvollisuus pilaantuneesta alueesta

- *Maa-alueen luovuttajan tai vuokraajan on esitettävä uudelle omistajalle tai haltijalle käytettävissä olevat tiedot alueella harjoitetusta toiminnasta sekä jätteistä tai aineista, jotka saattavat aiheuttaa maaperän tai pohjaveden pilaantumista.*

4.2 PIMA-asetus

PIMA-asetuksella tarkoitetaan valtioneuvoksen asetusta 214/2007, jossa määrätään pilaantuneiden maa-ainesten käsittelystä ja miten pilaantuneiden maa-ainesten kanssa tulee toimia. PIMA-asetus perustuu ympäristönsuojelulain 14 §:n. Asetuksessa on annettu 52:lle eri haitta-aineelle ohje- ja viitearvot, joiden perusteella arvioidaan milloin maa-aines on saastunut, ja millaisia käyttörajoituksia maa-aineelle ja sen käytölle tulee asettaa. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Asetuksessa on annettu kynnysarvot, joiden ylittyessä aletaan maaperää tutkia mahdollisen saastumisen osalta. Arvot pohjautuvat aikaisemmin laadittuihin SAMASA – ohje –ja viitearvoihin. Maa-aineksen sijoituessa kynnysarvon ja alemman ohjearvon väliin soveltuu kyseinen alue asuin- tai puistoalueeksi. Alemman ja ylemmän ohjearvon väliin sijoittuva maa-aines soveltuu teollisuuden käyttöön. Ylemmän ohjearvon ylittävä maa-aines on pilaantunutta eikä se sovellu käytettäväksi ennen sen puhdistamista. Ongelmajätearvon ylittävät, vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavat massat kuljetetaan automaattisesti käsiteltäväksi asianmukaisin menetelmin. Pohjois-Suomen alueella tällaisen käsittelyn hoitaa Kemissä sijaitseva Savaterra Oy.

4.3 Arviointiin liittyvät hallintomenettelyt

4.3.1 Ilmoitus

Pilaantuneen maa-aineksen puhdistaminen vaatii aina ympäristöviranomaisen myöntämän luvan tai ilmoituksesta tehtävän päätöksen (YSL 78 §). Yleisin menettelytapa on ilmoituksen tekeminen.

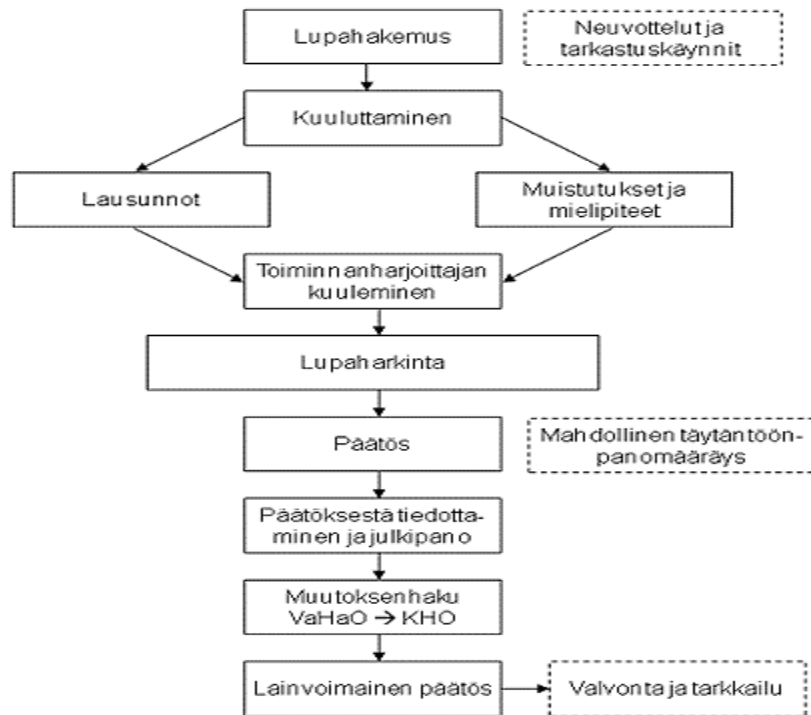
Ilmoituksen edellytyksen on, että seuraavat ehdot täyttyvät:

- pilaantuneen alueen laajuus ja maaperän pilaantumisen aste on riittävästi selvitetty
- puhdistamisessa noudatetaan yleisesti käytössä olevaa hyväksyttävää puhdistusmenetelmää
- toiminnasta ei aiheudu ympäristön muuta pilaantumista.

4.3.2 Ympäristölupa

Ilmoituksen jättämisen edellytysten vajavaisuus tarkoittaa, että asia tulee ratkaista ympäristölupamenettelyssä. Tällainen menettely tulee kyseeseen, jos puhdistuksessa poiketaan huomattavan paljon yleisistä puhdistusmenetelmistä tai, jos maaperään jätetään huomattava määrä haitallisia aineita.

Kuviossa 2 esitetään ympäristölupamenettelyn vaiheet.



Kuva 2. Lupakäsittelyn vaiheet (Ympäristöministeriö, 2007.)

4.3.3 Viranomaisen määräys

Ympäristöviranomaisen on määrättävä alue puhdistettavaksi, jos puhdistuksesta vastuussa oleva henkilö ei vapaaehtoisesti ryhdy puhdistustoimenpiteisiin (YSL 79 §). Määräystä annettaessa täytyy viranomaisen soveltaa ympäristönsuojelulain 13 luvun säännöksiä valvonnasta ja hallintopakosta. (Ympäristöministeriö, 2007.)

4.3.4 Lausuntomenettely

Tapauksissa, joissa alueen maaperässä tai pohjavedessä on havaittu haitallisia aineita, mutta riskinarvioinnin perusteella todetaan, että puhdistamiselle ei ole tarvetta, ei ole erityistä hallintomenettelyä. Tällaisissa tapauksissa voidaan ympäristöviranomaiselta pyytää lausunto asiasta. Arviointi- ja lausuntoasiakirjoihin kirjataan rajoitukset, jotka liittyvät maankäyttöön, maan kaivamiseen ja massojen siirtoon. (Ympäristöministeriö, 2007.)

4.4 Monivaiheinen arviointi

Monivaiheinen arviointi aloitetaan aina arviointitarpeen tunnistamisella. Ns. perusarviointiin siirrytään, kun arviointi todetaan tarpeelliseksi. Perusarvioinnissa kuvataan ominaispiirteet, jotka voivat vaikuttaa haitta-aineista aiheutuviin riskeihin. Riskin suuruus määritetään vertaamalla mitattuja arvoja ohjearvoihin ja muihin viitearvoihin. Arvojen ylittyessä maaperä todetaan pilaantuneeksi ja puhdistettavaksi tai siirrytään tarkennettuun arviointiin. Tarkennetussa arvioinnissa lähtötietoja käsitellään ja sovelletaan aiempaa pidemmälle. Tämä käsittää aineiden kulkeutumis- ja altistusmallien tekemistä, sekä altistusmittauksia ja biotestejä. (Ympäristöministeriö, 2007.)

4.4.1 Arviointitarpeen tunnistaminen

Maaperän pilaantumisen arviointi ja sen tarpeellisuus on monien eri yhtälöiden summa. Pilaantuminen voidaan havaita aistinvaraisin menetelmin, jonka jälkeen se täytyy varmistaa maaperänäyttein. Arviointi tulee tarpeelliseksi, jos maaperästä löytyy haitta-aineita ja haitta-aineiden määrät ylittävät niille säädetyt kynnysrajat. (Ympäristöministeriö, 2007.)

4.4.2 Perusarviointi

Perusarviointi on ensimmäinen vaihe pilaantuneen maaperän arvioinnissa ja siihen ryhdytään, mikäli maaperän haitta-aineiden pitoisuudet ylittävät niille asetetut kynnysarvot. Kynnysarvojen ylittyttyä aletaan tutkia mahdollisia toimintoja, jotka olisivat voineet aiheuttaa maaperän mahdollisen pilaantumisen. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Perusarvioinnissa käydään aina läpi seuraavat tekijät, joita PIMA-asetuksessa (VN asetus 214/2007) vaaditaan. (Ympäristöministeriö, 2007.)

- maaperässä todetut haitta-aineet, niiden pitoisuudet, kokonaismäärät ominaisuudet ja taustapitoisuudet.
- maaperä –ja pohjavesiolosuhteet , sekä tekijät jotka voivat vaikuttaa mahdollisiin haitta-aineiden kulkeutumisreitteihin ja leviämiseen.
- alueen ja sen ympäristön ja pohjaveden nykyinen ja suunniteltu käyttötarkoitus,
- altistumismahdollisuus aineille lyhyen ja pitkän ajan kuluessa
- altistumisen seurauksena terveydelle ja ympäristölle aiheutuvan haitan vakavuus ja todennäköisyys sekä haitallisten aineiden mahdolliset yhteisvaikutukset
- käytettävien tutkimustietojen sekä arviointimenetelmien epävarmuus

Perusarvioinnissa nämä kaikki yllämainitut asiat käydään läpi suuripiirteisesti, mutta huolellisesti. Alueen maankäyttöä ja haitta-aineiden ekologis-, terveys-, sekä yhteisvaikutuksia tutkitaan käyttäen apuna asiaankuuluvia konsultteja, laboratorioita, terveysviranomaisia sekä ympäristöviranomaisia. (Ympäristöministeriö, 2007.)

4.4.3 Ohje- ja viitearvovertailu

Ohje- ja viitearvovertailu on yleinen lähtökohta pilaantuneen maaperän pilaantuneisuuden selvittämisessä. Ohjearvovertailua varten täytyy selvittää ohjearvojen soveltuvuus pilaantuneisuuden arviointiin kyseisessä kohteessa. Ohjearvoille ja lasketuille tunnusluvuille, joita vertailussa käytetään ja niiden valinnalle tulee esittää perustelut. Ohjearvovertailun perusteella tehty arvio maaperän pilaantuneisuudesta tulee esittää vertailun yhteydessä, sekä alue tulee jakaa pilaantumattomiin ja pilaantuneisiin osa-alueisiin. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Vertailussa käytettävän ohjearvon valinta tehdään maan käytön perusteella. Jokaisen kohteen erityispiirteet tulee aina ottaa huomioon, kun tällaista vertailua toteutetaan eikä sitä saa koskaan toteuttaa kaavamaisesti. Maaperä luokitellaan pilaantuneeksi, mikäli yhdenkään aineen osalta ohjearvo ylittyy. Pitoisuuksien ollessa vertailussa käytettyä ohjearvoa pienempiä, mutta kynnysarvoa suurempia maaperä todennäköisesti ei ole

pilaantunut, mutta maan käytön muuttuessa tai maata kaivettaessa haitta-aineet tulee ottaa huomioon. Ohjearvot jaetaan kynnysarvoihin, alempaan ja ylempään ohjearvoon. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Alempi ohjearvo on pitoisuustaso, jossa riskejä pidetään hyväksyttävänä tavanomaisessa maankäytössä eli asuin-, puisto ja virkistyskäytössä. Alemman ohjearvon pohjana on tarkastelu, jossa altistusreittejä ovat maansyönti, ravintokasvien syöminen ja talousveden juominen tai sisäilman, ulkoilman ja pölyn hengittäminen sekä suihkuvedestä haihtuvien yhdisteiden hengitys tai ihokosketus maan ja suihkuveden kanssa. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Ylempi ohjearvo on pitoisuustaso, jossa riskit ovat hyväksyttäviä tavanomaista epäherkemmässä maankäytössä eli teollisuuskäytössä. Ylemmän ohjearvon pohjana on tarkastelu, jossa altistusreittejä ovat tahaton maan nieleminen, sisäilman, ulkoilman ja pölyn hengittäminen ja ihokosketus maan kanssa. (Ympäristöministeriö, 2007.)

4.4.4 Tarkennettu arviointi

Tarkennetun arvioinnin tarkoituksena on täsmentää perusarvioinnissa muodostettua kuvaa pilaantumisesta ja puhdistustarpeesta. Siinä keskitytään niiden riskien tarkasteluun, joita yleisillä ohje- ja viitearvoilla ei voida riittävän tarkasti määrittää tai joista aiheutuvat riskit eivät ole hyväksyttäviä. Tarkennetussa arvioinnissa käytetään kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia menetelmiä. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Tarkennetun arvioinnin tavoitteet ja rajaukset tehdään aina tapauskohtaisesti ottaen huomioon kohdetiedot ja haitta-aineiden ominaisuudet, pitoisuudet ja esiintymisen laajuus. On oleellista, että tällaisessa tapauksessa keskitytään vain riskien kannalta olennaisiin haitta-aineisiin, kulkeutumisreitteihin ja altistustilanteisiin. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Arvioinnin yleiseen rajaukseen sisältyy:

- tarkasteltavien riskien määrittely
- tarkasteltavien haitta-aineiden määrittely
- arvioinnin alueellinen ja ajallinen rajaus
- arviointimenetelmän valinta

Ohjearvot ylittäneiden haitta-aineiden osalta tarkennettuun arviointiin tulee sisältyä kulkeutumisreittien, terveysriskien ja ekologisten riskien arviointi. Tietyissä tapauksissa tarkennettu arviointi tehdään jo kynnysarvot ylittäneiden haitta-aineiden osalta, jos (Ympäristöministeriö, 2007.)

- kohde sijaitsee tärkeällä tai vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella
- kohteen tai se lähialueen pohjavettä käytetään talousvetenä riski: pohjaveden laatu terveydelle
- kohteessa harjoitetaan laajamittaista ravintokasvien viljelyä -> riski: elintarvikkeet
- kohteessa sijaitsee päiväkoti tai leikkipuisto -> riski: lasten terveys
- kohteella on erityinen suojeluarvo -> ekologinen riski
- kohteessa on asuinrakennuksia ja maaperässä on haihtuvia yhdisteitä -> sisäilman laatu ja kulkeutuminen sisäilmaan

5 PILAANTUNEENMAAPERÄN KUNNOSTAMINEN

Pilaantuneen maaperän kunnostaminen aloitetaan tekemällä PIMA-ilmoitus ELY-keskukselle. PIMA-ilmoitukseen kirjataan ylös syyt maaperän pilaantumiseen, haitta-aineet ja niiden ominaisuudet ja määrät, pilaantumisen aiheuttajat, sekä suunnitelmat pilaantumisen kunnostustöille. Ilmoitukseen liitetään myös aikaisemmat viranomaislausunnot, ympäristölupa ja mahdolliset tutkimukset joita alueelle on suoritettu, sekä alueen vuokra –ja omistussuhteet. PIMA-ilmoituskaavake on löydettävissä valtion ympäristöhallinnon verkkosivuilta osoitteesta <http://www.ymparisto.fi>. Kunnostamisen ja sen tavoitteiden asettamisen lähtökohtana on aina pilaantuneen alueen käyttötarkoitus. PIMA-ilmoituksen jättämistä edeltää kunnostuksen yleissuunnitelman laatiminen. Yleissuunnitelmassa käydään läpi kunnostuksen tavoitteet, menetelmät, työturvallisuuskysymykset, laatuvaatimukset, alustava aikataulu sekä työn jälkeinen seuranta ja mahdolliset käyttörajoitukset mitä maa-aineksen käytölle asetetaan.

Yleissuunnitelman laatii yleensä urakoitsija, joka hyväksyttää sen sitten tilaajalla. Tietyissä tapauksissa yleissuunnitelman voi laatia tilaaja. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi,

- jos tilaaja on valtion lupaviranomainen, ja yleissuunnitelma asettaa tietyt rajoitteet kunnostustyölle.

Yleissuunnitelma antaa raamit, jonka rajoissa tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa toimintasuunnitelmaa aletaan valmistella. Joissakin tapauksissa yleissuunnitelma on kunnostustyön pääasiallinen suunnitelma. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi,

- jos kunnostustyö on tavanomainen ja helposti toteutettava projekti, joka ei vaadi erityisen tarkkoja laskelmia tai piirustuksia
- jos yleissuunnitelman tukena on tarkentavia tutkimuksia ja analyysyjä, jotka ovat liitettynä yleissuunnitelman yhteyteen

5.1 Kunnostusmenetelmät

Maaperän kunnostamiseen on tarjolla monenlaisia eri vaihtoehtoja. Ensimmäinen kunnostusmenetelmätyyppi on ”Ex-situ”. Tässä menetelmässä pilaantuneet maat kuljetetaan kunnostuspaikalta pois ja niiden käsittely tapahtuu muualla. massanvaihto, jossa pilaantunut maa-aines kaivetaan ylös ja kuljetetaan asianmukaiseen vastaanottopaikkaan, on kuitenkin yleisin käytetty menetelmä. Vastaanottopaikka on yleensä kaatopaikka, jossa on asianmukainen pilaantuneiden maa-ainesten varastointimahdollisuus.

Toinen maaperän kunnostusmenetelmätyyppi on kunnostuspaikalla toteutettava ”in-situ” menetelmä. Tässä menetelmässä maa-ainesta ei kuljeteta mihinkään vaan se kunnostetaan paikan päällä. Tällaiset ”in-situ” menetelmät ovat aikaa vievempiä kunnostusmenetelmiä, kuin perinteinen massanvaihto. Ne ovat yleensä edullisempia ja ympäristöystävällisempiä kuin massanvaihto, mutta myös epävarmempia. Yleensä urakoitsijat käyttävätkin tällaisia ”in-situ” menetelmiä kohteisiin, joissa perinteinen massanvaihto olisi vaikeaa suorittaa tai se aiheuttaisi turhan suuria kustannuksia, kuten rakennuksen perustuksen alla sijaitsevat maa-ainekset. Suuremmissa kohteissa, joissa on monen tasoista pilaantumista, In-situ menetelmiä käytetään usein rinnakkain massanvaihdon kanssa.

Massanvaihto (ex-situ)

Massanvaihto on perinteisin pilaantuneen maa-alueen puhdistusmenetelmä ja ainoa, joka tuottaa varmasti halutun tuloksen. Massanvaihdossa pilaantunut maa-aines kaivetaan ylös ja korvataan pilaantumattomalla maa-aineksella. Massanvaihto suoritetaan kaivinkoneella, joka lastaa pilaantuneen maa-aineksen kuorma-autoon, joka kuljettaa sen asiaankuuluvaan käsittelypaikkaan. Massanvaihdon onnistuminen on kiinni täysin valmistelevista toimenpiteistä, kuten pilaantuneen alueen tarkasta rajauksesta.

Massanvaihdon huonona puolena voimme pitää sen kalleutta ja sen ympäristöä kuluttavaa luonnetta, mutta hyvänä puolena sen nopeutta ja varmuutta. Suomessa, varsinkin Pohjois-Suomessa on vain vähän pilaantuneiden maiden vastaanottopaikkoja ja ajomatkat ovat pitkät, joten hinnat nousevat yleensä korkeiksi. Juuri tämän kalleuden vuoksi on alettu kehittää muita, halvempia ratkaisuja massanvaihdon rinnalle, mutta mitkään niistä eivät ole yhtä varmoja.

Huokoskaasukäsittely (in-situ)

Huokoskaasukäsittelyssä maahan asennetaan pysty tai vaakasiiviläputkia, joiden avulla maaperästä imetään haihtuvia yhdisteitä sisältävää ilmaa pois. Yhdisteet hävitetään katalyyttisellä polttimella tai aktiivihiilisuodatuksella riippuen yhdisteen määrästä. Käsittelyä voidaan tehostaa lämpimän ilman syötöllä. Huokoskaasukäsittelyä käytetään yleensä haihtuvien yhdisteiden poistamiseen maaperästä. (Nordic Envicon Oy.)

Elektrokinettinen käsittely (pumppaus/hapetus) (in-situ)

Elektrokinettinen pumppaus itsessään ei sinänsä ole mikään käsittelymenetelmä. Se on menetelmä, jolla vettä ja kemikaaleja voidaan liikuttaa maaperässä vaakasuunnassa ja parantamaan kontaktia haitta-aineen kanssa. Tässä menetelmässä maahan asennetaan elektrodeja, joihin johdetaan tasavirtaa. Pumppausta voi käyttää esimerkiksi tehostamaan biologisen käsittelyn toimivuutta. (Nordic Envicon Oy.)

Elektrokinettinen hapetus taas on käsittelymenetelmä. Elektrokinettisen pumppauksen perustuessa tasavirran syöttämiseen maaperään, elektrokinettinen hapetus perustuu pulssi-luonteisen virran syöttämiseen maaperään. Pulssimuotoinen sähkövirta liikuttaa haitta-ainemolekyylejä sähkökentässä hajottaen ne vaarattomiksi yhdisteiksi kuten vety ja happi. Elektrokinettinen hapetus toimii hyvin tiiviissä maakerroksessa kuten savi tai jopa betonissa. (Nordic Envicon Oy.)

Biologinen käsittely (in-situ)

Biologisessa käsittelyssä (Biostimulaatio) haitta-aineiden hajoamista tehostetaan lisäämällä maaperään happea, ravinteita, bakteereja, kosteutta ja lämpöä tarpeen mukaan. Happi ja ravinteet syötetään maahan vesiliukoisina, josta ne hitaasti vapautuvat maaperässä olevan luontaisen bakteerikannan käyttöön. Syöttö tehdään maahan asennettavan siiviläputkiston kautta tai injektoimalla korkeapainepumpulla. Syöttöliuoksen määrä perustuu haitta-ainetutkimuksista saatuun tietoon. (Nordic Envicon Oy.)

Kemiallinen hapetus (in-situ)

Kemiallisessa hapetuksessa haitta-aineet hajotetaan kemiallisen hapettimen avulla. Hapettimena käytetään yleensä vetyperoksidia. Vetyperoksidiliuos syötetään maaperään asennetun siiviläputkiston kautta tai injektoimalla se korkeapainepumpulla. Kemiallinen hapetus toimii, kun haitta-aineena on öljy. (Nordic Envicon Oy.)

Maaperän kapselointi (in-situ)

Kapseloinnissa pilaantunut maa-aines eristetään niin, että se ei pääse leviämään ympäristöön valumaveden tai pohjaveden mukana. Eristeenä käytetään vettä läpäisemättömiä maakerroksia kuten, savea, tiivisasfalttia tai synteettisiä materiaaleja. (Nordic Envicon Oy.)

5.2 Alueen maa-ainesten käyttörajoitukset

Pilaantuminen asettaa aina käyttörajoituksia siihen mihin tällainen maa-aines soveltuu käytettäväksi. Kynnysarvot ylittävä maa-aines, eli maa-aines jossa on kohonneita haitta-ainearvoja, mutta jota ei vielä luokitella pilaantuneeksi voi soveltua käytettäväksi täyttömaana esimerkiksi rakennustyömailla tai kaatopaikkojen rakennekerroksissa.

Alemman ohje-arvon ylittävät maa-aineet luokitellaan lievästi pilaantuneiksi maa-aineksiksi ja niiden käyttö tulee rajoittaa siten, että niitä ei voida käyttää täyttömaana alueilla, jotka ovat asuin –tai puistoalueita, tai alueita joiden pohjavettä käytetään talousvetenä. Tällaiset maa-aineet soveltuvat kuitenkin vielä käytettäväksi esimerkiksi teollisuusalueilla tai kaatopaikan rakennekerroksissa.

Ylemmän ohje-arvon ylittäneet maa-aineet luokitellaan vahvasti pilaantuneiksi, eikä niiden käyttöä suositella ilman puhdistusta missään kaavoitetuilla alueilla, missä ihmiset tulevat asumaan, oleskelemaan tai työskentelemään. Tällaiset maa-aineet tulee aina sijoittaa asianmukaisiin jätteen käsittelylaitoksiin, joiden ympäristöluvassa tällaisten jätteiden käsittely sallitaan.

5.3 Kaivettujen maa-ainesten luokittelu, hyödyntäminen

Maa-aineet luokitellaan aina niiden käyttötarkoituksen, joka perustuu ekologisten ja terveysperäisten riskien arviointiin, perusteella. Luokittelun lähtökohtina ovat PIMA-arvot, jotka ovat myös riskinarvioinnin lähtökohtana. (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaan maaperän puhdistustarpeen arvioinnin tulee aina perustua arvioon maaperän haitta-aineiden vaarasta tai haitasta terveydelle tai ympäristölle. Pilaantumattomaksi arvioidussa maaperässä voi olla kohonneita haitta-ainearvoja, mutta tutkimuksin voidaan selvittää onko niistä haittaa ympäristölle tai terveydelle. Tällaiset maat voivat kuitenkin aiheuttaa haittaa muualle vietyinä. (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Käsittely –ja hyötykelpoisuuden selvittämistä vaaditaan kaikilta maa-aineksilta, jotka kaivetaan tai on kaivettu pilaantuneiksi epäilyiltä tai todetuilta alueilta. Selvittämistä vaaditaan myös pilaantumattomaksi arvioidulta alueelta, jossa on haitta-aineita sisältäviä maa-aineksia. (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Maa-ainesten luokittelu näkyy kuviosta 3.

Kynnysarvo		Alempi ohjearvo
Pilaantumaton	Pilaantumaton, jossa kohonneita haitta-ainepitoisuuksia	Pilaantunut

Kuva 3. Maa-aineksen luokittelu (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Jätelain 6 § mukaan kaikki maa-ainesjäte tulee ensisijaisesti hyödyntää, mikäli se on teknisesti mahdollista ja siitä ei aiheudu kohtuuttomia lisäkustannuksia. Suurin osa maa-ainesjätteen hyötykäyttäjistä ovat kaatopaikat. Niissä tällainen jäte voidaan hyödyntää peitemaina, rakenteissa tai täyttöalueen sulkemisessa. Pilaantuneiden maiden käsittelylaitokset hyödyntävät käsittelemiään massoja varasto –tai käsittelykenttiensä rakentamisessa. Pilaantuneita maita voidaan myös käyttää melusteissa tai tierakenteissa, mikäli pitoisuuksista ei aiheudu ympäristöriskiä, mutta tällainen käyttö on vain vähäistä. (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Kuviossa 4 on esitetty maa-aineksen hyötykäyttömahdollisuuksia.

Hyötykäyttö	
Peitemaat ja rakenteet	sekä päivittäispeittoihin että kaatopaikan tie- ja pohjarakenteisiin käytetyt massat vastaanottajan alueella
Stabiloidut rakenteet ja kentät	vain vastaanottajan omalle alueelle stabiloidut rakenteet ja kentät
Kaatopaikan sulkeminen	vain vastaanottavan kaatopaikan sulkemiseen käytetyt massat
Kaatopaikan sulkeminen alueen ulkopuolella	massat, jotka käytetty kaatopaikan sulkemiseen muualla kuin vastaanottajan/käsittelijän alueella
Muu hyötykäyttö alueen ulkopuolella	muu hyötykäyttö vastaanottavan kaatopaikan tai laitoksen alueen ulkopuolella

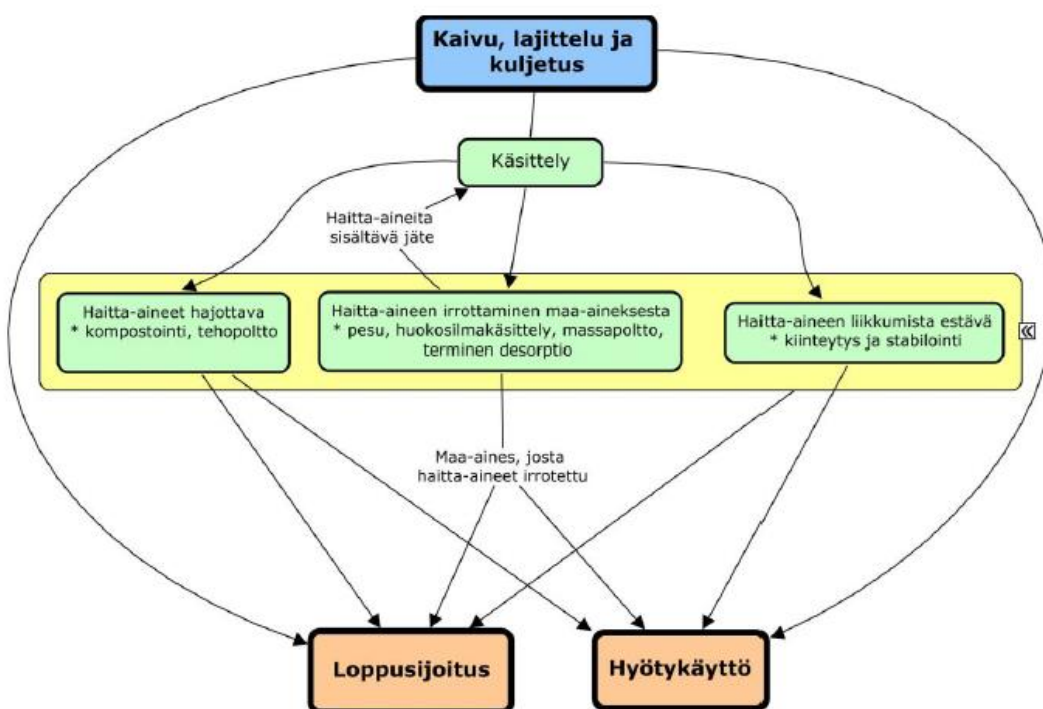
Kuva 4. Maa-aineksen hyötykäyttö (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

5.4 Jätteenkäsittely

Pilaantunut maa-aines on aina jätettä, jonka käsittely tarvitsee asiaankuuluvan ympäristöluvan. Valtioneuvoston kaatopaikkapäätöksessä onkin säädetty miten tällaisten massojen kanssa tulee toimia. Onko se ongelmajätettä, joka täytyy hävittää ongelmajätteenkäsittelyyn erikoistuneissa laitoksissa tai ongelmajätekaatopaikalla vai jätettä, joka voidaan sijoittaa kaatopaikalle tai maakaatopaikalle riippuu maa-aineen pilaantumisen laadusta. Maa-aineksen kaatopaikkakelpoisuus täytyy osoittaa ennen sen sijoittamista kaatopaikalle. Maa-ainesjätteen käsittely- tai hyötykelpoisuuden arviointiin vaikuttaa suuresti massojen loppusijoitus- tai hyödyntämiskohde. (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Maa-ainesjäte on jätelain 6 §:n perusteella pyrittävä ensisijaisesti hyödyntämään, eikä sitä saa laimentaa sekoittamalla sitä pilaantumattomiin maa-aineksiin. Mikäli kyseessä on vahvasti pilaantuneet massat, tulee ne esikäsitellä siten, että niiden haitallisuus vähenee ja hyötykäyttömahdollisuudet paranevat. (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Kuviossa 5 on esitetty maa-aineksen käsittely kaivuprosessin jälkeen.



Kuva 5. Kaivuun jälkeinen maa-aineksen käsittely (Ulla-Maija Liski, 2009.)

Maa-ainesjätteiden tuottajan on oltava selvillä jätteen määrästä, laadusta, ominaisuuksista ja alkuperästä, sekä luokittelusta. Maa-aineksen vastaanottajan täytyy huolehtia, että käsittelyyn vastaanotettavat massat ovat ympäristöluvan mukaisia. Hänen täytyy pitää yllä laadunhallintajärjestelmää, jossa kuvataan pilaantuneiden massojen hyväksymiseen ja vastaanottamiseen liittyvät toimintatavat. (Suomen ympäristökeskus, 2008.)

Maakaatopaikat

Maakaatopaikalle sijoitettu maa-aines täytyy olla pilaantumaton. Tämä tarkoittaa, että sen haitta-aineiden pitoisuudet eivät saa ylittää valtioneuvoston säätämää alemmaa ohjearvoa. Kynnysarvon ylityttyä täytyy kelpoisuutta arvioida PIMA-tutkimuksella. Maakaatopaikan ympäristöluvassa on säädetty miten tällaisten maiden kanssa tulee toimia. Ohjeiden puuttuessa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- pitoisuuksien tulee alittaa alempi ohjearvo
- jos maakaatopaikka sijaitsee herkkien alueiden läheisyydessä, vastaanottokriteerit tulee arvioida tapauskohtaisesti
- jos maakaatopaikka sijaitsee pohjavesialueella, sinne ei saa vastaanottaa kynnysarvon ylittänyttä maajätettä.

Kaatopaikat

Kaatopaikkakäsittelyn mahdollistamiseksi tulee jätteen kaatopaikkakelpoisuus arvioida. Arviointi perustuu valtioneuvoston asetukseen 861/97. Päätöksessä on esitetty yleiset rajoitukset maajätteen kaatopaikalle sijoittamisesta. Kaatopaikka päätöstä muutettiin 2006 päätöksellä 202/2006, jolloin jätteellä tuli selvät raja-arvot, joiden mukaan se luokitellaan joko tavanomaiseksi jätteeksi tai ongelmajätteeksi. (Ympäristöministeriö, 2007.)

Maajätteen, varsinkin voimakkaasti pilaantuneen jätteen kaatopaikalle sijoittaminen on yleensä hankalaa ja kallista. Vain harvoilla jäteasemilla on asianmukaiset ympäristöluvut tällaisen jätteen käsittelyyn. Tämän vuoksi ne harvat joilla tällainen lupa on, ovat täynnä.

Kaatopaikkakelpoisuuden määrittämisessä tulee ottaa huomioon Suomen ympäristökeskuksen julkaisussa YO 98:n määritetyt vaarallisten aineiden pitoisuudet. Julkaisussa vaaralliseksi jätteeksi luokitellaan jäte, jonka pitoisuus ylittää sille säädetyn raja-arvon. Näitä raja-arvoja ei kuitenkaan käytetä suoranaisesti maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa, vaan pilaantuneiden maa-ainesten kuljetuksissa ja käsittelyssä.

- Öljyhiilivedyt (C10 – C40) , 10 000 mg/kg, vaarallinen jäte
- Kloorifenolit
 - trikloorifenolit ,2 500 mg/kg, vaarallinen jäte
 - tetrakloorifenolit, 2 500 mg/kg, vaarallinen jäte
 - pentakloorifenolit, 1000 mg/kg, vaarallinen jäte
- PCDD/F-yhdisteet, 15 000 ng/kg (15 mg/kg), vaarallinen jäte

Kaatopaikalle sijoittamisen hinnat riippuvat aina pilaantuneen maa-aineksen pilaantuneisuustasosta. Kloorifenolilla tai PCDD/F-yhdisteillä pilaantuneet maat ja niiden kelpoisuuskriteerit määritellään suoraan niille asetettujen raja-arvojen mukaan. Öljyllä pilaantuneille maille on kuitenkin tehty seuraavanlainen jaottelu, joka on käytössä useimmilla jäteasemillakin.

- 300 – 1000 mg/kg, pysyvä jäte (voidaan sijoittaa tavanomaiselle kaatopaikalle)
- 1000 - 2500 mg/kg, tavanomainen jäte (yleisin raja minkä jälkeen ei enää voi sijoittaa tavanomaiselle kaatopaikalle.)
- > 2500 mg/kg, ongelmajäte (vastaanottopaikka määritellään paikan ympäristöluvan mukaan)

Yllä olevat lukuarvot ovat suuntaa antavia. Aina tulee pilaantuneisuus arvioida ja kaatopaikalta ottaa selvää voidaanko tällaista jätettä siellä käsitellä tai ottaa vastaan. Hinnat ovat myös tapauskohtaisia, jotka tulee aina sopia tapauskohtaisesti.

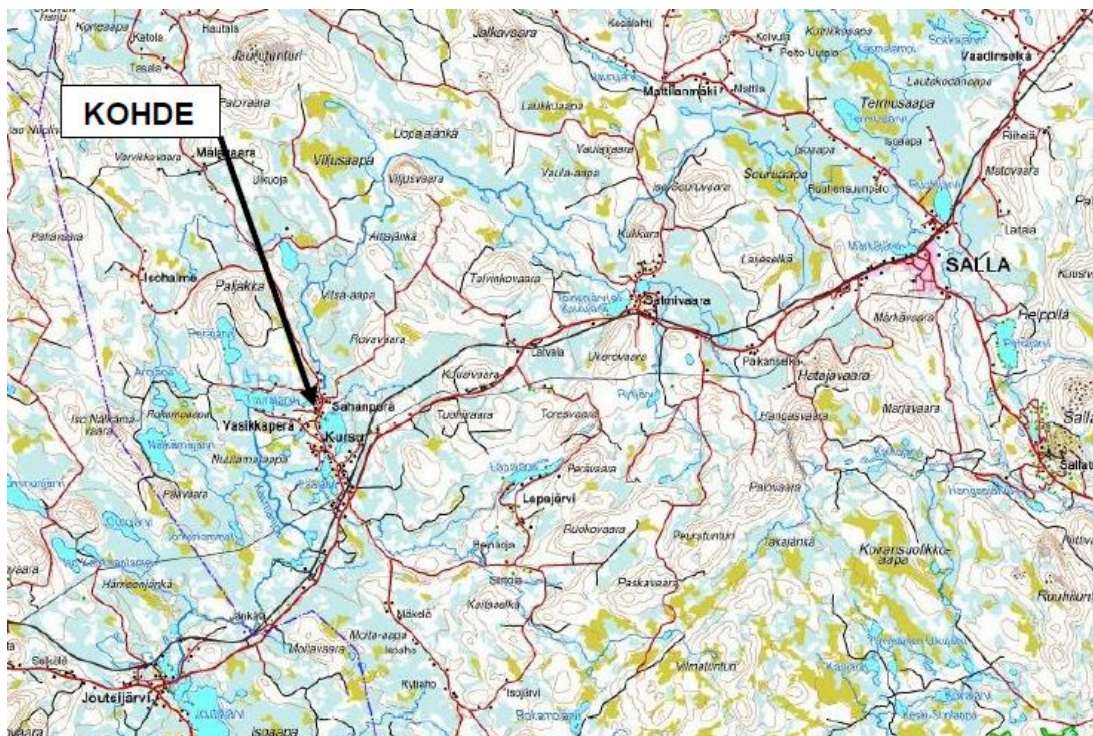
Terminen käsittely

Terminen käsittely edellyttää ympäristölupaa, jossa säädetään hyvin tarkkaan toiminta. Pohjois-Suomessa on vain yksi jätteenkäsittelylaitos, joka suorittaa maa-ainesjätteen termistä käsittelyä. Savaterra Oy, joka sijaitsee Kemissä. Terminen käsittely tarkoittaa maa-ainesjätteen polttamista sellaisessa lämpötilassa, joka tuhoaa haitta-aineen jätteen sisältä. Maa-aines poltetaan 800 – 1000 °C polttolämpötilassa, jossa haitta-aine tuhoutuu lopullisesti. Polton jälkeen maa-ainesta voidaan uusiokäyttää esimerkiksi viherrakentamisessa. Tällainen käsittely on erittäin ekologista, koska poltettu tuote ei mene hukkaan eikä polttamisesta synny haitallisia päästöjä, koska lämpötilat ovat niin korkeita, ettei kemikaaleja ole enää ulos tulevan savun joukossa.

6 Case- Kursun saha, Salla

6.1 Kohteen kuvaus

6.1.1 Sijainti



Kuva 6. Kohteen sijainti kartalla.

Kursun saha sijaitsee Sallan kunnassa, Kursun kylässä noin 25 km lounaaseen Sallan kirkonkylästä. Saha on perustettu alueelle 1940-luvun loppupuolella ja vuosien saatossa sahalla on ollut monia omistajia ja toimijoita, joista ensimmäinen Kursun sahaosuuskunta koostui lähinnä Kursun kylän asukkaista. Kursun sahaosuuskunta omisti sahan vuoteen 1964 asti. Vuonna 1964 sahan osti Esko Onkamon ja Kaino Onkamon luotsaama Kursun Puu Oy. He omistivat sahan vuoteen 1987 asti. Saha lopetti toimintansa vuonna 1985. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

Sahan toiminta jatkui vuonna 1987, kun sen ostivat Salkur Oy (68,18 %), Sallan matkailu Oy (22,27 %) ja Esko Onkamon kuolinpesä/konkurssipesä (9,10 %). Salkur Oy:n osakkeista n. 98 % kuuluivat viidelle eri yksityishenkilölle. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

Vuonna 1990 sahan omistus siirtyi Deltastar Oy Ab:lle, jonka omistuksessa se säilyi vuoteen 1993. Tämän jälkeen sahan siirtyi Deltamax Oy:lle. Vuonna 1997 sahalle saatiin jälleen uusi toimija, kun sen omistus siirtyi Nivavaaran Saha Oy:n perustettavalle yritykselle Sallan Saha Oy. Sallan Saha Oy osti saha-alueen Sallan kunnalta, josta he solmivat myös ympäristösopimuksen, jonka kesto oli 10 vuotta. Nykyisin saha-alueelle ei ole toimintaa. Saha-alueen kiinteistöt omistaa Sallan Saha Oy. Sallan kunta ja Sallan Saha Oy ovat sopineet syksyllä 2011 ympäristösopimukseen liittyvät riita-asian maanvaihtokaupalla, siten että saha-alueen omistus siirtyy Sallan kunnalle. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

6.1.2 Käytetyt haitta-aineet

Kursun sahalla, jota ensisijaisesti on käytetty puunjalostuksessa, on löytynyt KY-5 ja Improsol nimisiä aineita, jotka sisältävät kloorifenolia. Ainetta on käytetty kokonaisuudessaan sahan toiminnan aikana 116 000 kg. Nämä aineet olivat, ennen niiden kieltämistä, puun sinistymissuoja-aineita. Näiden aineiden käyttö Lapin ELY-keskuksen tutkimusten mukaan sijoittuisi vuosille 1964–1980 ja 1982–1985. Näihin aikoihin Sahalla toimi Kursun Puu Oy. KY-5:n valmistus kiellettiin vuonna 1984, mutta varastoja sai käyttää vielä vuoteen 1988 asti. Kloorifenoli saastumista on hoidettu kompostoimalla saastunutta maaperää kahteen kompostiaumaan. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

Saha-alueella on myös tapahtunut öljyvahinko. Onnettomuuden sijaintipaikka on Käsmänjoen ranta ja vahinko on tullut ilmi vuonna 1996. Oletettavasti vahingon aiheuttaja olisi Deltamax Oy, mutta varmaa tietoa ei voida saada, koska yritys on lopettanut toimintansa. Mitään dokumentteja ei ole löydettävistä näiden toimijoiden ajalta. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

Öljyvahingon kunnostustyöt on suoritettu öljyntorjuntatyönä. Pilaantuneet maa-ainekset on poistettu ja läjitetty kahteen kompostiaumaan saha-alueen pohjoisosaan. Öljynkeruuputkisto ja öljynerotuskaivo on rakennettu

vahvistamaan pilaantumisen kunnostusprosessia. Vahingon tarkka ajankohta ei ole tiedossa. Vahingon oletetaan tapahtuneen 15 m³:n lämmitysöljyn paluuputken rikkoutumisen takia. Lämmitysöljyä on arvioitu päässeen maaperään noin 15 m³-30 m³. Alueella sijaitsee myös puutavara-autojen ja työkoneiden huoltohalli ja polttoaineiden jakelupiste. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011.)

Kuvassa 7 esitetään ilmakuva saha-alueesta, josta selviää kemikaali- ja öljyvahinkoalueet.



Kuva 7. Saha-alueen karkea rajausta on tehty keltaisella viivalla. 1) ky5-tyllästysaltaan sijainti, 2) entistä lautatarha-alue, 3) öljyvahinkoalue (ns. käsmäjokivarsi), 4) entinen polttoaineen jakelupiste; 5) öljymaa-aumat

6.1.3 Maaperä-, pohja-, ja pintavesitiedot

Kursun saha-alue sijoittuu pohjois-etelä-suuntaiselle harjalueelle. Maaperä harjun ydinseläntealueella on soraa ja hiekka, sekä muualla hiekkaa. Alueen länsipuolella on Tuurankoskessa kallioperää paljastuneena jokiuomassa yhteensä 450 metrin matkalla. Kallioperä on vanhan saharakennuksen ympärillä 3-4 m syvyydessä. Tämä on varmistettu

kairausten perusteella. Irtomaapeitteen paksuus on 3-4 metriä ja se on luonnontilaista hiekkaa. Hiekkaa esiintyy saha-alueen ympärillä laajalti suhteellisen tasaisena hiekkakankaana. (Nordic Redwood Oy, 2007.)

Täytemaaksi on saha-alueelle vuosikymmenten saatossa ajettu kantavampaa materiaalia kuten kivistä soraa ja kiveä. Hiekan arvioidaan olevan raekooltaan vettä hyvin johtavaa keskihiekkaa. Vuosikausia kestäneen sahaustoiminnan seurauksena on maaperään painunut sahausjätettä, joka myös muodostaa oman maakerroksensa. Kerros sisältää lähinnä sahanpurua ja parkkia. Suullisen tiedon mukaan sahausalueella sijaitsee myös entisen vesivoimalaitoksen vedenjohtamiskanavia, joita on täytetty täytemaalla, joka voi olla kiveä. Tätä tietoa tukee vanhat betonirakenteet joita sijaitsee sahan alueella. (Nordic Redwood Oy, 2007.)

Maaperä on vettä hyvin johtavaa, pohjaveden virtaussuunta on kohti lounasta ja paikallinen pohjaveden purkautumisalue on Käsmänjoki ja sen Tuurakosken alapuolinen suvanto Jyrhämälampi. Maasto viettää alueella lounaaseen. Pohjaveden syvyys kylän puolella on 2 metriä maanpinnan alapuolella eli pohjaveden kyllästämän maakerroksen paksuus on 2 metriä kalliopinnan yläpuolella. Sahan ja joen välissä on pohjaveden syvyys 1,95 metriä maan pinnan alapuolella. (Nordic Redwood Oy, 2007.)

6.2 Haitta-ainetutkimukset ja selvitykset

Kursun saha-alueella on vuosien saatossa tehty monia eri tutkimuksia monen eri tahon toimesta. Ensimmäiset havainnot maaperän kohonneista haitta-ainearvoista ajoittuu vuoteen 1989. Varhaisin maaperän puhdistusmenetelmä saha-alueella oli pilaantuneen maa-aineksen kompostointi. Risto Valo Bioteam Oy:stä teki suunnitelman pilaantuneen maa-aineen kompostoimiseksi 3.9.1992. Kloorifenolilla saastuneen maa-aineksen kompostointi aloitettiin 22.10.1992. (Bioteam Oy, 1992.)

Pilaantuneet maa-ainekset läjitettiin kahteen, niitä varten rakennettuun kompostiaumaan. Kompostoitavaa massaa oli noin 300 m³. Kompostoinnin alussa kloorifenolipitoisuudet olivat korkeat, noin 15 400 mg/kg. Viiden vuoden kompostoinnin jälkeen pitoisuudet olivat laskeneet 3 200 – 6 150 mg/kg välille. (Bioteam Oy, 1992.)

6.2.1 PSV- Maa ja Vesi Oy

PSV- Maa ja Vesi Oy julkaisi suunnitelman kompostoinnin jatkamiseksi 14.7.1997, jossa alla taulukoidut näytearvot oli esitetty. Kompostoidun maa-aineksen haitta-aineiden hajontaa oli tapahtunut kuten Taulukosta 7. voimme havaita, mutta haitta-aineiden hajonta oli toivottua hitaampaa ja pitoisuustaso vieläkin korkea. Tämän todettiin johtuvan siitä, että kompostin hoitotoimenpiteitä oli laiminlyöty ja hajottajamikrobit eivät voineet elää ja olivat kuolemassa vallitsevissa olosuhteissa. PSV-Maa ja Vesi Oy esitti tutkimuksessaan, että kompostointia voi jatkaa, koska hajottajamikro-organismeja on kompostissa vielä olemassa, mutta kompostin hoitoon tulee kiinnittää erityistä huomiota. (PSV-Maa ja Vesi Oy, 1997.)

Taulukossa 6 esitetään aumasta otettujen kokoomanäytteiden tulokset.

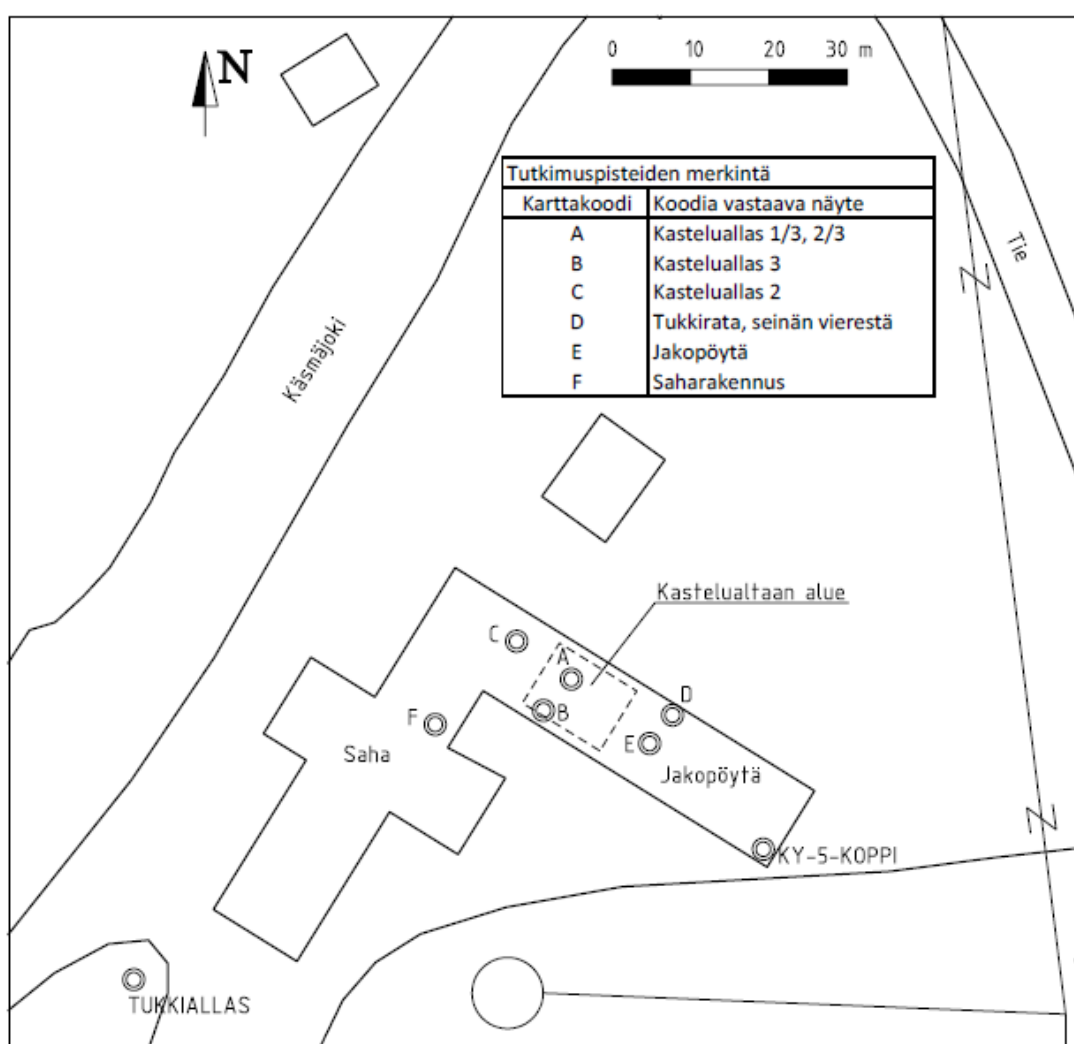
Taulukko 6. Aumasta otettujen kokoomanäytteiden tuloksia

pisteen tunnus	päiväm	tutkitut kloorifenol it yhteensä (mg/kg)	tutkitut kloorianis olit ja veratrolit yhteensä (ng/g)	kok.P (mg/kg)	kok.N (mg/kg)	pH	kuiva -aine %
auma A	2.6.1997	6 157	1 148	0,87	0,73	5,1	66
auma B	2.6.1997	3 187	854	0,92	0,81	4,6	64
auma	17.10.1996	9 619	1 193				68
aumanäyte 1-5	18.7.1995	4 409-6 271					-
auma	13.6.1994	10 271					60
auma	1993	15 940					65
auma	1992	15 413					62

6.2.2 Lapin Vesitutkimus Oy

Nordic Redwood Oy:n toimeksiannosta, Lapin Vesitutkimus Oy suoritti maaperätutkimuksia Kursun sahalla vuonna 2007, joissa tutkittiin saha-alueen kloorifenolipitoisuuksia. 3.6.2008 Kursun saha-alueella pidetyssä maastokatselmuksessa Lapin Vesitutkimus otti lisänäytteitä Kloorifenoli-, sekä öljyhiilivetypitoisuuksien selvittämiseksi.

Kuviosta 8. Näemme näytepisteiden sijainnin.



Kuva 8. Lapin Vesitutkimus Oy:n näytepisteet. (Nordic Redwood Oy, 2007.)

Lapin Vesitutkimus Oy suoritti maaperä -ja vesinäytteidenottoa 26.–28.10.2007 kaikkiaan 15 tutkimuspisteestä. Näytteet otettiin monitoimikairalla ns. superheijarimenetelmällä, joka soveltuu erityisesti syvistä maakerroksista otettaviin näytteisiin.

Näytteet otettiin KY-5 ja Improsol aineiden käytön, varastoinnin, jätteenkäsittelyn ja muun toiminnan perusteella arvioiduille potentiaalisille leviämisalueille. Maanäytteenoton yhteydessä asennettiin 2 kpl pohjavesiputkia pisteisiin Pp4 ja Pp8 siten, että ne olivat kastelualtaaseen nähden pohjaveden todennäköisessä virtaussuunnassa. Lisäksi kairauspisteestä Kk1 saatiin otettua pohjavesinäyte. (Nordic Redwood Oy, 2007.)

Kaikista otetuista näytteistä analysoitiin kloorifenolien ja PCDD/F-yhdisteiden pitoisuuksia. Kloorifenolipitoisuudet määritettiin Juwe Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa ja PCDD/F-yhdisteet Analycen Oy:n laboratoriossa. Maanäytteistä tehtiin 14 kloorifenoli analyysiä ja 6 dioksiinien ja furaanien analyysiä. Pohjavesinäytteistä tehtiin 3 kpl kloorifenoli määrityksiä. (Nordic Redwood Oy, 2007.)

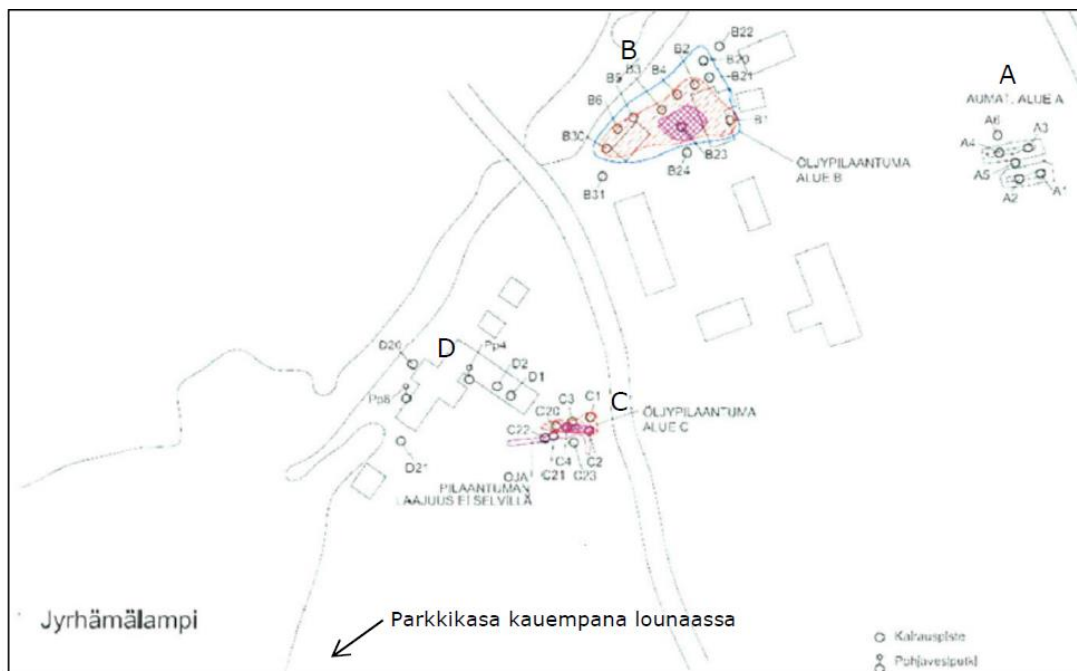
Lapin Vesitutkimus Oy:n ottamissa näytteissä ainoastaan kastelualueen lounaispuolen vesinäytteen kloorifenolipitoisuus oli korkea ylittäen melkein 900-kertaisesti talousvedelle asetetun käyttörajan. Nordic Redwood Oy määräsi lisätutkimukset tarpeellisiksi mikäli alueen maaperää alettaisiin uudelleen käyttää, tai jos alueen pohjavettä alettaisiin hyödyntää talousvetenä.

6.2.3 Pohjois-Suomen betoni –ja maalaboratorio Oy

Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy suoritti täydentäviä maaperätutkimuksia saha-alueella 28.2. – 15.3.2011. Toimeksiantajana näillä tutkimuksilla toimi Sallan kunta. Tutkimukset suoritettiin monitoimikairalla otetuista näytteistä. Vesinäytteitä otettiin jo olemassa olevista pohjaveden tarkastusputkista, Jyrhämälammesta ja öljynerotuskaivosta. Parkkikasan ja Jyrhämälammen väliin asennettiin pohjavesiputki, josta myös otettiin vesinäyte. Lisäksi kohteesta kartoitusmitattiin mm. parkkikasa ja öljypilaantuneet aumat ja mittausten perusteella määritettiin näiden kasojen tilavuudet.

Maanäytteitä analysoitiin paikan päällä kenttälaboratoriossa PID- ja XRF-analysaattoreilla, sekä PetroFLAG analyysillä. Juve ympäristötutkimus / Lapin Vesitutkimus Oy analysoi vesi – ja kontrollinäytteet. (Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio, 2011.)

Kuviossa 9. Esitetään PBM:n ottamat näytepisteet.



Kuva 9. Pohjois-Suomen Maa- ja Betonilaboratorion näytepisteet. (Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio, 2011.)

Tutkimukset osoittivat, että vaikka alueella oli tehty kunnostustöitä, ei pilaantumaa ollut saatu vielä poistettua. Osassa näytteitä löydettiin vielä huomattavankin suuria pitoisuuksia haitta-aineita.

Tutkimuspisteet sijoituivat vanhan polttoainejakelupisteen ja korjaamon alueelle, sekä vanhan saharakennuksen alapuolisiin maakerroksiin. Korjaamorakennuksen ulkopuolella havaittiin voimakas pilaantuma pisteessä B23.

6.2.4 Ramboll Oy, Finland

Viimeisin tutkimus saha-alueelle suoritettiin 4.6.2013. Maaperä –ja vesinäytteet otti Ramboll Oy, Finland. Tutkimuksessa haluttiin vielä tarkentaa ja rajata alue, jolle kunnostustöitä alettaisiin suorittaa.

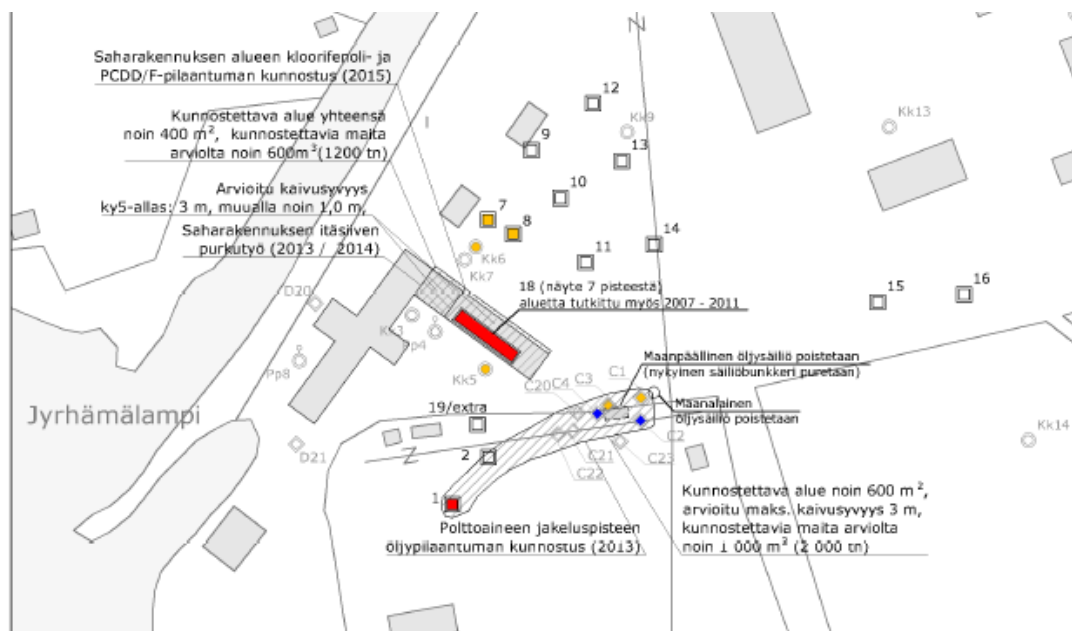
Kuviossa 10. Esitetään merkinnät joita suunnitelma piirroksissa käytetään.



Kuva 10. Suunnitelmapiirrosten merkinnät

Maaperästä otettiin yhteensä 18 eri maanäytettä. Näytteiden ottoa valvoivat Lapin ELY-keskuksen insinööri, Vesa-Matti Määttä ja harjoittelija, Jani Klemetti. Näytteenotto suoritettiin pyöräkonekaivurilla. Kone oli Sallan kunnan palveluksessa. Näytteet otettiin poistamalla maata kerroksittain, kunnes saatiin perusmaa näkyviin. Jokaisesta näytekaivannosta otettiin kolmesta viiteen eri osanäytettä. Ensimmäinen osanäyte otettiin kaivannon pohjalta perusmaasta, toinen näyte vähän ylempää ja kolmas näyte vielä ylempää. Kaikki näytteenottokohdat mitattiin ja kirjattiin ylös. Näytteitä otettiin vanhan saha-alueen ympäriltä, kyllästysaltaiden läheisyydestä, sekä lämpölaitoksen öljyvahinkoalueelta ja polttoaineen jakelualueelta. Varsinaisen saha-alueen ympäristössä ei mitään hajuhaittoja ollut havaittavissa, mutta korjaamon oven edessä vastaan tuli vahvasti öljyisiä maa-aineksia. Vanhoja rakennusjätteitä tuli vastaan vanhasta lautatarhasta kaakkoon tehdyissä kaivannoissa, joissa myös pohjavesi tulvi kaivantoon.

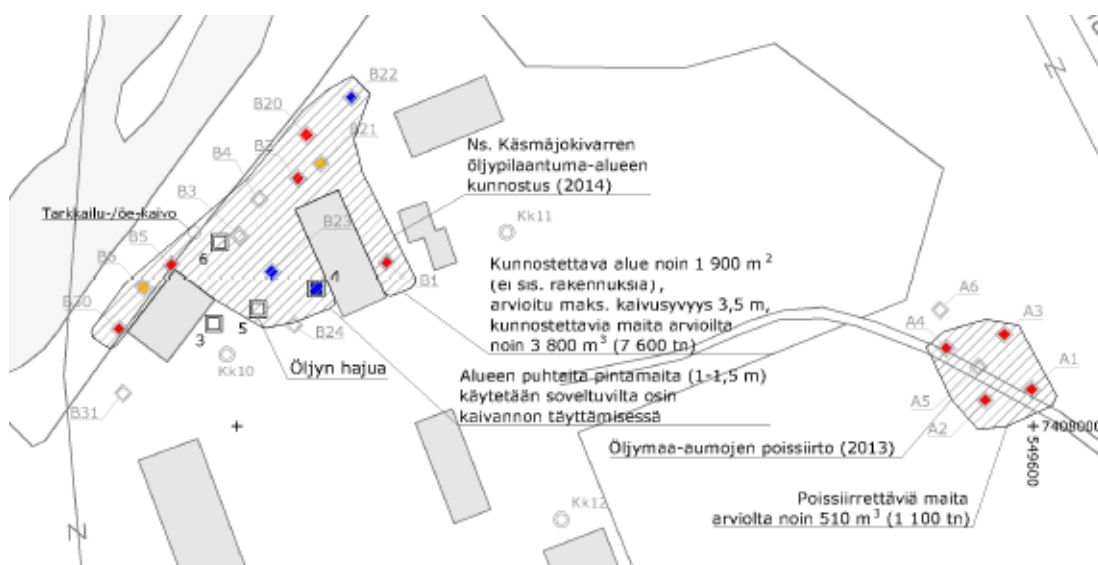
Kuviossa 11. Esitetään Ramboll Finland Oy:n saharakennuksen ympäriltä ottamien näytteiden sijainnit, sekä suunnitelmat puhdistamiseksi.



Kuva 11. Saharakennusalueen puhdistaminen

Maanäytteiden perusteella öljypilaantuminen rajoittuu vanhan korjaamorakennuksen ja polttoainejakelualueen ympäristöön. Näytteessä 1, 0,2 m:n syvyydestä eteenpäin, keskitisleiden C10 – C21 pitoisuudet ylittivät ylemmän ohjearvon pitoisuuden ollessa 1 200 mg/kg, sekä raskaiden öljyhiilivetyjen C21 – C40 pitoisuudet alemman ohjearvon pitoisuudella 730 mg/kg. Näytteessä 4, 0,9 – 1,8 m:n syvyydessä oli havaittavissa vahvaa öljynhajua ja näytteessä keskitisleiden C10 - C21 pitoisuudet olivat 37 000 mg/kg, ylittäen ylemmän ohjearvon 37:n kertaisesti, sekä raskaiden öljyhiilivetyjen C21 – C40 pitoisuudet olivat 2 500 mg/kg, joka sekin ylittää ylemmän ohjearvon. Pisteessä 4 öljyhiilivetyjen pitoisuudet ylittivät myös ongelmajätearvon 10 000 mg/kg. Muissa pisteissä, joista testattiin öljyhiilivetyjä, arvot jäivät alle alemman ohjearvon, joten öljyhiilivetyjen suhteen alue saatiin rajattua riittävän tarkasti.

Kuviossa 12. Esitetään korjaamorakennusalueen puhdistamissuunnitelma.



Kuva 12. Korjaamorakennuksen ja öljyaumojen puhdistussuunnitelma.

Kloorifenoleiden osalta mistään otetusta näytteestä ei löytynyt edes alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia, joten voimme todeta, että aikaisemmat puhdistustoimenpiteet kemikaalin osalta ovat olleet toimivia. Tosin PCDD/F, eli dioksiinien ja furaanien pitoisuudet ylittivät alemman ohjearvon näytteissä 7 ja 8, jotka otettiin 0 – 0,25 m:n syvyydestä, pitoisuuden ollessa 120 ng/kg. Näytteissä 9 – 14 dioksiinien pitoisuudet ylittivät myös kynnysarvon, mutta jäivät alle alemman ohjearvon. Näytteessä 18 dioksiinien PCDD/F pitoisuudeksi saatiin 2010 ng/kg, joka ylittää ylemmän ohjearvon, joka on 1500 ng/kg. Näyte 18 otettiin lapiokuopasta noin 15–20 mm:n syvyydestä.

6.3 Haitta-ainetutkimusten ja -selvitysten yhteenveto

Menneiden tutkimusten ja nykyisten tutkimusten tuloksista voidaan päätellä, että saha-alueen nykyinen öljypilaantuminen rajoittuu pääasiallisesti polttoaineenjakealueella ja lämmönjakealueelle. Öljyn aiheuttama pilaantuma on lähinnä öljyhiilivetyjen C10-C21 aikaansaamaa, mutta havaittavissa on myös kohonneita arvoja raskaiden öljyhiilivetyjen C21-C40 osalta. Hiililukujen perusteella ja paikan, jossa niitä esiintyy, voidaan päätellä, että pilaantumisen on aiheuttanut maahan valunut dieselöljy. Raskasta polttoöljyä löytyi kohonneina pitoisuuksina alueelta, jossa 1996 tuli ilmi öljyvahinko.

PCDD/F-yhdisteillä saastunut alue sijaitsee saharakennuksen alla, joten rakennus täytyy purkaa ennen maaperän puhdistamistoimenpiteitä. Kloorifenolin ja PCDD/F-yhdisteiden löytyminen pohjavedestä, vielä viimeisimmissä tutkimuksissakin voidaan arvioida, että se tulee rakennusten alla piilevistä pilaantuneista maista.

6.4 Kunnostuksen tarve ja tavoitteet

Alueen kunnostuksen tavoite on alueen käyttörajoitusten poistaminen/vähentäminen. Alue halutaan ottaa pienteollisuuden käyttöön, joten maaperä tulee puhdistaa siten, että haitta-ainepitoisuudet eivät nouse ylemmän ohjearvon yläpuolella, joka on säädetty VNA 214/2007. Suunniteltu käyttötarvetta ajatellen tulee alueen terveysriskien laskea huomattavasti. Alueelta löydettyt öljyhiilivetypitoisuudet olivat osittain niin korkeita, että voidaan olettaa niiden aiheuttavan ihmisille hengitettynä jo huomattavia terveydellisiä riskejä.

Alueen pintavesien ja pohjaveden tulevan saastumisen ehkäisemiseksi tulee maaperän puhdistamiseen kiinnittää erityistä tarkkuutta alueilla, joilla tällainen saastuminen on mahdollista.

6.5 Kunnostuksen toteutus

6.5.1 Kunnostusmenetelmän valinta ja toteutusaikataulu

Kunnostusmenetelmäksi valitaan kyseisessä projektissa saastuneen maa-aineksen poistaminen maaperästä massanvaihdon avulla. Tähän päätökseen päädyttiin, koska jotkin maaperän haitta aineet ovat niin pysyviä luonnoltaan, että paikalla suoritettavat kunnostusmenetelmät (in-situ) eivät tule kysymykseen.

Kunnostus toteutetaan kolmessa osassa, jotka ajoittuvat vuosille 2013 – 2015. Prosessi etenee siten, että kunnostus aloitetaan poistamalla öljymaauumat ja puhdistamalla entisen polttoaineen jakelualueen pilaantuma. 2014 – vuoden aikana Käsmäjoen varsi, jossa 1996 havaittiin öljyvahinko, kunnostetaan. 2015-vuoden aikana kunnostusurakka saatetaan loppuun Saharakennuksen kloorifenolilla ja PCDD/F-yhdisteillä saastuneen maan poistamisella. Kloorifenolilla saastuneiden maiden sijainnin vuoksi täytyy vanha saharakennus purkaa ja sen purkutyöt ajoitetaan vuosille 2013 – 2014.

6.5.2 Työn kuvaus

Pilaantuneen maa-aineen pois kaivaminen toteutetaan kullakin saastuneella alueella suunnitelmapiirroksissa esitetyllä tavalla. Käsmäjoki varressa, öljypilaantuneella alueella kaivussyvyys on maksimissaan 3,5 m. Tällä alueella pilaantumaton maa-ainesta syvyydessä 1 – 1,5 m voidaan käyttää täyttömaina. Polttoaineen jakelupisteen läheisyydessä kaivussyvyys on 3 m ja saharakennuksen ympärillä, kloorifenoli ja PCDD/F saastuman alueella kaivussyvyys on 1 m, josta poiketaan vain ky5 kyllästealtaiden alueella, jossa kaivussyvyys on 3 m. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

Entisen polttoaineen jakelupisteen alueelta poistetaan maanpäällinen säiliöbunkkeri ja säiliö, sekä maanalainen polttoainesäiliö kaivun yhteydessä

Kunnostettavien alueiden lopullinen laajuus ja kaivussyvyudet määritetään työn aikaisin analyysien. Kunnostuksen tavoitetasot todennetaan laboratorioanalyysien. Toteutuneet kaivannot tarkemmitaan, vähintään 5 m x 5 m ruutuun, ennen niiden täyttöö kaivalueiden dokumentoimiseksi. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

Kaivutyön suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida kontrollinäytteiden laboratorioanalyysien vaatima aika, jonka vuoksi kaivutyö joudutaan mahdollisesti keskeyttämään ennen analyysien valmistumista. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

Kaivu toteutetaan ns. lajittelevana kaivuna siten, että ylisuuret kivet ja mahdolliset muut kappaleet erotellaan maiden joukosta kavutyön yhteydessä. Kivet voidaan palauttaa kaivannon täyttöihin. Maa-ainekset pyritään lastaamaan suoraan kuorma-autojen lavalle ja toimittamaan vastaanottopaikkoihin ilman välivarastointia. Kuitenkin, koska pilaantuneen maan kuljetusmatkat vastaanottopaikkoihin tästä kohteesta ovat pitkiä, alueella on tilaa eikä kohteen välittömässä läheisyydessä ole häiriintyviä kohteita, voidaan olosuhteiden niin salliessa pilaantuneita maita kaivaa ensin aumalle, josta maat lastataan ja kuljetetaan vastaanottopaikkoihin. Välivarastointialueen pohjan puhtaus varmennetaan analyyseillä kuljetusten jälkeen. (Ramboll Oy Finland, 2013.)

Kaivussyvyyden arvioidaan pilaantuneiden maiden kaivun osalta olevan maksimissaan 3 m, ja reunat kaivetaan luiskaan (maksimi jyrkkyys 1:1), joilloin tarvetta kaivantojen tukemiselle lähtökohtaisesti ei ole. Säilytettävien rakennusten seinustoilla kaivu toteutetaan niin ikään maksimissaan 1:1 luiskakaltevuuteen, rakennusten alle jäävän maaperän haitta-ainepitoisuudet tarkastetaan ja dokumentoidaan kaivuseinämästä otettavin näyttein ja mikäli kaivupintaan jää pilaantuneita maa-aineksia, levitetään seinämään suodatinkangas massanvaihtorajan merkiksi mahdollisia myöhempiä kunnostustoimenpiteitä varten. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

Kaivujen yhteydessä esiin mahdollisesti tulevat rakennusten vanhat rakenteen poistetaan siinä laajuudessa, kuin pilaantuneiden maa-ainesten poistaminen sitä edellyttää. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

Kuljetuskaluston reitit suunnitellaan niin, etteivät haitta-aineet leviä kunnostustyömaan ulkopuolelle. Pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan vastaanottopaikkaa rekka –tai kuorma-autoilla ja kuormat peitetään peitteillä. Kuormien mukana toimitetaan valvojan laatimat pilaantuneen maan siirtoasiakirjat. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

6.6 Kunnostuksen laadunvalvonta

Pilaantuneen maan kunnostustyön toteutusta valvoo ja ohjaa pilaantuneiden maa-alueiden kunnostukseen perehtynyt asiantuntija, joka suorittaa myös näytteenoton maaperän haitta-ainepitoisuuksien määrittämiseksi. Öljyhiilivetyjen osalta työmaalla käytetään tarkoitukseen soveltuvia kenttäanalyysijä, kuten PetroFLAG. Tulosten varmentamiseksi käytetään laboratorioanalyysijä. Kloorifenolien ja PCDD/F-yhdisteiden määrittämiseksi käytetään laboratorioanalytiikkaa, koska käyttökelposta kenttäanalytiikkaa ei ole. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

Kunnostuksen tavoitetaso todennetaan, kullakin toimenpidealueella kaivalueen pohjalta ja reunamilta kerättävin kokoomanäyttein. Ohjeellisesti kunkin kaivalueen pohjasta määritetään haitta-aineiden jäännöspitoisuudet laboratorioanalyysin vähintään jokaista 200 m²:n alaa kohden. Kaivantojen reunamilta varmennusnäytteet otetaan jokaista 20 m:n osuutta edustavana kokoomanäytteenä, joista määritetään jäännöspitoisuudet laboratoriossa. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

Kunnostustyön yhteydessä seurataan kaivalueella ja kaivumaissa aistinvaraisesti myös muiden, kuin edellä mainittujen haitta-aineiden esiintymistä. Mikäli merkkejä tai epäilyjä muista haitta-aineista havaitaan, otetaan ne mukaan analytiikkaan riittävällä laajudella valvovan viranomaisen kanssa sovittavalla tavalla. (Ramboll Oy, Finland 2013.)

6.7 Kustannukset

Saha-alueen kunnostustyöt jakautuvat seuraavanlaisesti.

- Kloorifenolipitoisten maiden poisto, kuljetus, käsittely
- PCDD/F-pitoisten maiden poisto, kuljetus, käsittely
- Öljyhiilivetypitoisten maiden poisto, kuljetus, käsittely
- Vanhojen rakennusten purkutyöt
- Maatäytöt
- Konekustannukset
- Valvontakustannukset

Pohjois-Suomen betoni –ja maalaboratorion 2011 julkaiseman raportin mukaan massamäärät ja kustannukset jakautuisivat seuraavanlaisesti öljyhiilivedyllä pilaantuneiden maiden osalta:

- Tutkimus alue A, aumat:
 - 1 100 t alle 5000 mg/kg pitoisuuden massoja.
 - Kuljetus –ja käsittely Sodankylän vastaanottopaikalle 63 €/t, **yhteensä 69 300 €.**
- Tutkimusalue B, Käsmänjokivarren öljyvahinko:
 - 3 630 t, 300- 1000 mg/kg pitoisuuden massoja.
Kuljetus ja käsittely Sallan kaatopaikalla
yhteensä 13 800 €.
 - 3 070 t, 2000–3000 mg/kg pitoisuuden massoja.
Kuljetus ja käsittely Savaterra Oy, Kemi 50,5 €/t, **yhteensä 155 000 €.**
 - 2 180 t Alle 30 000 mg/kg pitoisuuden massoja.
Kuljetus ja käsittely Savaterra Oy, Kemi 87,5 €/t, **yhteensä 190 750 €.**
- Tutkimusalue C, polttoaineen jakelupiste:
 - 130 t, 300 – 1000 mg/kg pitoisuuden massoja,
kuljetus ja käsittely, Sallassa **yhteensä 500 €.**

- 670 t, 2000 – 6000 mg/kg pitoisuuden massoja, kuljetus ja käsittely Savaterra, Kemi. Hinta 65,5 €/t, **yhteensä 43 900 €.**
 - 150 t, alle 42 000 mg/kg pitoisuuden massoja, kuljetus ja käsittely Savaterra Oy, Kemi. Hinta 87,5 €/t, **yhteensä 13 100 €.**
 - ojassa levinnyt pilaantuma arviolta 285 t ja pitoisuudeltaan 18 000 mg/kg, kuljetus ja käsittely Savaterra, Kemi. Hinta 77,5 €/t, **yhteensä 22 100 €.**
- Öljyisten maiden kuljetus ja käsittelykustannukset olisivat täten noin **508 450 €.**

Kloorifenoleiden ja PCDD/F-yhdisteiden pilaamat maa-ainesmäärät ja kuljetus– ja käsittelykustannukset olisivat:

- Kloorifenolia sisältäviä maa-aineksia, jotka ylittävät ylemmän ohjearvon on noin 2640 t. Kuljetus ja käsittely Savaterra Oy, Kemi. **Hinta 244 200 €.**

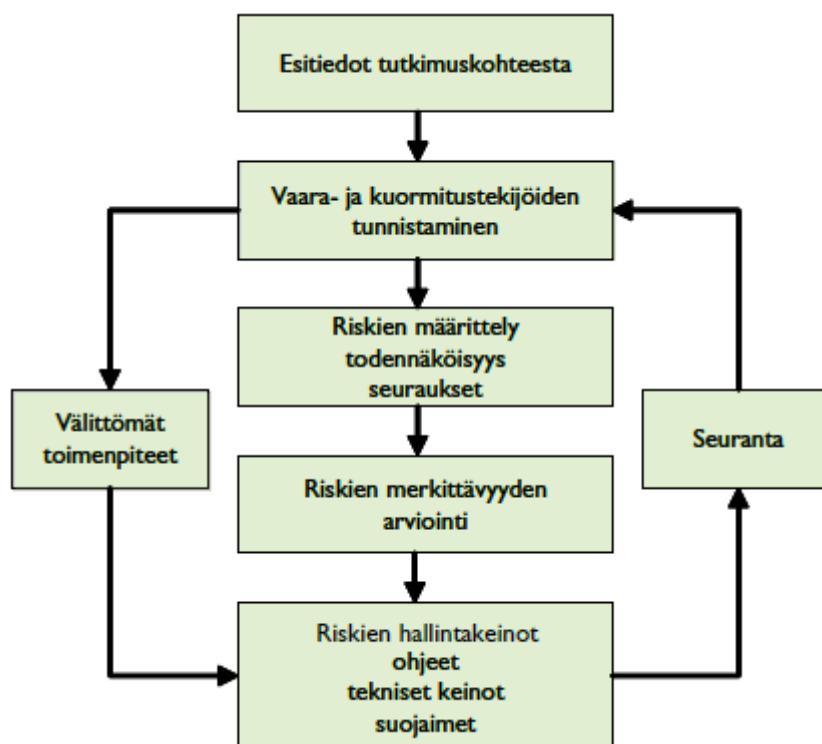
7 TYÖTURVALLISUUS KOHTEISSA

7.1 Työn vaarojen arviointi

Pilaantuneiden maa-ainesten käsittelemiseen liittyy aina riskejä. Puhuttaessa kaikista aineista, jotka ovat terveydelle haitallisia, niin pieninä kuin suurina annoksina täytyy huomioida työntekijöiden turvallisuus. Kemikaalit voivat olla ihmiselle haitallisia hengitettynä, nieltynä tai ihokosketuksen kautta. Kohteiden kunnostuksen suunnittelussa tulee ottaa tällaiset asiat huomioon. Suojavaatteiden ja hengitys-suojainten käyttö onkin oleellista kaikissa pilaantuneiden maiden kunnostuskohteissa. Myös työkoneet ja aiheuttavat riskejä jotka tulisi huomioida aina kunnostusöissä. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Kaikkien työkohteiden vaarojen selvittäminen alkaa riskiarvioinnilla. Tämä on toimintaprosessi, jossa arvioidaan työn vaaroista ja kuormittavuudesta aiheutuvia riskejä työntekijän terveydelle ja turvallisuudelle. Riskinarvioinnin kulku havainnollistetaan alla olevassa kuvassa. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Kuviossa 10 havainnollistetaan riskinarviointiprosessia.



Kuva 10. Riskinarviointiprosessi (Ympäristöministeriö, 2006.)

Riskinarviointi etenee työpaikoilla vaara- ja kuormittavuustekijöiden tunnistamisesta haittojen vakavuuden ja todennäköisyyden arviointiin. Sitä seuraa riskien merkittävyyden arviointi ja riskin hallintakeinojen suunnittelu, toteutus ja seuranta. Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuksessa täytyy huomioon ottaa biologiset, kemialliset ja fysiologiset riskit, tapaturmavaara sekä työn kuormittavuustekijät. Työturvallisuusjohtamisessa on keskeisenä ajatuksena, että kaikki riskit tulisi ennaltaehkäistä. Tämä tarkoittaa, että jo ennen pilaantuneen maaperän tutkimista tulisi tehdä vähintään yksinkertainen riskikartoitus. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Biologiset riskit

Biologisilla tekijöillä tarkoitetaan tässä yhteydessä mikro-organismeja, jotka voivat aiheuttaa tulehduksen, allergian tai myrkytyksen. Biologiseen riskiin luetaan myös punkit, hyönteiset, madot, loiset ja kasvit. Maaperässä ja vesistöissä on pieneliöitä, jotka pääsevät kosketuksen kautta elimistöön (haavan tai suun kautta) ja jotka leviävät ilmaan maan käsittelyn seurauksena. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Maastossa ja maa-ainesten kanssa työskentelevillä on merkittävä biologinen vaara eläimistä ihmisiin tarttuviin tauteihin, zoonoosit. Taudit voivat olla bakteerien, virusten tailoisten aiheuttamia. Maanrakennustöissä yleisimpiä tauteja ovat myyräkuume ja punkkien aiheuttamat virusinfektiot. Muita Suomessa esiintyviä vaaratekijöitä ovat salmonella, yersinoosi ja trikinoosi. Uusina tapauksina ovat ilmestyneet EHEC-bakteeri ja lintuinfluenssa. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Kemialliset riskit

Kemialliset riskit ovat yksi merkittävimmistä vaaratekijöistä pilaantuneiden maiden kunnostustöissä, koska yleensä aina pilaantumisen on aiheuttanut jokin maahan levinnyt kemikaali. Tällaiset kemikaalit voivat aiheuttaa vaaraa sen parissa työskenteleville, joten on tärkeää että tutkimusvaiheessa saadaan tarpeeksi tietoa haitta-aineen luonteesta, olomuodosta, määrästä ja pitoisuuksista. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Pilaantuneen maan kunnostus- ja käsittelymenetelmää valittaessa tulee ottaa huomioon työturvallisuus asiat. Käsittelymenetelmä pitkälti ratkaiseekin millaisia altistustilanteita mahdollisesti syntyy, kuinka kauan ne kestävät ja mitä reittejä altistuminen tapahtuu. Palo- ja räjähdysvaarallisiin kemikaaleihin liittyy myös välitön onnettomuusvaara. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Kuvio 11. Kertoo erilaisille kunnostuskohteille ominaisia pilaavia aineita.

Kunnostettavan alueen tyyppi	Pilaava tekijä	Altisteet
Ampumaradat	haulit, hylsy, luodit	lyijy, pöly (antimoni, PAH)
Huolto- ja jakeluasemat	moottoribensiini, diesel- ja moottoriöljy,	hiilivedyt, BTEX, oksygenaattit (MTBE, TAME)
Vanhat kasvihuoneet	torjunta-aineet (pysyvät)	ditiokarbamaattit, atratsiini, kvintotseeni jne.
Kemialliset pesulat	klooratut liuottimet	trikloorieteeni, tetrakloorieteeni
Kyllästämöt, sahat	CCA suolakylläste kreosoottikylläste Ky-5-sinistymisenestoaine	arseeni, kromi(VI), kupari, PAH, tri-, tetra- ja pentakloorifenolit, dioksiinit, furaanit
Metalliteollisuus	kuonat, metallijäte, pintakäsittelyaineet	raskasmetallit, PAH-yhdisteet, liuottimet, hapot, emäkset
Korjaamot, maalaamot, romuttamot	moottori/koneöljyt, maalit/lakat, liimat, ohenteet, romu-metallit	liuotinaaineet, raskasmetallit, öljyt, PCB
Ratapihat, satamat	teollisuuskemikaalit, öljytuotteet	mm. öljyt, liuottimet
Vanhat kaatopaikat	kaatopaikkakaasut, yhdyskuntajäte, ongelmajäte	mm. metaani, rikkivety, hiilidioksidi, pelkistyneet rikkijyhdisteet, erilaiset teollisuuskemikaalit, raskasmetallit, PCB, syanidit
Satamat ja telakat	laivanpohjamaalit	mm. lyijy, orgaaninen tina, kupari, öljyt

Kuva 11. eri kunnostuskohteille luontaisia haitta-aineita (Ympäristöministeriö, 2006.)

Kemikaaleista puhuttaessa on otettava myös huomioon kemikaalin mahdolliset reaktiot, hapettuminen ja muuntuminen. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Fysiologiset riskit

Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuskohteissa fysiologiset riskit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: Melu, lämpöolosuhteet ja ionisoiva-säteily. Nämä kolme tekijää ovat merkittävimmät fysiologiset riskit, jotka tulee ottaa huomioon kunnostustyön suunnittelussa. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Valtioneuvoston asetuksessa työntekijän suojelemisesta melulta (85/2006) asetetaan melulle kolme ohjearvoa. Jos työntekijän työpäivän meluannos (8h) ylittää: (Ympäristöministeriö, 2006.)

- 80 dB (alempi toiminta-arvo), työntekijällä on oikeus työnantajan antamiin kuulosuojaimiin sekä kuulontarkastukseen
- 85 dB (ylempi toiminta-arvo), edellisen lisäksi työntekijälle tulee velvollisuus kuulosuojainten käyttöön sekä kuulon määräraikaistarkastuksiin
- 87 dB (altistumisraja), tämä raja ei saa ylittyä kuulosuojainten sisäpuolella

Lämpöolosuhteet voivat aiheuttaa myös huomattavia riskejä kunnostustyöntekijöille. Kuumuus voi muodostua vaaratekijäksi käytettäessä suojavaatetusta, koska varisinkin kesähelteillä suojavaatteet ja hengityssuojaimet estävät lämmön ja kosteuden siirtymistä pois kehosta. Suojavaatteiden käytön ollessa välittämötöntä tulee huolehtia työn oikeaoppisesta jaksotuksesta, sekä veden runsaasta nauttimisesta. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Liiasta lämpökuormasta johtuvien riskien hallinta:

- Vältä ylisuojautumista
- Jaksota sopivasti työt ja tauot
- Huolehdi riittävästä juomisesta (pieniä eriä koko päivä)
- Huolehdi työnopastuksesta

Kylmyys saattaa aiheuttaa vaaraa välittömänä kylmentymisenä (paleltumat, hypotermia) ja alttiutena vaarallisiin virheisiin ja laiminlyönteihin. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Liiasta kylmyydestä johtuvien riskien hallinta:

- Suojaudu riittäväillä vaatteilla ja varusteilla
- Älä käytä moottoroitua hengityksensuojainta kylmässä
- Jaksota työt ja tauot
- Varaa työmaalle lämmittelypiste
- Suunnittele kunnostusajankohta (jos mahdollista ei talvi).

Teollisuuden jätealueilla voi esiintyä tavallisesta poikkeavia määriä radioaktiivista säteilyä. Yleensä kyseessä ovat luonnosta peräisin olevat radioaktiiviset aineet, joita on ollut teollisuusprosessin raaka-aineessa, joko tavallista suurempina pitoisuuksina tai ne ovat prosessin yhteydessä rikastuneet ja kulkeutuneet jätealueille. Jos epäillään, että alue on pilaantunut radioaktiivisilla aineilla, tulee säteilymittareilla kartoittaa säteilyn annosnopeus alueen eri osissa. Jos annosnopeus on selvästi tavanomaista suurempi, tulee ottaa yhteys säteilyturvakeskukseen (STUK) ja sopia jatkotoimenpiteistä. Pilaantuneiden maiden metallien tutkimiseen käytetään kenttäkäyttöisiä röntgenfluoresensseja (XRF) –laitteita. Röntgenlaitteen käyttö vaatii aina säteilyturvakeskuksen turvallisuusluvan ja työpaikalla pitää olla säteilyturvallisuudesta vastaava henkilö, joka on suorittanut säteilyturvallisuuskuulustelun. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Tapaturmat

Pilaantuneen maa-alueen kunnostustyön tapaturmavaarat ovat verrattavissa muihin maa- ja vesirakentamisen yleisiin tapaturmavaaroihin. Tapaturmat liittyvät yleensä työskentelemiseen maansiirtokoneiden ja ajoneuvojen kulkuteillä, kulkemiseen savessa ja liejussa, kaivantojen seinämien sortumiseen, kivien irtoamiseen tai maalohkareiden alle jäämiseen. Tapaturmien ennaltaehkäisemiseen on aina panostettava huolellisesti. Eräs

toimiva keino tällaiseen ennaltaehkäisevään toimintaan on tapaturmariskien suuruuden määrittelytaulukko. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Kuviossa 12 esitellään eräs tapa tehdä riskinmäärittely taulukko.

Seuraukset / Vaaratilanteen todennäköisyys	Vähäiset poissaolo alle 3 pv, ohimenevät lievät vaikutukset; nyrjäh- dykset, mustelmat	Haitalliset poissaolo 3–30 pv, pitkäkestoiset vakavat vaikutukset, pysyviä lieviä haittoja; murtu- mat, palovammat	Vakavat poissaolo yli 30 pv, pysyvä työkyvyt- ttömyys, kuolema
Epätodennäköinen vaaratilanne satunnai- nen, esiintyy harvoin	1. merkityksetön riski ei toimenpiteitä	2. vähäinen riski seuranta	3. kohtalainen riski toimenpiteitä tarvitaan
Mahdollinen vaaratilanteet lähes päivittäisiä, läheltä piti -tapauksia sattunut	2. vähäinen riski seuranta	3. kohtalainen riski toimenpiteitä tarvitaan	4. merkittävä riski toimenpiteet välttämät- tömiä
Todennäköinen vaaratilanteita esiintyy, usein ja säännöllisesti, tapaturmia sattunut	3. kohtalainen riski toimenpiteitä tarvitaan	4. merkittävä riski toimenpiteet välttämät- tömiä	5. sietämätön riski välittömät toimenpiteet

kuva 12. tapaturmariskin suuruuden määrittelytaulukko (Ympäristöministeriö, 2006.)

Riskinmäärittely taulukko on tehtävä jokaisessa pilaantuneen maa-alueen kunnostushankkeessa. Taulukolla ehkäistään mahdollisesti syntyviä tapaturmatilanteita. Riskien ollessa tiedossa voidaan niihin varautua ja niiltä suojautua. Seuraamisen helpottamiseksi kannattaa käyttää hyväksi yrityksen omia tapaturmatilastoja. Näistä voidaan havainnoida millaisia tapaturmia on sattunut ja miten pitkiin poissaoloihin ne ovat johtaneet. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Tapaturmia voidaan ehkäistä seuraavin menetelmin:

- huolellinen työsuunnittelu
- työntekijöiden perehdyttäminen
- mahdollisten haitta-aineiden ominaispiirteiden selvittäminen ja niistä ilmoittaminen työntekijöille
- koneiden, työvälineiden ja ajoneuvojen määräaikaistarkastukset
- asianmukaiset suojavarusteet ja niiden käytön valvominen
- pätevä työnjohto ja työnvalvonta
- työturvatarastukset työmaalla

Yllä olevien seikkojen huomioiminen kunnostustyössä alentaa riskiä vaarallisten tapaturmien syntymiseen. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Työn kuormittavuustekijät

Fyysinen työ kuormittaa aina tekijäänsä. Pilaantuneen maan kunnostustöiden kuormittavuus luokitellaan maanrakennustyön kuormittavuuden tavalla.

Nykyaikana käsin tehtävä työ on vähentynyt ja suurin osa töistä suoritetaan koneella. Maanrakennuskoneen kuljettajan työ on luokiteltu fyysisesti raskaaksi työksi. Työn kuormittavuutta lisää staattista lihastyötä vaativa istuminen, joka kohdistuu niska –ja hartiasoutuun. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Töiden oikeaoppinen tauottaminen on oleellista fyysisen kuormituksen alentajia. Taukojen aikana tulisi tehdä elpymisliikkeitä ja jopa kävellä. Pilaantuneiden maiden kunnostuksessa on käytettävä suojaimia. Tiiviit suojahaalarit lisäävät lämpökuormaa ja suodattavat hengityssuojaimet hengitysvastusta. Yli puolituntia kestävässä työssä tulisi käyttää moottoroitua suojainta. Suojainten rasittavuuden vuoksi työ voi vaatia tavanomaista tiheämpää tauotusta. Myös nestetasapainosta tulee huolehtia. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Fyysisen kuormituksen lisäksi kunnostustyöt aiheuttavat henkistä kuormitusta. Henkinen kuormitus voi aiheutua havaitsemisesta, ajattelusta, muistamisesta, keskittymisestä tai jatkuvasta tarkkailemisesta.

Rakennustöissä tavanomaista on liiallisen työmäärän ja kiireen aiheuttama henkinen kuormitus. (Ympäristöministeriö, 2006.)

Seuraavat tekijät lisäävät henkistä kuormitusta:

- Ulkopuolelta määräytyvä nopea työtahti
- suuri tarkkaavaisuusvaatimus
- epäselvyys työjaossa ja vastuussa
- vastuu ihmisistä, aineellisista tekijöistä, taloudellinen vastuu
- tapaturmavaara
- vaaralliset aineet
- uhat kuten lomautus, työttömyys, irtisanominen
- ennakoimaton tilanne

Seuraavat tekijät voivat alentaa henkistä kuormitusta:

- tyytyväisyys elämään, elämän hallinta
- hyvä kunto
- kunnossa olevat ihmissuhteet
- hyvä työilmapiiri ja vaikutusmahdollisuudet
- oman työn osaaminen
- vaarojen ja riskien tunteminen ja hallinta

8 JOHTOPÄÄTÖSET

Tutkittuani pilaantuneisuutta ja pilaantuneita alueita laajalti 3 kuukauden harjoittelujaksoni aikani, tulin siihen tulokseen, että se on sellainen ala, joka tulee kasvamaan tulevina vuosina. Alueen puhdistusprosessit ovat erittäin kalliita operaatioita ja vastuu kysymykset tulevat aina eteen, kun tällaisia operaatioita aletaan suorittaa. Kuitenkin aina, kun uusia rakennuksia rakennetaan alueille, jotka ovat menneisyydessä olleet teollisuuden käytössä, alueet täytyy puhdistaa.

Ympäristöministeriö on säätänyt vahingon aiheuttajalle ensisijaisen vastuun, mutta joskus se ei tule kysymykseen. Yritykset ovat voineet mennä konkurssiin, joten varallisuutta ei enää ole monien satojen tuhansien eurojen kunnostusprojekteihin. Tällöin käytämme kunnan toissijaista vastuuta, joka sekin on erittäin kiperä kysymys, koska kunnillakaan ei mahdollisesti ole varallisuutta tällaisiin ylimääräisiin kulueriin. Tällöin anotaan valtion avustusta. Näistä vastuu kysymyksistä on käräjäoikeus ja tullaan käräjäoikeuteen tulevaisuudessakin.

Suuret öljy-yhtiöt, jotka surutta saastuttavat maaperää, ovat kuitenkin niin syvätaskuisia, ettei muutaman miljoonan euron puhdistusprosessi ole heille minkäänlainen kynnyskysymys. Tällaiset polttoaineasemien puhdistukset ovatkin helppoja kohteita kustannuksia ajatellen. Todella hankalia paikkoja ovat esimerkiksi saha-alueet, joissa on ollut kymmenien vuosien saatossa mahdollisesti kymmeniä eri toimijoita. Miten tällaisissa tilanteissa löydetään se, joka on vastuussa pilaantumisesta? Laboratorio analysoi voimme päästä jäljille, siitä kenen toiminnasta mahdollinen pilaantuminen johtuu. Täytyy tutkia aina pilaantumisen laatu, paikka ja mahdollisesti näiden kahden summana saamme selville ajan sekä pilaantumisen aiheuttajan.

Maaperän pilaantuminen ja kunnostaminen on verkko lakipykälää, normeja, säädöksiä, jotka täytyy sisäistää, jotta voi toimia kyseisten asioiden parissa. Ympäristölainsäädäntö, joka näitä asioita säätelee, on se ensimmäinen aste, joka täytyy olla hallussa. Toiseksi ihmisen täytyy tuntea raja- ja viitearvot jotta voi tunnistaa kuinka vahvasta pilaantumisesta on kyse. Kolmanneksi täytyy tietää millaisia mahdollisia aineita teollisuudessa on käytetty tietyillä

toimialoilla, jotta voi tunnistaa aineet maaperänäytteistä ja pitoisuuksista, jotka laboratorio tulokset ilmoittaa. Neljänneksi täytyy omata hyvät vuorovaikutustaidot, koska näiden asioiden parissa työskentelevä joutuu konfliktitilanteisiin. Se on fakta, johon kannattaa varautua. Kannattaa varautua siihen, että sinä joudut käräjöimään näistä asioista ja neuvottelemaan näistä asioista. Näihin kaikkiin, kun varautuu ja valmistautuu, on pilaantuneisuuden puhdistaminen ja tutkiminen mielenkiintoinen ja erittäin tärkeä asia ympäristömme ja koko meidän tulevaisuutemme kannalta.

LÄHTEET

- Bioteam Oy, 1992. Kursun sahan kloorifenolipitoisen maan kompostointisuunnitelma.
- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 2011. Sallan kunnan hakemus öljyn pilaaman maa-alueen kunnostamisen korvaamisesta, Kursun saha-alue, Salla
- Ulla-Maija Liski, 2009. Kaivettujen pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyn ja hyödyntämisen hallinta Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelualueella.
- Nordic Envicon, In-situ-käsittelymenetelmät, osoitteessa, http://www.nordicenvicon.fi/link1_insitu.html.
- Nordic Redwood Oy, 2007. Kursun sahan maaperän pilaantuneisuustutkimus.
- Pohjois-Suomen betoni- ja maalaboratorio Oy, 2011. Kursun Sahan alueen täydentävät maaperätutkimukset ja selvitykset.
- Ramboll Finland Oy, 2013. Kursun sahan maaperän kunnostussuunnitelma
- Suomen ympäristökeskus, 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet.
- Suomen ympäristökeskus, 2008. Kaivettujen pilaantuneiden maa-ainesten käsittely Suomessa.
- Suomen ympäristökeskus, 2010. Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen loppuraportti.
- Suomen ympäristökeskus, 2010. Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen yleissuunnitelma.
- Ympäristöministeriö, 2006. Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas.
- Ympäristöministeriö, 2007. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi.