LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Teknillinen tiedekunta
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
BH10A0300 Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari

MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN JA PUHDISTUSTARPEEN ARVIOINTI VANHAN PYLVÄSKYLLÄSTÄMÖN ALUEELLA

Evaluation of Soil Contamination and Soil Refinement Needs in a Former Utility Pole Impregnation Site

Työn tarkastaja: Professori, TkT, Mika Horttanainen
Työn ohjaaja: Koulutuskoordinaattori, DI, Mari Hupponen

Lappeenrannassa 5.9.2008

_____

Anne Saarinen
Pellonmäenraitti 3 as 1
53850 Lappeenranta
p. 040 571 1874

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNELUETTELO 3
1 JOHDANTO 4
1.1 Työn tausta 4
1.2 Työn tavoitteet 5
1.3 Työn toteutus 5
2 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN LAINSÄÄDÄNTÖ JA LUPAKÄSITTELYT 5
2.1 SAMASE 6
2.2 PIMA 7
2.3 Maa-alueen arvioinnin hallintomenettelyt 9
3 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN ARVIOINTI 10
3.1 Yleistä 10
3.2 Haitta-aineet 13
3.3 Maastotutkimukset 14
3.3.1 Maaperä 16
3.3.2 Vesistöt ja pohjavedet 16
3.3.3 Haitalliset vaikutukset alueen ympäristöön 17
3.4 Maastotutkimusmenetelmät 18
3.5 Viite- ja ohjearvoihin vertailu sekä tunnusluvut 21
3.6 Muut tekijät 23
4 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN TARKENNETTU ARVIOINTI 23
4.1 Tarkennetun arvioinnin menetelmiä 24
4.2 Riskit ja niiden arviointi 27
5 SUUR-SAVON SÄHKÖN VANHAN PYLVÄSKYLLÄSTÄMÖALUEEN MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN ARVIOINTI 28
5.1 Yleistä 28
5.2 Alueen pilaantuneisuuden arviointi 29
5.3 Alueen pilaantuneisuuden tarkennettu arviointi 30
5.4 Mittaustuloksien analysointi 31
5.5 Johtopäätökset ja tulevaisuuden suunnitelmat 32
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET 33
LÄHTEET 35

LIITTEET

Liite 1. Ilmakuva kyllästämöalueelta vuodelta 1967

Liite 2. Etelä-Savon ympäristökeskuksen suorittamat näytteenotot

Liite 3. Kyllästämön sijainti asutukseen nähden

Liite 4. Suur-Savon Sähkö Oy:n ja Groundia Oy:n näytteenottopisteet

Liite 5. Pilaantuneisuuden rajaus

Liite 6. Maaperän pilaantuneisuuden laboratoriotutkimukset 2007-2008

LYHENNELUETTELO

YSL	Ympäristösuojelulaki 4.2.2000/86
VNa	Valtioneuvoston asetus
STM	Sosiaali- ja terveysministeriö
SAMASE-projekti	Ympäristöministeriön asettama saastuneiden maa-alueiden selvitys- ja kunnostusprojekti.
SAMASE-ohjearvo	Pitoisuusarvo, jonka alittaneilla haitta-ainepitoisuuksilla maaperässä ei katsottu olevan vahingollisia vaikutuksia ympäristöön.
SAMASE-raja-arvo	Pitoisuusarvo, jonka ylittyessä maaperä oli yleensä pilaantunut. Tällöin tuli selvittää maa-alueen kunnostustarve.
PIMA	Valtioneuvoston säätämä asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007).
Kynnysarvo	Haitta-ainepitoisuuden ylittäessä kynnysarvon tulee suorittaa pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi
Alempi ohjearvo	Haitta-ainepitoisuuden alittaessa aineelle määritetyn alemman ohjearvon maa ei ole pilaantunut. Haitta-ainepitoisuuden ylittäessä alemman ohjearvon tulee maaperä puhdistaa tai asettaa sille käyttörajoituksia.
Ylempi ohjearvo	Haitta-ainepitoisuuden ylittäessä ylemmän ohjearvon maaperä on yleensä pilaantunut.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Pilaantuneita maa-alueita on kartoitettu Suomessa 1990-luvulta lähtien. Ympäristöhallinnon ylläpitämässä valtakunnallisessa maaperän tilan tietojärjestelmässä on rekisteröitynä yhteensä noin 21 000 kohdetta (Suomen ympäristökeskus 2008). Näistä kohteista arvioidaan 10 000 kohteen sijaitsevan asutusalueilla, pohjavesialueilla ja/tai vesistöjen rannoilla. Yhteensä Euroopan unionin alueella kunnostamisen tarpeessa olevia maa-alueita on noin 400 000 kohdetta. (Pyrylä 2008, 11.)

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin päämääränä on selvittää, onko tutkittavan maa-alueen haitta-ainepitoisuuksista aiheutuvat haittavaikutukset ja riskit hyväksyttävissä rajoissa. Rajojen ylittyessä maaperä on puhdistettava. Riskin hyväksyttävyydestä päätettäessä käytetään nykyisin apuna valtioneuvoston säätämää asetusta maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin perusteista eli niin sanottua PIMA-asetusta (214/2007).

Ympäristösuojelulain 75 §:ssä määritellään maaperän ja pohjaveden puhdistamisvelvollisuus. Puhdistamisvelvollisuus on sillä, joka on toiminnallaan aiheuttanut maaperän pilaantumisen. Pilaaja on velvollinen puhdistamaan pilaamansa alueen siihen kuntoon, ettei siitä aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle. (YSL 75 §.) Maaperän tilan tietojärjestelmään rekisteröidyistä pilaantuneista maa-alueista tavallisimmat ihmisen toiminnasta saastuneet maa-alueet ovat polttoaineiden jakelu- tai säilytysasemia, jätteenkäsittelyasemia, moottoriajoneuvojen huolto- ja korjauspaikkoja, ampumaratoja, vanhoja sahoja tai kyllästämöitä sekä muita teollisuusalueita (Ympäristö ja Terveys-lehti, 38: 6. S. 8-12).

Maaperän mahdollisen pilaantuneisuuden tutkimukset alkavat yleensä esiselvityksellä, jolla arvioidaan onko maa-alueella aikaisemmin tapahtunut tai nykyisin tapahtuva toiminta saastuttanut maaperää. Kohteen historian tunteminen on edellytys näytteenottosuunnitelman laatimiselle. Alueelta löytyneiden kohonneiden haitta-ainepitoisuuksien nojalla on siirryttävä tarkempaan tutkimusvaiheeseen, jolloin saadaan selville muun muassa pilaantuneisuuden laajuus. Tutkimusten perusteella arvioidaan pilaantuneisuuden aiheuttamia ter-

veys- ja ympäristöriskejä sekä tehdään päätös mahdollisesti tarvittavasta kunnostuksesta. (Reinikainen 2007a, 17-18.)

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on esittää lukijalle saastuneeksi epäillyn maa-alueen arviointimenettelyn vaiheet ja sisällöt. Lisäksi tarkoituksena on esitellä Suur-Savon Sähkö Oy:n vanhalla pylväskyllästämöalueella tehty pilaantuneisuudenarviointi sekä verrata tapausta kirjallisuuden ohjeistettuun menettelytapaan.

1.3 Työn toteutus

Työn toteutus tapahtuu yhteistyössä energiayhtiö Suur-Savon Sähkö Oy:n kanssa. Tutkimuksen kohteena ovat yrityksen vanhan pylväskyllästämöalueen maaperän pilaantuneisuuden arviointimenettelyt, tehdyt maaperätutkimukset sekä maaperän pilaantuneisuus. Pylväskyllästämöllä on ollut kyllästystoimintaa vuosien 1955–1975 välisenä aikana ja maaperän epäillään saastuneen sähköpylväiden kyllästämiseen käytetystä lahontuho K-33 kyllästysaineesta (kupari-, kromi-, ja arseeniyhdisteet).

Työssä perehdytään ensin kirjallisuuden ja lainsäädännön kautta maaperän pilaantumisen arviointiin, sen mukanaan tuomiin velvollisuuksiin sekä riskien arviointiin. Tämän jälkeen vertaillaan kirjallisuudesta saatuja tietoja Suur-Savon Sähkö Oy:n käyttämiin toimintatapoihin. Lisäksi työssä analysoidaan kyllästämöalueelta saatuja mittaustuloksia ja lopuksi suunnitellaan tulevia toimenpiteitä.

2 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN LAINSÄÄDÄNTÖ JA LUPAKÄSITTELYT

Pilaantunutta maa-aluetta käsittelevä lainsäädäntö perustuu pitkälti ympäristönsuojelulakiin (86/2000), jossa kielletään maaperän pilaaminen. Laissa on mainintoja myös muista ympäristön osa-alueista, mutta tässä työssä keskitytään pääasiassa pelkästään maaperän pilaantuneisuuteen ja sen arviointiin. Myös jätelaki (1072/1993) ja jäteasetus (1390/1993)

rajaavat omalta osaltaan maaperän pilaantuneisuuden arviointia ja puhdistusmenetelmien valintaa. Seuraavissa kappaleissa syvennytään SAMASE-projektiin sekä PIMA-asetukseen, jotka ovat oman aikansa pääohjeita maa-alueen pilaantuneisuuden arvioinnissa.

2.1 SAMASE

Maaperän pilaantumisen määrittämiseen voidaan ympäristönsuojelu- (86/2000) ja jätelain (1072/1993) yleisten laatumääritelmien lisäksi käyttää erilaisia raja- ja ohjearvoja. Ennen vuotta 2007 maa-alueiden pilaantuneisuuden arviointiin käytettiin vuonna 1994 julkaistun ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston muistiossa (5/1994) olevia SAMASE-ohje- ja raja-arvoja. SAMASE-projekti eli ympäristöministeriön asettama saastuneiden maa-alueiden selvitys- ja kunnostusprojekti määritteli vuosien 1989-1994 välisenä aikana ehdotuksen maaperän pilaantuneisuuden arviointiin käytettävistä ohjeellisista pitoisuusarvoista. Raportin julkaisun jälkeen maa-alueen pilaantuneisuuden arviointi perustui käytännössä suurin osin haitta-aineiden pitoisuusrajoihin. (Pajukallio 2007, 1.)

Maaperästä mitattuja pitoisuuksia verrattiin SAMASE-raportin antamiin ohjearvoihin ja näin pystyttiin arvioimaan maaperän kunnostustarve. Ohje-arvon alittaneilla pitoisuuksilla ei katsottu olevan vahingollisia vaikutuksia ympäristöön. Saastuneen alueen käyttötarkoituksesta yleensä riippuvaisen raja-arvon ylittyessä, kunnostustarve tuli kuitenkin selvittää. Pelkästään SAMASE-raportin raja-arvoihin perustuvaa maaperän kunnostustarpeen ja tason arviointia on kuitenkin kritisoitu, sillä kunnostustarpeen tulisi perustua aina kohdekohtaiseen riskinarviointiin. Tällöin pilaantumisesta aiheutuneet terveys- ja ympäristöhaitat sekä alueen käyttötarkoitus määräisivät kunnostustarpeen. (Suomen kuntaliitto 2001, 5.)

Taulukkoon 1 on kerätty Suur-Savon Sähkö Oy:n vanhalla pylväskyllästämöllä käytetyn kyllästysaineen, lahontuho K-33, tehoaineiden SAMASE- ohje- ja raja-arvot.

Taulukko 1. Arseenin, kromin ja kuparin SAMASE- ohje- ja raja-arvot

Aine	Ohjearvo [mg/kg]	Raja-arvo [mg/kg]
Arseeni (As)	10	50
Kromi (Cr)	100	400
Kupari (Cu)	100	400

2.2 PIMA

Maaperän pilaantuneisuuden arvioinnin perusteet muuttuivat 1.6.2007, kun voimaan tuli valtioneuvoston säätämä asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) eli niin sanottu PIMA-asetus. Voimaantulostaan lähtien PIMA-asetus on korvannut SAMASE-raportin ohje- ja raja-arvojen käytön. PIMA-asetus perustuu ympäristösuojelulain 14 §:ään, jonka mukaan valtioneuvosto voi asetuksellaan säätää eri maankäyttötarkoituksissa maaperässä olevien haitallisten aineiden suurimmista sallituista pitoisuuksista tai haitallisten aineiden pitoisuuksista pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioimiseksi (L 4.2.2000/86.)

Parannuksena SAMASE-projektin loppuraporttiin verrattuna, PIMA-asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin tulee aina perustua kohdekohtaiseen arvioon maaperässä olevien haitallisten aineiden aiheuttamasta vaarasta tai haitasta ympäristölle. PIMA-asetuksen 2 §:n mukaan kohdealueen olosuhteiden muuttuessa maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on tarvittaessa arvioitava uudelleen. Asetuksen 2 §:ssä on lueteltu seuraavat asiat, jotka on otettava huomioon jokaisessa arvioinnissa:

- maaperässä olevat haitallisten aineiden pitoisuudet, kokonaismäärät, ominaisuudet, sijainti ja taustapitoisuudet
- maaperä- ja pohjavesiolosuhteet sekä tekijät, jotka vaikuttavat haitallisten aineiden kulkeutumiseen ja leviämiseen pilaantuneeksi epäillyllä alueella ja sen ulkopuolella
- ympäristön tai pohjaveden nykyinen ja suunniteltu käyttötarkoitus pilaantuneeksi epäillyllä alueella
- lyhyen ja pitkän ajan kuluessa haitallisille aineille altistumisen mahdollisuus
- terveydelle ja ympäristölle aiheutuvan haitan vakavuus ja todennäköisyys altistumi-

sen seurauksena sekä mahdolliset haitallisten aineiden yhteisvaikutukset

- käytettävien tutkimustietojen ja muiden lähtötietojen sekä arviointimenetelmien epävarmuustekijät. (VNa 1.6.2007/214.)

PIMA-asetuksessa on esitetty 52:lle maaperän haitta-aineelle kynnysarvot sekä alemmat ja ylemmät ohje-arvot. Ohjearvot on määritelty joko ekologisten riskien tai terveysriskien perusteella. Jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus maaperässä ylittää asetuksen liitteessä säädetyn kynnysarvon, maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava. Arvioinnissa on käytettävä hyväksi asetuksen liitteessä säädettyjä haitallisten aineiden ohjearvoja. Maaperä katsotaan yleensä pilaantuneeksi, jos yhden tai useamman aineen ylempi ohjearvo ylittyy, kun alueella on teollisuus-, varasto- tai liikennetoimintaa tai muuta vastaavaa. Muilla alueilla, pois luettuna vesistön pohjakerrostumat, maaperä on pilaantunut, jos yhden tai useamman aineen pitoisuus on ylittänyt alemman ohjearvon. Asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuuden ja taustapitoisuuksien selvittämiseksi täytyy tutkimusten kohteena olevasta maa-alueesta ottaa hyvin sen maaperää ja pohjavettä edustavia näytteitä. Haitallisia aineita koskevien tutkimuksien tulee perustua standardoituihin tai luotettavuudeltaan niitä vastaaviin menetelmiin. (VNa 1.6.2007/214.)

Taulukkoon 2 on kerätty Suur-Savon Sähkö Oy:n vanhalla pylväskyllästämöllä käytetyn kyllästysaineen, lahontuho K-33, tehoaineiden PIMA-asetuksessa määrätyt kynnysarvot sekä alemmat ja ylemmät ohjearvot.

Taulukko 2. Arseenin, kromin ja kuparin PIMA-asetuksessa määrätyt kynnysarvot sekä alemmat ja ylemmät ohjearvot

Aineet	**VNa 214/2007**		
	Kynnysarvo [mg/kg]	**Alempi ohjearvo [mg/kg]**	**Ylempi ohjearvo [mg/kg]**
Arseeni (As)	5	50	100
Kromi (Cr)	100	200	300
Kupari (Cu)	100	150	200

2.3 Maa-alueen arvioinnin hallintomenettelyt

Puhdistustarpeen arviointi, riskinhallintatoimien suunnittelu sekä kunnostustavoitteiden asettaminen ovat syitä, miksi pilaantuneisuuden arviointi suoritetaan. Ympäristöhallinnon ohjeiden mukaan arvion teettää yleensä maaperän pilaantumisesta vastuussa oleva taho. Tehdyn arvioinnin riittävyydestä ja pätevyydestä päättää ympäristöviranomainen. Lainsäädännössä ei kerrota, minkälaisessa hallintomenettelyssä pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnit tulisi käsitellä. (Ympäristöministeriö 2007, 18.)

Ympäristönsuojelulaissa on säädetty, että alueellinen ympäristökeskus voi määrätä mahdollisesti pilaantuneen maaperän tai pohjaveden puhdistamisesta 75 §:n mukaan vastuussa olevan selvittämään pilaantuneen alueen puhdistustarpeen ja laajuuden. Selvityksessä on otettava huomioon alueen, sen ympäristön tai pohjaveden nykyinen ja tuleva käyttö sekä pilaantumisen aiheuttamat haitat tai vaarat terveydelle tai ympäristölle (L 4.2.2000/86).

Ympäristösuojelulain 78 §:n mukaan, jotta voidaan käsitellä pilaantuneita maa-aineksia, tarvitaan ympäristölupa. Maaperän puhdistamiseen tai pilaantuneen maaperän aineksen poistamiseen voidaan kuitenkin ryhtyä ilmoituksen tekemisellä alueelliselle ympäristökeskukselle, jos

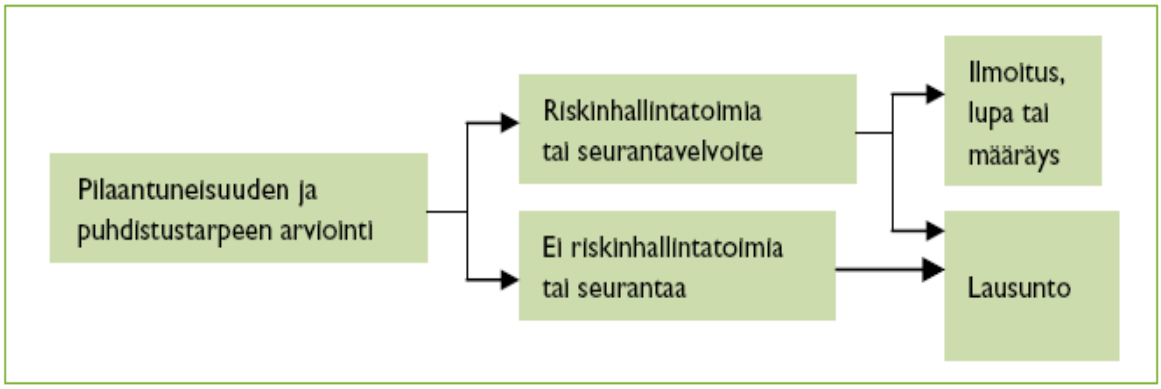
- on tehty riittävä selvitys pilaantuneen maan laajuudesta ja maaperän pilaantuneisuuden asteesta
- puhdistus tehdään yleisesti käytössä olevalla hyväksytyllä puhdistusmenetelmällä
- toiminnasta ei aiheudu muuta ympäristön pilaantumista.

Ympäristökeskus tarkistaa tehdyn ilmoituksen ja tekee sen perusteella päätöksensä. (L 4.2.2000/86.)

Jos puhdistamisesta vastuussa oleva ei ryhdy asianmukaisiin toimenpiteisiin voi alueellinen ympäristökeskus ympäristösuojelulain 79 §:n mukaan määrätä maaperän ja pohjaveden puhdistamisesta. Määräys noudattaa soveltuvin osin ympäristösuojelulain 13. luvun säädöksiä. (L 4.2.2000/86.)

Ympäristöhallinnon ohjeiden mukaan tapauksissa, joissa maaperässä on todettu olevan kohonneita haitallisten aineiden pitoisuuksia, mutta riskinarvioinnin tuloksena on todettu,

että alueella ei ole puhdistustarvetta, ei ole määritelty erityistä hallinnon menettelyn sääntöjä. Kuitenkin arvioinnin tilaaja tai toteuttaja voi halutessaan pyytää ympäristöviranomaisen mielipiteen asiasta lausuntomenettelyllä. Kuvassa 1 on esitetty yksinkertaisesti hallintomenettelyvaihtoehdot, kun kyseessä on maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi. (Ympäristöministeriö 2007, 19-20.)



Kuva 1. Hallintomenettelyvaihtoehdot (Ympäristöministeriö 2007, 20)

Tiedot maaperän pilaantumisesta ja puhdistustarpeesta tallennetaan valtakunnalliseen maaperän tilan tietojärjestelmään. Valtakunnalliseen maaperän tilan tietojärjestelmään on koottu tietoja maa-alueista, joille on voinut päästä haitta-aineita, jotka on tutkittu tai kunnostettu. Alueet jaetaan tehtyjen tutkimusten ja tietojen perusteella kolmeen lajiluokkaan: selvitystarve, arvioitava tai puhdistettava sekä ei puhdistustarvetta. Alueelliset ympäristökeskukset ylläpitävät järjestelmää oman alueensa tietojen osalta. Näin järjestelmä kattaa koko Suomen lukuun ottamatta Ahvenanmaata. Valtakunnallisesti koottuja tietoja tuottaa Suomen ympäristökeskus. Tietojärjestelmän suunnittelu ja rakentaminen aloitettiin vuonna 2003 ja kandidaatintyön kirjoittamisvaiheessa
projekti on edennyt tietojen tarkistusvaiheeseen. (Haavisto & Silvola 2007, 9-10.) Järjestelmän sisältämät tiedot auttavat ympäristösuojelulain 104 §:n mukaisen selontekovelvollisuuden noudattamista maa-alueen omistus- ja hallintasuhteiden muuttuessa (Ympäristöministeriö 2007, 19-20).

3 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN ARVIOINTI

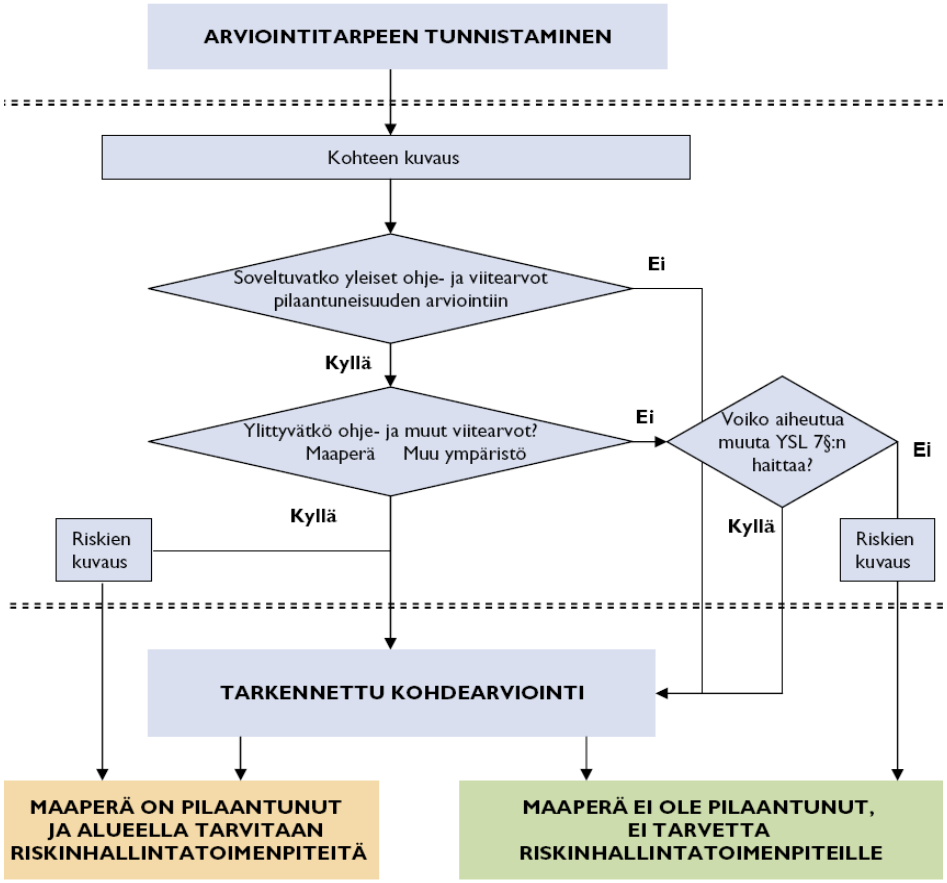
3.1 Yleistä

Ympäristöministeriö on vuonna 2007 laatinut ”Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistus-

tarpeen arviointi” nimisen ohjeistuksen. Ohjeistuksen tavoitteena on tarkentaa PIMA-asetuksen yleisiä periaatteita ja antaa päätöksentekoa tukevaa taustatietoa. Ohje on tarkoitettu valvonta- ja lupaviranomaisille sekä suunnitelmien ja arviointien tilaajille ja tekijöille sekä muille alan asiantuntijoille. Ohjetta on tarkoitus soveltaa kohteen ominaisuuksien ja luonteen mukaan siten, että arvioinnin laajuus, sisältö ja toteutus ovat tarkoituksenmukaisia. Ohje ei kuitenkaan ole sitova. (Ympäristöministeriö 2007, 9.)

Ympäristöministeriön (2007, 26) antamien ohjeiden mukaan, maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi on syytä suorittaa alueilla, joilla on joskus harjoitettu tai harjoitetaan toimintaa, minkä johdosta haitallisia aineita on voinut joutua ympäristöön. Arviointi voi olla myös syytä suorittaa, kun ympäristössä jostain syystä havaitaan kohonneita pitoisuuksia tai haitallisia vaikutuksia, sen jälkeen kun mahdollisesti maata pilannut toiminta päättyy tai kun maa-alue on yritys- tai kiinteistökauppojen kohteena. Lisäksi muutettaessa esimerkiksi teollisuusaluetta parempaa laatua vaativaksi alueeksi, kuten asuin- tai puistoalueeksi, tulee arviointi suorittaa. (Ympäristöministeriö 2007, 26.)

Pilaantuneen maa-alueen arviointi alkaa kohteen ja sen arviointitarpeen tunnistamisella. Arviointitarpeen tunnistamiseksi on kerättävä tietoa alueen toiminnallisesta historiasta, sillä riittävät tiedot alueella olleesta toiminnasta ja itse maa-alueesta toimivat pohjana jatkotoimien määrittämiselle. Kun alueella on alustavasti todettu mahdollinen arvioinnin tarve, voidaan tarve varmentaa vertaamalla maaperästä mitattuja haitta-ainepitoisuuksia PIMA-asetuksessa annettuihin alueen taustapitoisuuksiin ja kynnysarvoihin. Mikäli kynnysarvot ja alueen taustapitoisuudet ylittyvät siirrytään maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioimiseen PIMA-asetuksen ja ympäristöhallinnon ohjeiden mukaisesti. (Ympäristöministeriö 2007, 26.) Kuvassa 2 on esitetty ympäristöhallinnon ohjeiden mukainen arviointimenettely.



Kuva 2. Pilaantuneen maa-alueen arviointimenettelyvaiheet. (Ympäristöministeriö 2007, 31)

Maa-alueen pilaantuneisuus ja puhdistustarve arvioidaan kohteen maankäyttöä ja ympäristöolosuhteita sekä kohteessa todettujen haitta-aineiden tietojen pohjalta. Arviointitarpeen tunnistamisen jälkeisen arvioinnin lähtökohtana on kohteen kuvaus, jossa ilmenee perustiedot alueella esiintyvistä haitta-aineista sekä niiden ominaisuuksista, joista voi koitua terveys- tai ympäristöriski. Ympäristöhallinnon ohjeissa käytetään tästä vaiheesta nimeä perusarviointi. Kuvauksessa tulisi käsitellä muun muassa seuraavia asioita:

- kohteen haitta-aineen ominaisuudet (myrkyllisyys, kulkeutuvuus, kertyvyys, pysyvyys)
- kohteen haitta-aineiden pitoisuudet ja kokonaismäärät
- alueen maaperä-, pohjavesi- ja pintavesisuhteet
- alueen ja sen ympäristön maan käyttö.

Kuvaukseen tarvittavat tiedot kerätään kirjallisuudesta, kohteesta valmiina olevasta aineistosta sekä alueelle tehtävistä maastokäynneistä. Tarvittaessa lisätietoa hankitaan lisäksi kohdetutkimuksilla. (Reinikainen 2007a, 17-18.)

Arviointiprosessin yksi vaihe on riskin kuvaus, jossa käsitellään riskien luonnetta, suuruutta ja hyväksyttävyyttä. Riskin kuvaus pohjautuu arvioinnin aikaisemmissa vaiheissa tehtyihin selvityksiin ja sen johtopäätöksenä syntyy perusteltu arvio maaperän pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta. Riskit määritetään arviointitarpeen tunnistamisen jälkeen tehtävässä arvioinnissa (perusarvioinnissa). Riskien hyväksyttävyys määräytyy yleensä PIMA-asetuksessa määritettyjen ohjearvojen perusteella. (Reinikainen 2007a, 18.)

Arvioinnin tulisi aina perustua hyvään suunnitteluun ja huolelliseen toteutukseen, jotta tulokset olisivat luotettavia. Sarkkila et al. (2004, 18) mukaan suunnittelukustannuksia voidaan pitää varsin pienenä osana maaperän puhdistuksen toteutuskustannuksiin nähden. Tämän vuoksi on huomioitava, että heikosti tehty suunnittelu ja arviointi voivat itse kunnostusvaiheessa aiheuttaa suuria lisäkustannuksia. Kohteen pilaantuneisuuden perusarviointi tulisi siis hoitaa hyvin, ettei myöhemmin tulisi yllätyksiä ja niistä aiheutuvia lisäkustannuksia.

Arvioinnin suunnittelija ja tekijän valitsemisessa on myös syytä kiinnittää huomiota valittavan pätevyyteen. Valintaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota siksi, että tehtävään ei ole olemassa mitään erityisiä koulutus- tai kokemusvaatimuksia. Jokaiseen työhön tulisi valita juuri kyseiseen työhön soveltuvimmat tekijät ja muistettavaa olisi myös, että arviointitehtävät ovat yleensä laajoja ja monialaisia, jolloin eri alojen asiantuntijoiden tulee myös olla kykeneviä tekemään yhteistyötä. (Sarkkila et al. 2004, 18.)

3.2 Haitta-aineet

Pilaantuneen maa-alueen arvioinnin keskeisimpiä tavoitteita on saada selville alueella olevat haitta-aineet, niiden pitoisuudet ja levinneisyys. Kohteen kuvauksella ja sen historian selvittämisellä saadaan vastauksia moneen kysymykseen. Arvioon vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa

- saastelähde, päästön luonne, haitta-aineiden laatu sekä saastumisesta kulunut aika
- haitta-aineiden kemialliset ominaisuudet (kuten ominaispaino, viskositeetti, hydrofobisuus tai -fiilisyys, haihtuvuus, veteen liukenevuus, vuorovaikutus saven, humuksen tai keskenään toisen haitta-aineen kanssa) vaikuttavat suuresti haitta-

aineiden kulkeutumiseen tai levinneisyyteen
- haitta-aineiden viipymä ja kertyvyys maaperässä
- arvio haitta-aineen kokonaispitoisuudesta ympäristössä (tarvittaessa pitoisuusarviot myös eriteltyinä eri ympäristön osille)
- haitta-aineen/aineiden myrkyllisyys. (Ahola, sähköpostiviesti 1.2.2008.)

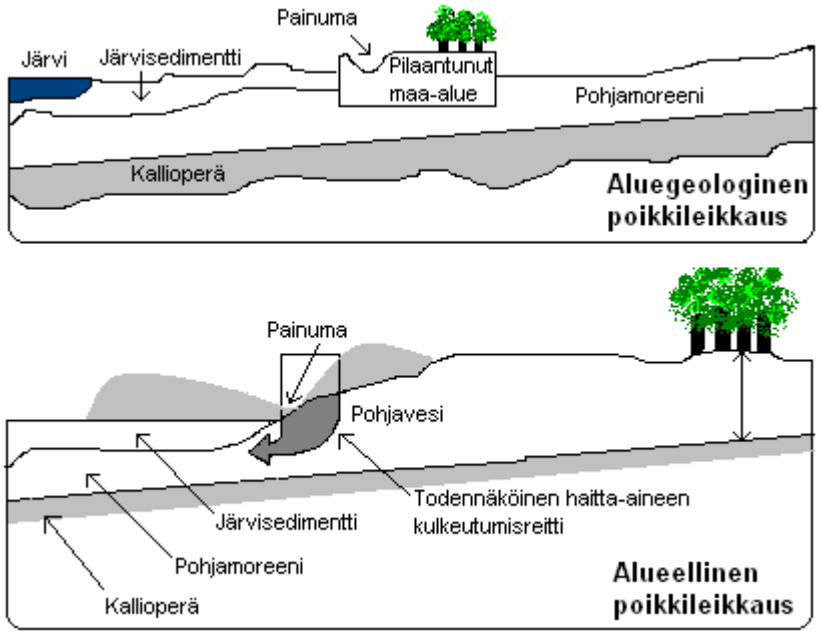
Ympäristölle tai ihmisen terveydelle aiheutuvat riskit riippuvat haitallisten aineiden kulkeutumisesta, eliöiden ja ihmisten altistumisesta aineille sekä altistumisesta johtuville seurauksille. Maa-alueen pilaantuneisuuden varmentamiseksi haitta-aineiden pitoisuuksia verrataan ohjearvoihin ja taustapitoisuuksiin. Näin voidaan tunnistaa kohteen riskinäkökulmasta olennaiset haitta-aineet. Kun tunnistettujen haitta-aineiden ominaisuudet on selvitetty, pystytään arvioimaan haitta-aineen/aineiden kulkeutumisreittejä ja mahdollisia vaikutuksia ympäristöön. (Ympäristöministeriö 2007, 34.)

3.3 Maastotutkimukset

Maastotutkimukset tehdään yleensä monessa osassa, jolloin tulokset tarkentuvat kerta kerralta. Maastotutkimuksilla selvitetyt maaperäolosuhteet auttavat päättelemään todennäköiset haitallisten aineiden kulkeutumisreitit. Alustavilla maastotutkimuksilla selvitetään maaperän geotekniset eli maa- ja kallioperän tekniset olosuhteet sekä hydrogeologiset eli pohjaveden ja sen maanalaisen ympäristön olosuhteet. Näistä tiedoista voidaan tehdä pilaantuneen alueen malli, josta selviää seuraavat asiat:
- haitta-aineiden lähteet
- lähtömekanismit
- altistumistavat
- kulkeutumisreitit
- potentiaaliset altistumiskohteet. (Sarkkila et al. 2004, 24 ja 26.)

Pilaantuneen alueen mallin ja kemikaalien ominaistietojen perusteella voidaan arvioida haitallisten aineiden todennäköinen käyttäytyminen maaperässä. Mallin antamien tietojen perusteella tehdään pohjatutkimus ja näytteenottosuunnitelma. Mallia tarkennetaan vielä varsinaisten tutkimusten perusteella ja tarkennetun mallin pohjalta tehdään vasta varsinai-

nen kunnostustyösuunnittelu. Kuvassa 3 on esitetty esimerkki pilaantuneen maa-alueen periaatemallista. (Sarkkila et al. 2004, 24 ja 26.)



Kuva 3. Esimerkki pilaantuneen maa-alueen periaatemallista (Sarkkila et al. 2004, 26)

Paikallisista olosuhteista riippuen jokaiselle maastotutkimustapaukselle laaditaan oma tutkimussuunnitelma. Maaperäolosuhteet tai jopa käytettävissä olevan kaluston laatu voivat rajoittaa tutkimusmahdollisuuksia. (Sarkkila et al. 2004, 28.) Saastuneen maaperän puhdistamistarpeen tutkimiseen ja lopulta kunnostamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat kaluston laadun lisäksi vielä muun muassa:

- taloudelliset mahdollisuudet
- tekniset mahdollisuudet
- riskit (terveys- ja ekologiset riskit)
- ympäristön/luonnonsuojelu
- kulttuuriarvot
- sosiaaliset tekijät.

Näiden vaikuttavien tekijöiden asettaminen tärkeysjärjestykseen ei ole yksiselitteistä eikä arvovapaata. (Pyrylä 2008,7.)

3.3.1 Maaperä

Kaksi maaperätutkimusten pääryhmää ovat geofysikaaliset eli maaperän fysikaalista rakennetta ja toimintaa selventävät tutkimusmenetelmät sekä koekuopat ja kairaukset. On suositeltavaa, että ensiksi tehdään geofysikaaliset tutkimukset, joiden pohjalta laaditaan kairaussuunnitelma. Kairauksien tulokset antavat yksityiskohtaista tietoa maaperästä, minkä avulla voidaan tarkentaa ja varmistaa geofysikaalisien tutkimuksien tuloksia. Jatkotutkimuksien pohjana ei tulisi käyttää geofysikaalisia tutkimustuloksia, joita ei ole varmistettu kairauksien avulla. (Sarkkila et al. 2004, 28.)

Tutkimuksilla on tarkoitus selvittää tarkat maaperäolosuhteet, sillä maalajien ja -kerrosten ominaisuudet vaikuttavat haitallisten aineiden käyttäytymiseen maaperässä. Näitä ominaisuuksia ovat muun muassa pH, orgaanisen hiilen ja hienoaineksen määrä, vedenläpäisevyys sekä maakerrospaksuus ja -järjestys. Maaperäolosuhteet voivat Suomessa olla hyvinkin vaihtelevia, niin että tilastolliset menetelmät eivät usein riitä ongelmapisteiden löytämisessä. Tiedot maaperästä kerätään maastokäyntien yhteydessä tehdyistä mittauksista ja tutkimuksista. Maaperän maastotutkimuksien päätteeksi selvillä pitäisi olla ainakin edellä mainitut maalajien ja kerrosten ominaisuudet sekä tarvittaessa maaperän huokoisuus, kivisyys ja redox-potentiaali. (Sarkkila et al. 2004, 28.)

3.3.2 Vesistöt ja pohjavedet

Maaperästä haitalliset aineet voivat kulkeutua pohjaveteen, jossa ne voivat levitä pohjavesien virtauksien mukana hyvinkin laajalle alueelle. Haitta-aineiden kulkeutumiseen vaikuttavat samat asiat kuin maaperää tarkasteltaessa eli maaperän ominaisuudet pohjavesikerroksessa, haitta-aineiden ominaisuudet sekä pohjaveden virtauskuva. Mikäli haitallisilla aineilla on mahdollisuus pilata pohjavettä tai muuttaa sen laatua, tulisi pilaantumisriski aina tutkia. Ympäristöhallinnon ohjeissa on vielä erikseen painotettu, että pilaantuneen maa-alueen ollessa pohjavesialueella tai, jos kohteen vieressä hyödynnetään pohjavettä esimerkiksi talousvetenä, kynnysarvojen ylittyessä on aina tehtävä pilaantuneen maa-alueen tarkennettu arviointi. (Ympäristöministeriö 2007, 36.)

Pohjaveden maastotutkimuksista pitäisi saada selville ainakin seuraavat asiat koskien poh-

javesiolosuhteita ja veden käyttöä:

- etäisyys tärkeään tai muuhun vedenhankintakäyttöön soveltuvaan pohjavesialueeseen
- pohjavesialueen numero ja luokka
- etäisyys ottamoon, lähteeseen tai kaivoon
- pohjaveden käyttö esim. talousvetenä
- pohjaveden pinnan taso
- pohjaveden virtaussuunta ja -nopeus
- pohjaveden purkautumispaikat
- tarvittaessa arvioidaan tai määritetään muodostuvan pohjaveden määrä alueella. (Ympäristöministeriö 2007, 36.)

Maaperästä haitalliset aineet voivat huuhtoutua myös vesistöihin valumavesien tai purkautuvan pohjaveden mukana. Vesistöihin kulkeutuvien haitta-aineiden määrä vaihtelee, riippuen muun muassa maanpinnan kaltevuudesta ja laadusta, pinnan peitosta, sadevesien viemäröinnistä sekä alueen läpikulkevista ojista. Maastoarvioinneista pitäisi löytyä vastaukset seuraaviin vesiolosuhteisiin:

- lähimpiin vesistöihin oleva etäisyys
- vesistön käyttö ja mahdollinen erityisluonne
- tarvittaessa arvio valumavesien määrästä.

Vesistöissä haitta-aineet voivat esiintyä liuenneina, suspendoituneina eli hienojakoisina ajelehtivina orgaanisina tai mineraalisina aineksina tai kertyneinä pohjasedimenttiin kiintoaineen mukana. (Ympäristöministeriö 2007, 36-37.)

3.3.3 Haitalliset vaikutukset alueen ympäristöön

Maastotutkimukset tulee tehdä tarkasti, jotta osataan kuvata kohteen kriittisten aineiden mahdollisia ekologisia- ja terveysvaikutuksia sekä niiden yhteisvaikutusten laatua. Vaikutuksen laadun perusteella päätetään jatkotoimista, kuten esimerkiksi siitä, että pitääkö puhdistus tehdä ripeällä aikataululla maassa olevien haitta-aineiden summautuvien yhteisvaikutusten takia vai riittääkö löysempikin aikataulu, haitallisten vaikutusten jäädessä pieniksi.

Yleensä haitalliset terveysvaikutukset vaihtelevat yksilön herkkyyden, terveyden sekä muiden tekijöiden mukaan. Useimmista haitallisista aineista aiheutuu jonkinlaisia vaikutuksia riippuen aineen annoksesta, altistustavasta sekä kohteesta. Mahdollisia terveysvaikutuksia maaperässä olevista haitta-aineista ovat muun muassa

- ärsytysoireet, esim. hajuhaitta tai pahoinvointi
- akuutit terveysvaikutukset, esim. aineen syövyttävyys
- lisääntymisterveyteen liittyvät haittavaikutukset
- immuunivastustuskyvyn heikkeneminen
- hermostolliset ja neurologiset vaikutukset
- hormonaaliset vaikutukset
- kuolemaan johtavat pitkäaikaiset sairaudet, esim. bentseenistä mahdollisesti aiheutuva leukemia. (Ympäristöministeriö 2007, 40.)

Ekologiset vaikutukset pilaantuneen maaperän alueella voivat kohdistua alueen eliöstöön muutamalla tavalla. Eliöstön lisääntyminen voi häiriintyä, yksilömäärät ja biodiversiteetti voivat vähentyä sekä eliöstön normaali käyttäytyminen voi muuttua. (Ympäristöministeriö 2007, 40.)

3.4 Maastotutkimusmenetelmät

Maastotutkimukset tehdään yleensä kahdessa vaiheessa, ensin geofysikaaliset tutkimukset ja sen jälkeen kairaukset ja koekuopat. Geofysikaaliset menetelmät ovat tarkoitettu maakerrosrajojen sekä haitallisten aineiden levinneisyyden etsimiseen. Geofysikaaliset leviämistutkimukset haitallisille aineille perustuvat lähinnä alueelta kulkeutuneiden suolojen sähkönjohtavuuden muutoksien mittaamiseen. Mittauksista saatujen tulosten avulla voidaan sijoittaa pohjaveden havaintoputkia siten, että niistä saatavilla tuloksilla voidaan varmentaa pohjaveden mukana alueelta kulkeutuvia haitta-aineita. Kerrosrajojen selvittämiseen Suomessa yleisimmät käytössä olevat menetelmät ovat maatutka, seismiset luotaukset ja painovoimamittaukset. Näistä kaksi jälkimmäistä sopivat paremmin suurille alueille, yleiskuvan hankkimiseen alueesta. Maatutkaluotauksen avulla saadaan puolestaan yksityiskohtaisempaa sekä jatkuvaa tietoa maaperästä. (Sarkkila et al. 2004, 28.)

Maatutkaluotaus perustuu tutkan lähettämien sähkömagneettisien aaltojen käyttöön. Tutka

lähettää sähkömagneettisia aaltoja pulsseina maahan ja mittaa pulssin lähetyksen ja sen takaisin heijastumiseen kuluvan ajan sekä heijastuksen amplitudin. Maatutkan toimintaperiaate perustuu siihen, että lähetetyn pulssin energiasta osa heijastuu takaisin sähkömagneettisilta ominaisuuksiltaan toisistaan poikkeavien aineiden rajapinnoilta, osan jatkaessa matkaa ja heijastuessa seuraavilta rajapinnoilta. (Vaara 2007, 2.)

Seismiset luotaustutkimukset perustuvat lyöntipisteestä tai räjähdyksestä syntyvän täryaallon etenemiseen maaperässä. Luotauksissa mitataan täryaallon kulkuaikaa sen aiheuttaneesta tärähdyksestä maahan kiinnitettyihin tuntoelimiin, geofoneihin. Seismisten aaltojen etenemisnopeus maaperässä on riippuvainen maalajista, sen tiiviydestä ja kosteudesta. Aallon etenemisnopeus kuvaa erityisen hyvin kallion rikkonaisuutta ja rakoilua. Mittausprofiili on murtoviiva, joka koostuu suorista peräkkäisistä luotauksista. Seismisten luotauksien tulkinnan tuloksena esitetään maaperän vertikaalileikkaus, johon on merkitty maalajit, pohjaveden pinta, maapeitteen paksuus sekä kallion rikkonaisuus. (Mroueh et al. 1996, 61.)

Painovoimamittauksien avulla voidaan selvittää tiheydeltään ympäristöstä poikkeavien muodostumien paksuutta sekä tilavuutta. Paksuutta määritettäessä painovoimaprofiilit sijoitetaan maastoon siten, että niiden alku- ja loppupisteet ovat kalliolla tai hyvin tunnetuissa pisteissä. Tarkoituksena on arvioida alueellista taustavaihtelua, joka on perustasona paikallisille painovoimavaihteluille. Tunnettaessa maanpeitteen ja kallion tiheysero, voidaan alueellisesta taustavaihtelusta laskea maanpeitteen paksuus. Tuloksia on hyvä tarkentaa riittävän tiheillä kairauksilla, sillä painovoimataso ja tiheys voivat muuttua tutkittavalla alueella. (Porin Vesi 2000.)

Geofysikaalisiin tutkimusmenetelmiin liittyy omat ongelmansa, kuten tulkinnan suuri vaikutus lopputulokseen ja sijaintitarkkuuden heikko erottelukyky verrattuna kairauksilla saataviin tuloksiin. Maatutkaluotauksissa haittana ovat usein maaperän sähkönjohtavuutta nostavat tekijät. Menetelmä ei myöskään sovi, jos maaperä on savi tai hienoainespitoinen, sillä kyseiset maalajit vaimentavat tutkan signaalia ja antavat siten epäluotettavia tuloksia. Lisäksi yleisenä ongelmana on maatutkaluotaustulosten hyväksikäytön vaikeus suunnitteluaineistona, sillä tuloksia on vaikea siirtää suunnitteluaineistossa käytettävään muotoon. Suurimpana syynä siihen on tutkimustietojen paikantamisen puutteet. Paikannustietojen puutteellisuuksien korjaamiseksi edellytetään maatutkaluotauksen yhteydessä jatkuvaa

paikantamista esimerkiksi GPS-tekniikan avulla. (Sarkkila et al. 2004, 28-29.)

Kairaukset antavat erilaista ja yksityiskohtaisempaa tietoa maaperästä, kuten maaperän vakavuudesta ja painumisominaisuuksista. Määritettäessä maaperän leikkauslujuutta käytetään siipikairausta. Porakonekairauksella saadaan pääasiassa tietoa kalliopinnasta, mutta sen yhteydessä voidaan maaperään asentaa pohjavesiputkia ja ottaa maanäytteitä. Yleisin käytetty kairausmenetelmä on kuitenkin painokairaus, jota voidaan käyttää suhteellisen pehmeissä maakerroksissa, missä ei ole tiiviitä maakerroksia. Toinen pehmeälle maaperälle sopiva menetelmä on puristinkaivaus. Tiiviille maakerroksille sopii taas puristinheijauskairaus. (Sarkkila et al. 2004, 29.)

Alueen hydrologiset ominaisuudet sekä tunnettu käyttöhistoria toimivat pohjana, kun aletaan suunnitella näytteenottoa mahdollisesti pilaantuneelta alueelta. Näytteenotossa on huomioitava, että sen suorittaa asiaan asianmukaisesti perehtynyt henkilö. Lisäksi näytteet eivät saa kontaminoitua missään työvaiheessa. Näytteitä otetaan huokoskaasusta, vedestä ja maa-aineksesta, sen mukaan mitä haitallisia aineita maaperässä oletetaan olevan. (Sarkkila et al. 2004, 29.)

Yleinen, edullinen ja varma maa-alueen tutkimusmenetelmä on koekuoppien tekeminen. Koekuoppien tekemisen ohessa on kiinnitettävä huomiota työturvallisuuteen, esimerkiksi kaivannon vakavuuteen ja kuopan pohjalle muodostuviin kaasuihin. Maaperän geoteknisiä ominaisuuksia tutkitaan lisäksi laboratoriossa, jolloin tarpeen mukaan määritetään maan indeksiominaisuudet (esim. maalaji, humuspitoisuus, tilavuuspaino, vesipitoisuus), lujuus- sekä muodonmuutosominaisuudet. (Sarkkila et al. 2004, 30.)

Pohjavesiputkilla otetuilla näytteillä arvioidaan veteen liuenneiden aineiden määrää. Putket tulee sijoittaa siten, että ne kulkevat päävirtaussuunnassa ja että tulosuunnassa, puhtaalla puolella, on ainakin yksi putki, ja poistumissuunnassa useampia putkia. Näin voidaan tarkkailla haitta-aineiden pitoisuuksien vaihtelua suhteessa puhtaaseen pohjaveteen sekä arvioida hajoamisen ja laimenemisen vaikutuksia. Pohjavesiputkien avulla suoritetaan myös puhdistustoimenpiteiden jälkitarkastelua ja onnistumisen arviointia. (Sarkkila et al. 2004, 30-31.)

3.5 Viite- ja ohjearvoihin vertailu sekä tunnusluvut

Pilaantuneesta maaperästä voi olla haittaa ihmisen terveydelle ja ympäristölle. Pilaantunut maaperä voi vähentää viihtyvyyttä tai muuten loukata yksityistä tai yhteistä etua. Siitä onko pilaantuneesta maaperästä koituvat riskit hyväksyttäviä, päätetään yleensä ohjearvojen avulla. Jokaisen maaperän pilaantuneisuuden arvioinnin ollessa yksilöllinen, tulee ohjearvovertailua varten aina arvioida kyseisten ohjearvojen soveltuvuus tapaukseen, perustella kyseisten ohjearvojen ja tunnuslukujen käyttö sekä esittää ohjearvovertailun perusteella tehty arvio alueen pilaantuneisuudesta. (Ympäristöministeriö 2007, 42.)

Ennen päivämäärää 1.6.2007 haitallisten aineiden pitoisuuksia maaperästä määritettiin SAMASE-raportin ohjearvon, raja-arvon ja tavoitearvon avulla. Ohjearvo tarkoitti haitallista pitoisuutta ja raportissa niitä oli määritelty noin 200 aineelle. Raja-arvon ylittyessä maaperä oli voimakkaasti pilaantunut. Lievästi pilaantuneen maaperän pitoisuudet osuivat ohjearvojen ja raja-arvojen väliin. Tavoitearvo määritettiin riskinarvioinnin perusteella. (Pyrylä 2008, 7.)

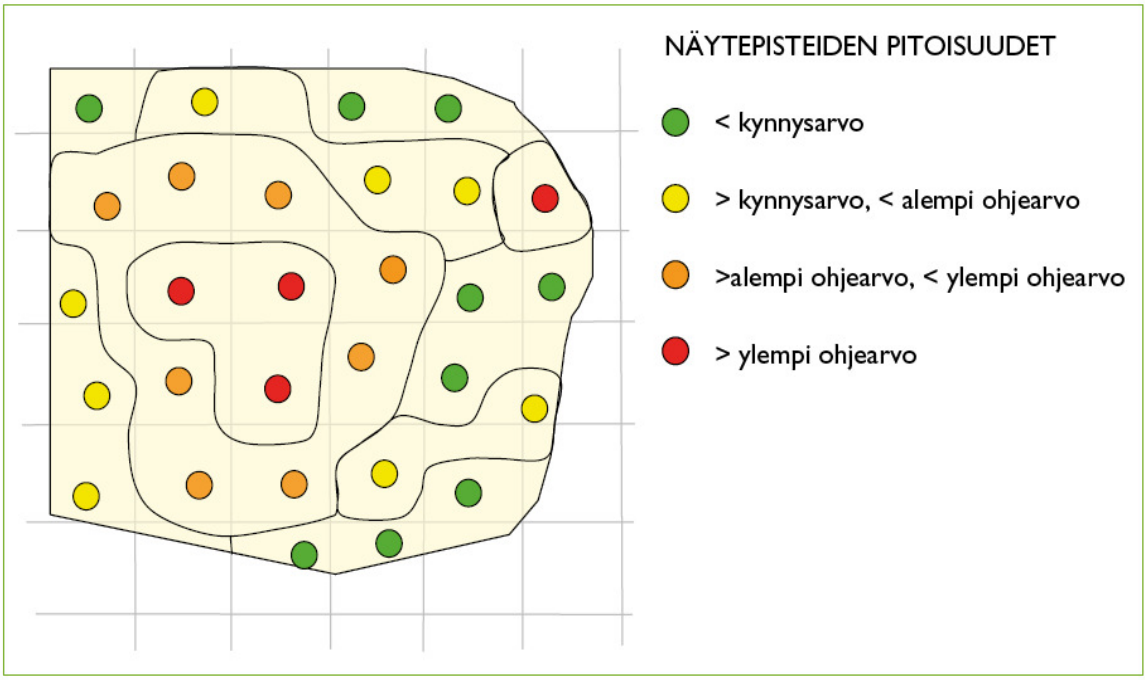
1.6.2007 alkaen maaperän pilaantuneisuuden arvioinnin määrittäminen on perustunut lähinnä vertaamiseen PIMA-asetuksen (214/2007) liitteen kynnys- ja ohjearvoihin. Liitteessä on esitelty 50. haitallisen aineen pitoisuuden kynnys- ja ohjearvo. Kynnysarvon tai taustapitoisuuden arvon ylitys johtaa arviointiin. Alemman ohjearvon alitus merkitsee, että alue ei ole pilaantunut, kun taas ylitys johtaa maankäyttörajoituksiin tai puhdistukseen. Kun kyseessä on teollisuus-, varasto- tai liikennetoiminta-alue, maaperä on yleensä pilaantunutta ylemmän ohjearvon ylittyessä. Kohdekohtaisen riskinarvioinnin avulla voidaan määrittää alueelle omat sallitut pitoisuusarvot. (Pyrylä 2008, 5.)

Perustana ohjearvoille ovat tietyt yleisperiaatteet sekä niin sanotut standardikohdetyypeille tehdyt laskennalliset riskinarvioinnit. Ohjearvoissa ei ole otettu huomioon erityispiirteitä, kuten alueen käyttämistä tärkeänä vedenhankinta-alueena tai kohteessa sijaitsevaa leikkipuistoa. Jos tutkittavassa kohteesta löytyy erityispiirteitä, pilaantuneisuuden arviointi ei voi perustua enää pelkästään perusarviointiin vaan tarvitaan lisätutkimuksia. Ohjearvovertailun yhteydessä tulee esittää seuraavat asiat:

- näytteenottopaikat

- käytetyt näytteenotto-, esikäsittely- ja analyysimenetelmät
- mittaustulokset ja maksimipitoisuudet sekä tarvittaessa niiden keskiluvut ja vaihteluvälit
- arviointiin vaikuttavat kenttähavainnot
- arvioidaan näytteiden edustavuus ja mittaustulosten epävarmuus
- johtopäätökset alueen pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta.

Lisäksi alue jaetaan kuvan 4 mukaisesti kynnys- ja ohjearvojen perusteella osa-alueisiin. (Ympäristöministeriö 2007, 44.)



Kuva 4. jakaminen osa-alueisiin (Ympäristöministeriö 2007, 45)

Vaikka maaperässä ei havaittaisikaan ohjearvon ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia, voi esimerkiksi hengitysilmalle tai talousvedelle asetettujen viitearvojen ylittyminen kuitenkin johtaa jatkotoimiin. Tämän vuoksi ympäristön pilaantuneisuutta tulee tarkastella muiltakin osin kuin vain maaperän osalta. Viitearvot, jotka on annettu sektorikohtaisten lakien ja säädöksien pohjalta ohjaavat muiden ympäristönosien mahdollisen pilaantumisen tutkimusta. (Ympäristöministeriö 2007, 46-47.)

Myös tilastollisten tunnuslukujen perusteella voidaan tehdä maaperän haitallisten aineiden pitoisuuksien vertailua ohjearvoihin, esimerkiksi maksimia, mediaania, keskiarvoa ja ja-

kaumia hyväksikäyttäen. Niitä voidaan käyttää luomaan kokonaiskuvaa tutkittavan alueen eri tavoin pilaantuneista osista sekä haitallisten aineiden kokonaismäärän ja altistumisen suuruuden arviointiin, yksittäisiä lukuarvoja koskevan vertailun lisänä. Tunnuslukujen käytön tulee olla perusteltua ja niiden käyttö edellyttää aina tarpeellisen määrän mittauksia. (Ympäristöministeriö 2007, 46.)

3.6 Muut tekijät

Pilaantuneen maa-alueen arvioinnissa on tärkeää tehdä selväksi myös haitallisten aineiden todennäköiset kulkeutumis- ja leviämisreitit. Tämä tehdään yleensä sen jälkeen kun haitalliset aineet on ensin määritetty ja paikallistettu. Kulkeutumiseen vaikuttavat monet tekijät, jotka on aina selvitettävä kyseessä olevan haitta-aineen ja alueen osalta erikseen. (Ympäristöministeriö 2007, 37.)

Arvioinnissa tulee ottaa myös huomioon pilaantuneeksi epäillyn alueen ja sen ympäristön maankäyttö, esimerkiksi kaavoitustilanne tai lähiympäristössä mahdollisesti sijaitseva herkkä kohde. Alueen maankäytön ja luonteen selvittäminen on tärkeää, että voidaan rajata altistusreitit sekä altistujat, ja näin minimoida esimerkiksi haitallisten aineiden joutuminen ihmisen elimistöön. (Ympäristöministeriö 2007, 38-39.)

Muut arviointiin liittyvät tekijät ovat sidoksissa arvioinnin tekijän sekä alueen lähiympäristön pelkoihin, herkkyyteen ja arvomaailmaan. Joillekin ihmisille jo tieto lähiympäristön pilaantumisesta saattaa aiheuttaa painajaisia. Tarvittaessa kohteen riskinarvioinnin yhteydessä voidaan suorittaa muidenkin kuin terveys- ja ympäristöriskin arviointi. (Ympäristöministeriö 2007, 47.)

4 PILAANTUNEEN MAA-ALUEEN TARKENNETTU ARVIOINTI

Perusarvioinnissa muodostettua kuvaa maa-alueen pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta voidaan täsmentää tarkennetulla arvioinnilla. Huomion kohteena on erityisesti riskien tarkastelu sellaisissa tapauksissa, missä riskejä ei ole ohje- ja viitearvovertailulla pystytty kunnolla määrittämään. Tarkennettu arviointi suoritetaan myös, kun edellisen arviointivaiheen riskit eivät ole olleet hyväksyttävien rajojen sisällä. Ohjearvojen ylittäneiden haitta-

aineiden osalta tulee tarkennetussa arvioinnissa olla aina kolme erillistä osavaihetta: kulkeutumisriskin arviointi, terveysriskin arviointi sekä ekologisen riskin arviointi. (Ympäristöministeriö 2007, 49-50.)

Tarkennetun arvioinnin tavoitteet ja rajaukset määritetään aina tapauskohtaisesti ottaen huomioon kohdetiedot. Huomioitavat tekijät ovat muun muassa riskien kannalta olennaiset haitta-aineet, kulkeutumisreitit ja altistustilanteet. Rajaukseen määrittelyssä keskitytään tarkisteltavien riskien ja haitta-aineiden määrittelyyn, arvioinnin ajalliseen ja alueelliseen rajaukseen sekä arviointimenetelmien valintaan. Tavoitteen asettelu, rajaukset ja arviointimenetelmien valinta tulee olla perusteltua. (Ympäristöministeriö 2007, 50.)

4.1 Tarkennetun arvioinnin menetelmiä

Tarkennettuun arviointiin käytetään aina tapaukseen sopivia laadullisia eli kvalitatiivisia tai määrällisiä eli kvantitatiivisia menetelmiä. Jokaiselta arvioinnin osavaiheelta ei edellytetä kvantitatiivista arviointia, jos arvio voidaan todeta luotettavaksi kvalitatiivisin menetelmin kohdetietojen ja haitta-aineiden ominaistietojen perusteella. Menetelmien valinnassa kannattaa aloittaa valitsemalla helposti toteutettavia ja yksinkertaisia menetelmiä. Tarpeen toteamisen jälkeen arviointia voidaan jatkaa yksityiskohtaisempia, monimutkaisempia ja kalliimpia menetelmiä käyttäen. (Ympäristöministeriö 2007, 51.)

Haitta-aineiden ympäristökäyttäytyminen, ihmisten ja eliöiden altistuminen, ympäristömittaukset, laskentamallit, ekotoksikologiset ja ekologiset tutkimukset sekä ihmisten terveydentilan tutkimukset voivat olla pohjana tarkennetulle arvioinnille. Lisäksi arvioinnissa voidaan käyttää apuna myös kirjallisuustietoja haitta-aineiden ominaisuuksista, käyttäytymisestä ja vaikutuksista ympäristössä. Myös kulkeutumis-, terveys- ja ekologisenriskin arvioiminen kuuluvat osana tarkennetun arvioinnin menetelmiin. Riskien kuvaus on arvioinnin viimeinen vaihe, jossa esitetään riskien luonteesta, suuruudesta ja hyväksyttävyydestä tehty arvio. Riskien kuvaamisen ja arvioinnin perusteella esitetään arvio maaperän pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta. (Ympäristöministeriö 2007, 51 ja 62.) Näihin riskeihin ja niiden arvioimiseen syvennytään enemmän kappaleessa 4.2.

Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteiden hyödyntäminen voi olla osa tarken-

nettua arviointia. Reinikainen (2007b, 10) kertoo julkaisussaan ”Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperiaatteet” yleisen ympäristö- ja terveysriskin arvioinnin olevan perustana maaperän kynnys- ja ohjearvoille, jossa valittujen haitta-aineiden maaperäpitoisuuksille on määritelty erilaisia viitearvoja. Viitearvot kuvaavat mahdollisten ympäristö- ja terveysriskien suhteen merkityksettömiä pitoisuuksia sekä pitoisuuksia, joiden ylittyessä riskejä ei voida yleisesti pitää hyväksyttävinä. Taulukko 3 nähdään kynnys- ja ohjearvojen perustana olevat viitearvot. Suurin hyväksyttävä pitoisuus-arvot (SHP-arvot), jotka on määritetty erikseen ekologisin perustein sekä terveysriskien perusteella, on annettu sekä tavanomaisessa maankäytössä olevalle että herkemmässä maankäytössä olevalle alueelle. Mahdollista haitallisten aineiden kulkeutumista pohjaveteen tai vesistöihin aiheutuvaa riskiä ei ole otettu huomioon SHP-arvojen laskennassa. (Reinikainen 2007b, 10.)

Taulukko 3. Kynnys- ja ohjearvojen perustana olevat viitearvot (Reinikainen 2007b, 10)

Määritelmä	Viitearvo	Ohjearvo
Suurin vaikutukseton pitoisuus, ekologiset perusteet	SVP	Kynnysarvo
Suurin vaikutukseton pitoisuus, ekologiset perusteet (välilliset vaikutukset)	SVP_v	Kynnysarvo
Suurin vaikutukseton pitoisuus, pohjaveden pilaantumisriski	SVP_{pv}	Kynnysarvo
Suurin vaikutukseton pitoisuus, pysyvän jätteen liukoisuuskriteerit	SVP_{lk}	Kynnysarvo
Suurin hyväksyttävä pitoisuus, ekologiset perusteet	SHP_{eko}	Alempi ohjearvo (e)
Suurin hyväksyttävä pitoisuus, terveysperusteet	SHP_{ter}	Alempi ohjearvo (t)
Suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella, ekologiset perusteet	$SHPT_{eko}$	Ylempi ohjearvo (e)
Suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella, terveysperusteet	$SHPT_{ter}$	Ylempi ohjearvo (t)

Reinikainen (2007b, 10) on kuvannut julkaisussaan yksityiskohtaisesti muun muassa viitearvojen määrittämisessä käytettyjä menetelmiä, lähtötietoja ja -oletuksia sekä niiden rajoituksia. Lisäksi julkaisusta löytyy haitallisten aineiden tietokortit kaikille julkaisussa tarkastelluille haitallisille aineille. Reinikaisen julkaisun lisäksi internet tarjoaa runsaasti kirjallisuustietoa haitta-aineiden ominaisuuksista, käyttäytymisestä ja vaikutuksista ympäristössä (Ympäristöministeriö 2008, 52).

Luvussa 3 kuvatuilla ympäristömittauksilla ja -tutkimuksilla voidaan myös lisätä tarkennetun arvioinnin luotettavuutta. Niiltä osin kuin maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ei voida mitata, tarkennettu arviointi perustuu suurelta osin mahdollisten haittojen ennustamiseen. Tällöin käytetään matemaattisia laskentamalleja,

joilla pyritään kuvaamaan tarkasteltavana olevaa kohdetta. Matemaattiset laskentamallit ovat muun muassa riskinarviointiin erikseen kehitettyjä ohjelmistoja, teoreettisia tai kokemuksiin perustuvia laskentayhtälöitä tai tilastollisen aineiston laskentatyökaluja. Mallinnuksen käyttämisen edellytyksenä on, että arvioinnin tekijä omaa riittävän teoreettisen perustan mallinnukseen sekä mallin soveltuvuus kyseiselle kohteelle. (Ympäristöministeriö 2008, 54–55.)

Pitoisuusmittauksien ja kirjallisuudessa esitettyjen myrkyllisyystietojen sekä ekologisten viitearvojen perusteella voidaan arvioida haitta-aineiden aiheuttamia vaikutuksia eliössä. Ekologiset viitearvot osoittavat ovatko pitoisuudet vaarattomia vai haitallisia eliöstölle. Ekotoksisuutta koskevasta tiedosta suurin osa perustuu kemikaalin myrkyllisyyden osoittamiseen kehitettyjen standardisoitujen toksisuustestien käyttöön. (Ympäristöministeriö 2008, 56.)

Ekotoksikologisia kokeita suunniteltaessa on otettava huomioon, miten kunkin yksittäisen testin tulos tukee arviointituloksen määrittämistä ja riskinhallintapäätöksiä. Monien menetelmien olemassaolo auttaa ekotoksisuusmenetelmien tapauskohtaisessa valinnassa. Standardoidut menetelmät ovat suositeltavia, mutta usein paikallisista olosuhteista johtuen on tehtävä poikkeuksia. Ekotoksikologisissa kokeissa on huomioitava vertailunäytteiden soveltuvuus kokeisiin, näytteiden riittävä määrä, koe-eliöiden tai -yksiköiden määrä tilastollisiin (hypoteesin testaus) tarkoituksiin sekä testin normaalit tulokset ja haitta-aineiden ohella muut tulokseen vaikuttavat tekijät. (Pellinen et al. 2007, 32-33.)

Erilaiset koeruutujen sisältämien eliöiden seuraamiseen perustuvat tutkimukset sekä erilaiset populaatio- tai yhteisökartoitukset ovat esimerkkejä ekologisista tutkimuksista. Edellä mainitut ekologiset kartoitukset tulevat kyseeseen silloin, kun tutkittavan alueen lajistoon kuuluu erityisiä suojeltavia lajeja tai kun ilmenee merkkejä eliöyhteisön poikkeavuudesta verrattuna alkuperäiseen eliöstöön. (Pellinen et al. 2007, 33.)

Altistumismittauksia ja terveydentilan tutkimuksia tehdään kohdealueen vaikutuspiirissä oleville ihmisille. Biomonitoroinnilla tarkoitetaan tällöin ihmisen altistumisen ja elimistön haitta-ainekuorman arviointia. Altistusmittaukset tehdään yleensä kemiallisilla analyyseillä veri- ja virtsanäytteistä. Altistumisesta johtuvia seurauksia voidaan arvioida ihmisen ter-

veydentilaa selvittävien epidemiologisten tutkimusten avulla. Kuitenkin edellä mainittujen tutkimustuloksien yhdistäminen vain maaperässä oleviin haitta-aineisiin on usein vaikeaa, johtuen muun muassa muista lähteistä tulevista tausta-altistuksista, useiden aineiden yhteisvaikutuksista sekä ihmisen elämäntavoista. (Ympäristöministeriö 2008, 57.)

4.2 Riskit ja niiden arviointi

Tässä luvussa riskit on rajattu tarkennetun arvioinnin kannalta keskeisiin eli terveys-, ekologisen- ja kulkeutumisriskien arviointiin. Näiden riskien tunnistaminen ja arvioiminen tulisi tehdä aina tarkennetun arvioinnin yhteydessä.

Riskiarviointi on oleellinen osa pilaantuneiden maa-alueiden tutkimuksia (Mroueh et al. 1996, 31). Riskiarviointi on prosessi, jossa tunnistetaan, määritetään ja luonnehditaan riskejä. Arviointi voi olla kvalitatiivista, jolloin se perustuu esimerkiksi sanalliseen tai graafiseen kuvaukseen ja laadullisiin muuttujiin tai kvantitatiivista. Riskien arvioinnin pohjana ovat tiedot kohteen haitta-aineista ja niiden ominaisuuksista sekä altistuvia eliöitä koskevat tiedot. Riskin arviointiin liittyy epäluotettavuutta, sillä riski on todennäköisyys, jonka suuruus on epävarma ja vaihteleva. (Sorvari & Assmuth 1998, 9.)

Terveysriskin arvioinnissa tarkastelun kohteena on yleensä pitkän ajanjakson aiheuttamat terveysvaikutukset ihmiselle, kuten alueen asukkaalle. Kunnostusvaatimukset ovat yleensä perusteltuja terveysriskien pohjalta. Suorien terveysvaikutusten, esimerkiksi haitta-aineiden karsinogeenisuuden, lisäksi terveysriskien arvioinnin yhteydessä on otettava huomioon myös viihtyvyyteen vaikuttavat seikat, kuten esimerkiksi epämiellyttävä haju. Tämän vuoksi useimmiten terveysriskien kannalta tehdyt kunnostustoimenpiteet antavat myös viihtyvyyden kannalta parhaan lopputuloksen. (Mroueh et al. 1996, 32.)

Ekologisen riskin arviointi määrittelee ylittävätkö ekologiset vaikutukset alueen eliöstön sietokyvyn. Ekologisen riskin arviointi ei ole välttämätöntä kaikilla pilaantuneilla maa-alueilla, sillä esimerkiksi teollisuusalueilla ei useinkaan ole sellaista lajistoa, jolle voisi aiheutua merkittävää haittaa pilaantuneesta maasta. Ekologinen riskinarviointi suoritetaan samaan aikaan terveysriskien arvioinnin kanssa. Koska useille kasvi- tai eläinlajeille pienetkin haitta-ainepitoisuudet voivat olla vahingollisempia kuin ihmiselle, ekologisen ris-

kinarvioinnin perusteella päädytään usein alhaisempiin raja-arvoihin kuin terveysriskien arvioinnissa. Kunnostustoimenpiteistä päätetään tavallisesti terveysriskien perusteella, kuitenkin ekologisenriskin arvioinnissa havaitut haitat eliöstölle voivat vaikuttaa alueen kunnostustavoitteisiin. (Mroueh et al. 1996, 32.)

Kulkeutumisriskin arviointi, nimensä mukaisesti, määrittelee mitä haittaa tai vaaraa voi aiheutua alueen pilaantumisen aiheuttaneista haitta-aineista niiden kulkeutuessa alueen sisällä tai sen ulkopuolelle. Kulkeutumisriskin arviointi voi olla osana terveysriskin tai ekologisen riskin arviointia tai se voidaan kohdistaa suoraan ympäristöön, kuten esimerkiksi pohjaveden laatuun. Haitta-aineiden kulkeutuminen toiselle kiinteistölle voi uhata myös yleistä tai yksityistä etua, ilman että siitä syntyisi terveys- tai ekologista haittaa. (Ympäristöministeriö 2007, 63.)

5 SUUR-SAVON SÄHKÖN VANHAN PYLVÄSKYLLÄSTÄMÖ-ALUEEN MAAPERÄN PILAANTUNEISUUDEN ARVIOINTI

Tässä luvussa keskitytään Suur-Savon Sähkö Oy:n Juvan pylväskyllästämöalueen pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointiin. Suur-Savon Sähkö Oy on suorittanut arvioinnin yhteistyössä konsulttiyritys Groundia Oy:n kanssa, jonka palveluihin kuuluvat ympäristötekniset suunnittelu-, tutkimus- ja rakennuttamistehtävät.

Aluksi tutustutaan kohdetapaukseen ja sen historiaan. Tämän jälkeen verrataan arvioinnissa käytettyjä toimintatapoja edellisissä luvuissa käsiteltyihin kirjallisuustietoihin sekä analysoidaan mittaustuloksia. Lopuksi kootaan tulokset yhteen johtopäätöksissä sekä pohditaan tulevaisuuden suunnitelmia.

5.1 Yleistä

Juvalla sijaitsevalla pylväskyllästämöalueella oli kyllästystoimintaa vuosien 1955–1975 välisenä aikana. Kyllästys tapahtui painekyllästyksenä keskimäärin kuutena kuukautena vuodessa, yleensä toukokuusta lokakuuhun. Alueella kyllästettiin pääasiassa sähköpylväitä 5000 kappaletta vuodessa sekä lisäksi ohessa jonkin verran sahattua puutavaraa. Kyllästys-

aineena käytettiin lahontuho K-33:sta. Kyllästys tapahtui painekyllästyksenä kolmella erillisellä kyllästyssylinterillä, jonka jälkeen pylväät kuljetettiin kuivumaan piha-alueelle. Jauhetta, jonka tehoaineina ovat arseenipentoksidi, kromitrioksidi ja kuparioksidi, kului vuodessa noin 6000 kg. (Groundia 2008.)

Vuonna 1967 otetusta ilmakuvasta, joka on esitetty liitteessä 1, voidaan päätellä ettei kyllästämöalueen läheisyydessä ollut asutusta kyllästystoiminnan ollessa käynnissä 1955-1975 välisenä aikana. Nykyään kohdealue ja sen läheisyys on kaavoitettu ja liitteessä 3 olevasta kuvasta voidaan nähdä kyllästämön olleen nykyisen pallokentän/luistinradan kohdalla. Asutuksen lisäännyttyä alueella pilaantuneisuuden arviointi tuli ajankohtaiseksi, sillä alueella asumisen ja oleskelun turvallisuus ja riskittömyys haluttiin varmistaa. Vaikka Juvan kunta omistaa nykyisin kyllästämöalueen, Suur-Savon Sähkö Oy on vastuussa kohdealueen pilaantumisen arvioinnista sekä alueen kunnostamisesta, sillä yhtiön omistaman kyllästämön toiminta on aikoinaan pilannut maan.

5.2 Alueen pilaantuneisuuden arviointi

Maaperän oletettiin olevan saastunutta kyllästystoiminnan takia. Pilaantuneisuuden sekä puhdistustarpeen arviointi aloitettiin Mikkelin Vesi- ja ympäristöpiirin toimesta vuonna 1992, jolloin otettiin kuusi maanäytettä kolmesta pisteestä. Näytteiden otosmäärä oli pieni ja tämän vuoksi näytteistä analysoituja tuloksia ei voitu pitää täysin luotettavina vaan enemmänkin suuntaa-antavina. Näytteistä tutkittavat haitta-aineet olivat arseeni, kromi sekä kupari, mutta kohonneita pitoisuuksia ei tuolloin löytynyt. (Groundia 2008.)

Tiedossa olevasta kyllästämön käyttöhistoriasta, käytössä olleista laitteista sekä toimintatavoista pääteltynä, oli olemassa vahva epäily siitä, että haitta-aineet olivat saastuttaneet maaperän. Tämän vuoksi vuonna 2000 Etelä-Savon ympäristökeskus suoritti kaksi uutta näytteenottokierrosta. Tällöin tutkimuksien kohteena oli 48 näytepistettä, joista 38 näytettä toimitettiin laboratorioon. Laboratoriossa näytteille tehtiin monimetallianalyysi. Tuloksena löydettiin 12 näytteestä kohonneita arseenipitoisuuksia. Suurin pitoisuus arseenia havaittiin ojassa, missä maksimipitoisuus oli 7570 mg/kg. Liitteestä 2 olevassa asemapiirroksessa on merkittynä useita näytteenottopaikkoja ja näytteistä analysoituja tuloksia. (Groundia 2008.)

Huomioitavaa Etelä-Savon ympäristökeskuksen suorittaman näytteenoton tuloksien analysoinnissa on, että näytteistä analysoituja pitoisuuksia verrattiin SAMASE-ohje- ja raja-arvoihin, sillä tämä oli vielä vuonna 2000, ennen PIMA-asetuksen voimaan tuloa vuonna 2007, pääsääntöinen käytäntö. Kuten taulukoista 1 ja 2 on nähtävissä nykyisin käytössä olevat PIMA-asetuksen kynnys- ja ohje arvot ovat arseenin, kromin ja kuparin kohdalla tiukemmat verrattuna SAMASE- ohje- ja raja-arvoihin. Näin ollen Etelä-Savon ympäristökeskuksen suorittamassa analyysissa olisi tänä päivänä voinut löytyä enemmän kohonneita pitoisuuksia sisältäviä näytteitä.

Tarkennettuun arviointiin pilaantuneen alueen rajaamiseksi ei kuitenkaan ryhdytty heti. Tämä johtui samanaikaisista pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin suorittamisista kolmella muulla Suur-Savon Sähkö Oy:n omistamalla kyllästämöalueella. Kohteiden kuvauksien ja käyttöhistorian perusteella tiedettiin jo tuolloin vuonna 2000, että kaikki kyllästämöalueet tullaan aikanaan kunnostamaan. Kevyen riskinarvioinnin perusteella Juvan kyllästämöalue todettiin näistä kyllästämöalueista vähiten riskiä aiheuttavaksi. Riskiarvio perustui suurelta osin siihen, että kyllästystoiminnan loputtua kyllästämöalue oli peitetty puhtailla maakerroksilla. Saastunut maa-aines on siis puhtaan maakerroksen alla, jolloin siitä aiheutuvat riskit ovat vähäiset, vaikka kyllästämöalueen sijainti on lähellä asutusta. (Ahola, sähköpostiviesti 1.2.2008.)

5.3 Alueen pilaantuneisuuden tarkennettu arviointi

Muiden kyllästämöalueprojektien valmistuttua, tuli tarkennettu arviointi Juvan pylväskyllästämöalueella ajankohtaiseksi. Yhteistyössä konsulttiyritys Groundia Oy:n kanssa Suur-Savon Sähkö Oy suoritti lisänäytteenoton syksyllä 2007. Lisätutkimuksien tarkoituksena oli tarkentaa saastuneen alueen laajuus, selvittää lievästi ja voimakkaasti saastuneiden massojen jakauma ja määrät, haitta-ainepitoisuudet sekä saada tietoa riskinarvioinnin pohjaksi. Lisätutkimuksien avulla oli myös tarkoitus saada riittävän tarkat tiedot alueen kunnostamistoimenpiteiden suorittamiseen. Suur-Savon Sähkö Oy:lle tarkat tiedot ovat välttämättömiä kunnostusmenetelmän valinnan, kunnostuksen toteutuksen ja kustannusarvion kannalta. (Ahola, sähköpostiviesti 1.2.2008.)

Lisätutkimukset kohdistuivat käytännössä tutkittavista haitta-aineista liukoisimman, arsee-

nin, jäljittämiseen. Tutkittava alue jaettiin 20x20 m ruudukkoon siten, että jokaisessa ruudussa oli yksi näytepiste. Yhteensä toteutettiin kaksi näytteenottokierrosta. Maanäytteitä otettiin 33 koekuopasta, ojanäytteitä 10 näytepisteestä ja sedimenttinäytteitä Kuhalammen neljästä pisteestä (Liite 4). Yhteensä maa- ja sedimenttinäytteitä otettiin 178 kappaletta sekä yksi pohjavesinäyte. Kaikki näytteet analysoitiin röntgenfluoresenssiin perustuvalla kenttämittarilla. Lisäksi näytteistä 10 % varmistettiin laboratorioanalyysein. (Groundia 2008.)

5.4 Mittaustuloksien analysointi

Kaikista näytteistä tutkittiin vähintään arseeni-, kromi- ja kuparipitoisuudet. Viidestä maanäytteestä, neljästä ojanäytteestä sekä pohjavesinäytteessä todettiin kohonneita pitoisuuksia. Kohonneet pitoisuudet olivat pääasiassa arseenia ja maksimipitoisuus oli 1221 mg/kg. Pilaantuneisuuden arviointiin käytettiin PIMA-asetuksessa (214/2007) sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksissa (461/2000 ja 401/2001) määritettyjä ohje- ja viitearvoja (Groundia 2008). Ohje- ja viitearvot, joihin pilaantuneisuuden arviointi perustuu, on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Arvioinnin perustana toimivat raja-arvot.

Aineet	**VNa 214/2007**			**STM 461/2000 ja 401/2001**
	Kynnysarvo [mg/kg]	**Alempi ohjearvo [mg/kg]**	**Ylempi ohjearvo [mg/kg]**	**Talousveden enimmäispitoisuudet [mg/l]**
Arseeni (As)	5	50	100	0,01
Kromi (Cr)	100	200	300	0,05
Kupari (Cu)	100	150	200	2

Kohonneiden pitoisuuksien vuoksi pilaantunut maa-alue tulee puhdistaa. Yhteenveto laboratorioanalyysituloksista on esitetty taulukossa 5 ja lisäksi liite 6 sisältää tarkemmat laboratorioanalyysitulokset. Tuloksien avulla pilaantunut ja kunnostustoimenpiteitä vaativa alue voidaan rajata ja rajausta on hahmoteltu liitteessä 5 olevassa karttakuvassa. Puhdistettava

alue on suurimmaksi osaksi tasaisen pallokentän alueella, mutta myös pallokentän pohjois- ja koillispuolen kosteikot ja ojanpohja vaativat kunnostustoimenpiteitä.

Taulukko 5. Laboratorioanalyysituloksien yhteenveto (Groundia 2008)

10073 Suur Savon Sähkö Oy, Juvan entinen kyllästämö **Maaperän pilaantuneisuuden tutkimukset** Yhteenveto laboratorioanalyysituloksista Näytteenotto 29.-30.10.2007 ja 9.1.2008 Näytteenottaja Velimatti Mäklin								
Pitoisuudet mg/kg			**Raskasmetallit Laboratorioanalyysitulokset**					
			Pb	**Zn**	**As**	**Cu**	**Cr**	**Cd**
Tutkimuspiste ja syvyys (cm)	**Maanäytteet** Maalaji + huomiot	**Alempi ohjearvo** **Ylempi ohjearvo**	**200** **750**	**250** **400**	**50** **100**	**150** **200**	**200** **300**	**10** **20**
KK20 180-220	Pallokenttä hk, siHk		1.6	70	2.9	**150**	**520**	0.12
KK24 350-400	Pallokenttä siHk, märkä		1.9	49	**420**	**240**	**340**	1.8
KK25 40-70	Vanha Myllytien puoli tumma kerros, puuta, juuria		5.1	36	**410**	**250**	**450**	1.8
KK31 0-10	Vanha Myllytien puoli hm, Hk		5.7	27	5.7	17	26	0.1
O8 0-15	Kentän pohjoiskulman kosteikko hm, kasvustoa		12	65	**690**	110	**200**	2.8
S4 0-20	Kuhalammen pohjasedimentti hm, siHk		2.1	44	4	30	34	0.1
	Pohjavesinäytteet							
			µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l
PVP 2			440	2100	110	0.22	110	<1.0

5.5 Johtopäätökset ja tulevaisuuden suunnitelmat

Tehtyjen näytteenottojen ja niiden tuloksien pohjalta pilaantunut alue voidaan rajata hyvin tarkasti joka suuntaan. Tuloksien positiivinen puoli on, että Kuhalammen sedimenttinäytteet eivät ylitä pitoisuusrajoja, mikä helpottaa huomattavasti kunnostusoperaatioiden suunnittelua ja toteutusta. Suur-Savon Sähkö Oy:n hoidettua kohdealueen maaperän kunnostamisen asianmukaisesti, he todistavat olevansa ympäristöstä välittävä yritys ja näin kasvattavat hyvää imagoaan.

Tulevaisuuden suunnitelmat ovat käynnissä ja kandidaatintyön laatimisvaiheessa kunnostustyöt on tarkoitus aloittaa kesällä 2009 ja saada päätökseen vuoden 2010 loppuun mennessä (Ahola, sähköpostiviesti 1.2.2008). Kunnostusmenetelmän valinta on vielä harkinnan alla, mutta saastuneiden maamassojen pois kaivuu, kuljettaminen asianmukaiseen jatkokäsittelevään vastaanottopaikkaan ja korvaaminen puhtaalla massalla näyttää ilmeiseltä, sillä näin on toimittu muissakin Suur-Savon Sähkö Oy:n puhdistamissa kohteissa. Suur-Savon Sähkölle on tärkeää, että alue saadaan kunnostettua lopullisesti, jolloin vastuu kysymykset selviävät, eikä lähinaapureiden tarvitse enää kantaa huolta asiasta.

Suur-Savon Sähkö Oy:n selvitettyä pilaantuneen maa-alueen laajuuden ja asteen sekä lisäksi kunnostusprosessin käytännöntoimet, aikataulut sekä riskinarvioinnit voidaan ryhtyä maaperän puhdistamiseen alueelliselle ympäristökeskukselle tehdyn ilmoituksen jättämisen jälkeen. Suur-Savon Sähkö Oy on hoitanut tähän mennessä tehdyn pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin asiallisesti ja määräyksiä noudattaen, joten syytä miksi ilmoituksen tekeminen ei riittäisi kyllästämöalueen puhdistamisen suhteen ei ole. Kuitenkin pilaantuneiden maa-massojen loppusijoitukselle tarvitaan luultavasti ympäristölupa, niin kuin on tarvittu myös aikaisemmissa Suur-Savon Sähkö Oy:n samantyyppisissä puhdistuskohteissa.

Todennäköisesti Suur-Savon Sähkö Oy antaa kunnostusprosessin toimeksiannoksi asiantuntevalle yritykselle ja näin siirtää puhdistustoimenpiteet ja vastuun niiden onnistumisesta. Tarkennetun arvioinnin yhteistyökumppani Groundia Oy on todennäköisesti yksi mahdollinen vaihtoehto kunnostussuunnitelman, -ohjauksen, -valvonnan sekä jälkiseurannan toteuttajaksi, heillä olevien tapauksen tietojen ja asiantuntemuksen takia. Tärkeintä on kuitenkin, että prosessin toteuttajalla on alalta vankka kokemus ja riittävät näytöt työskentelystään.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kunnostettavien alueiden määrät ja niihin käytettävät resurssit ovat lisääntyneet viime vuosina, samalla ovat pilaantumisen ja puhdistustarpeen arviointia koskevat menetelmät uudistuneet. Ennen arvioinnin perustana olleet SAMASE-raportin ohje- ja raja-arvot ovat vaihtuneet valtioneuvoston säätämään PIMA-asetukseen ja näin arvioinnin perusteet ovat muuttuneet asetuksen voimaantulon myötä, kesäkuusta 2007 lähtien.

Nykyinen maaperän pilaantumisen ja puhdistustarpeen arviointi koostuu kolmesta osa-alueesta, jotka ovat pilaantuneisuuden arviointitarpeen tunnistaminen, itse kohdealueen arviointi sekä tarkennettu arviointi. Arviointiin ei kuitenkaan ole olemassa yksiselitteistä kaavaa seurattavaksi, vaan jokainen arviointiprosessi on tehtävä tapauskohtaisesti. Tämän työn tarkoitus olikin esitellä raamit arviointiprosessille ja samalla muistuttaa asioita, joita tulee pohtia ja tarkastella arviointiprosessia tehdessä. Arviointiprosessien ollessa niin toi-

sistaan eroavia, laajoja ja monialaisia, ei tämä työ mene yksityiskohtiin vaan esittelee arviointiprosessia pintapuolisesti.

Yritykselle, joka joutuu vain ehkä kerran toimintansa aikana tällaisen ongelman eteen esitelty arviointiprosessi voi viedä liikaa aikaa sekä vaatia sellaista asiantuntemusta, mitä yrityksellä ei ehkä ole. Tämän takia luultavasti monetkaan yritykset eivät lähde toteuttamaan arviointiprosessia yksin vaan suorittavat sen yhteistyössä asiantuntevan yrityksen kanssa, kuten Suur-Savon Sähkö Oy toimi, tai antavat prosessin kokonaisuudessa toimeksiantona toiselle yritykselle. Toimeksiantona asiantuntevalle taholle varmistetaan tutkimuksien tarkoituksellisuus ja näin vältetään jo yleensä muutenkin vähien resurssien tuhlaaminen.

Suur-Savon Sähkö Oy:n tapauksessa on tähän mennessä toimittu asianmukaisesti ja suurimmissa osin nykyisen käytännön mukaisesti. Pilaantuneisuuden arviointitarve todettiin kyllästystoiminnan historiatietojen pohjalta, jonka jälkeen siirryttiin pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointiin. Arviointi vaiheessa syvennyttiin kohteen kuvaamiseen ja haitta-aineiden määritykseen, joita tarkennettiin Etelä-Savon ympäristökeskuksen suorittamien mittauksien perusteella. Alueella todettiin kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Kohonneiden pitoisuuksien takia jatkettiin tarkennettuun arviointiin, missä laajoilla mittauksilla saatiin tarkkoja tietoja alueen pilaantuneisuudesta ja pilaantunut alue pystyttiin rajaamaan tarkasti. Suur-Savon Sähkö Oy:llä on vielä edessä alueen varsinainen kunnostusprosessi sekä sen riskinarviointi. Tähän asti suoritetun pilaantuneisuuden arvioinnin ollessa hyvin tehty ja siitä saatujen tuloksien ollessa tarkasti selvillä, ei riskinarvioinnin suorittamisen jälkeen, kunnostusprosessivaiheessa, pitäisi tulla vastaan yllätyksiä. Jos näin tapahtuu Suur-Savon Sähkö Oy todistaa, että hyvin tehdyllä pohjatyöllä vältytään samalla yllätyksiltä myöhemmissä vaiheissa sekä, yleensä yrityksen näkökulmasta tärkeiltä, lisäkustannuksilta.

LÄHTEET

A 22.12.1993/1390. Jäteasetus. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931390

Ahola, M. (Ympäristöasiantuntija, Suur-Savon Sähkö Oy). 2008. Ei otsikkoa. [Yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottajat: Anne Saarinen. Lähetetty 1.2.2008.

Haavisto T. & Silvola M. 2007. Valtakunnallinen maaperän tilan tietojärjestelmä. Ympäristö ja Terveys-lehti, 38:6. s. 8-12. ISSN 0358-3333.

Groundia Oy. 2008. Suur-Savon Sähkö Oy:n Juvan pylväskyllästämö. Power Point-esitys aiheesta.

L 4.2.2000/86. Ympäristönsuojelulaki. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086

L 3.12.1993/1072. Jätelaki. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931072

Mroueh, U-M., Järvinen, H-L. & Lehto O. 1996. Saastuneiden maiden tutkiminen ja kunnostus. Helsinki: TEKES, Teknologiakatsaus 47/96.179 s. ISSN 951-53-0743-0.

Pajukallio, A-M. 2007. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista [verkkodokumentti]. Päivitetty 20.2.2007 [viitattu 5.4.2008]. Saatavissa pdf-tiedostona: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=64055&lan=FI

Pellinen, J., Sorvari, J. & Soimasuo, M. 2007. Pilaantuneen maaperän ekologinen riskinarviointi [verkkodokumentti]. Helsinki 2007 [viitattu 5.4.2008] Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus. 116 s. Saatavissa pdf-tiedostona: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=68589&lan=fi

Porin vesi. 2000. Painovoimamittaukset [verkkodokumentti]. Päivitetty 31.1 2000 [viitattu 6.4.2008]. Saatavissa: http://www.pori.fi/ves/karjaranta/Painovoimamittauk-

set/painovoimamittaukset.html

Pyrylä, R. 2008. Maaperän pilaantuneisuuden/saastuneisuuden vaikutus maankäytön suunnitteluun. Päivitetty 31.1.2008. s. 41. Luentomateriaalia Ympäristövaikutusten arviointi kurssilta. Teknillinen korkeakoulu, Espoo.

Reinikainen, Jussi. 2007a. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointikäytäntö. Ympäristö ja Terveys-lehti, 38:6. s.14-21. ISSN 0358-3333

Reinikainen, Jussi. 2007b. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteet [verkkodokumentti]. Julkaistu syyskuussa 2007 [viitattu 5.4.2008]. Suomen ympäristökeskus. 168 s. ISBN 978-952-11-2731-1 (nid.), ISBN 978-952-11-2732-8 (PDF), ISSN 1238-7312 (pain.), ISSN 1796-1637 (verkkoj.) Saatavissa pdf-tiedostona: http://www.environment.fi/download.asp?contentid=75020&lan=fi

Sarkkila, Mroueh & Leino-Forsman. 2004. Pilaantuneen maan kunnostaminen ja laadunvarmistus. Helsinki: Edita Prima Oy. 133 s. ISBN 952-11-1600-5.

Sorvari, J. & Assmuth T. 1998. Saastuneiden alueiden riskinarviointi – mitä, miksi, miten. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 148 s. ISBN 952-11-0408-2.

Suomen kuntaliitto. 2001. Saastunut maaperä - kunnan vastuu, toimintamallit ja rahoitusmahdollisuudet (1 Johdanto) [verkkodokumentti]. Päivitetty 31.1.2001 [viitattu 5.4.2008]. Saatavissa: www.kunnat.net/attachment.asp?path=1;29;356;24919;42558;43465

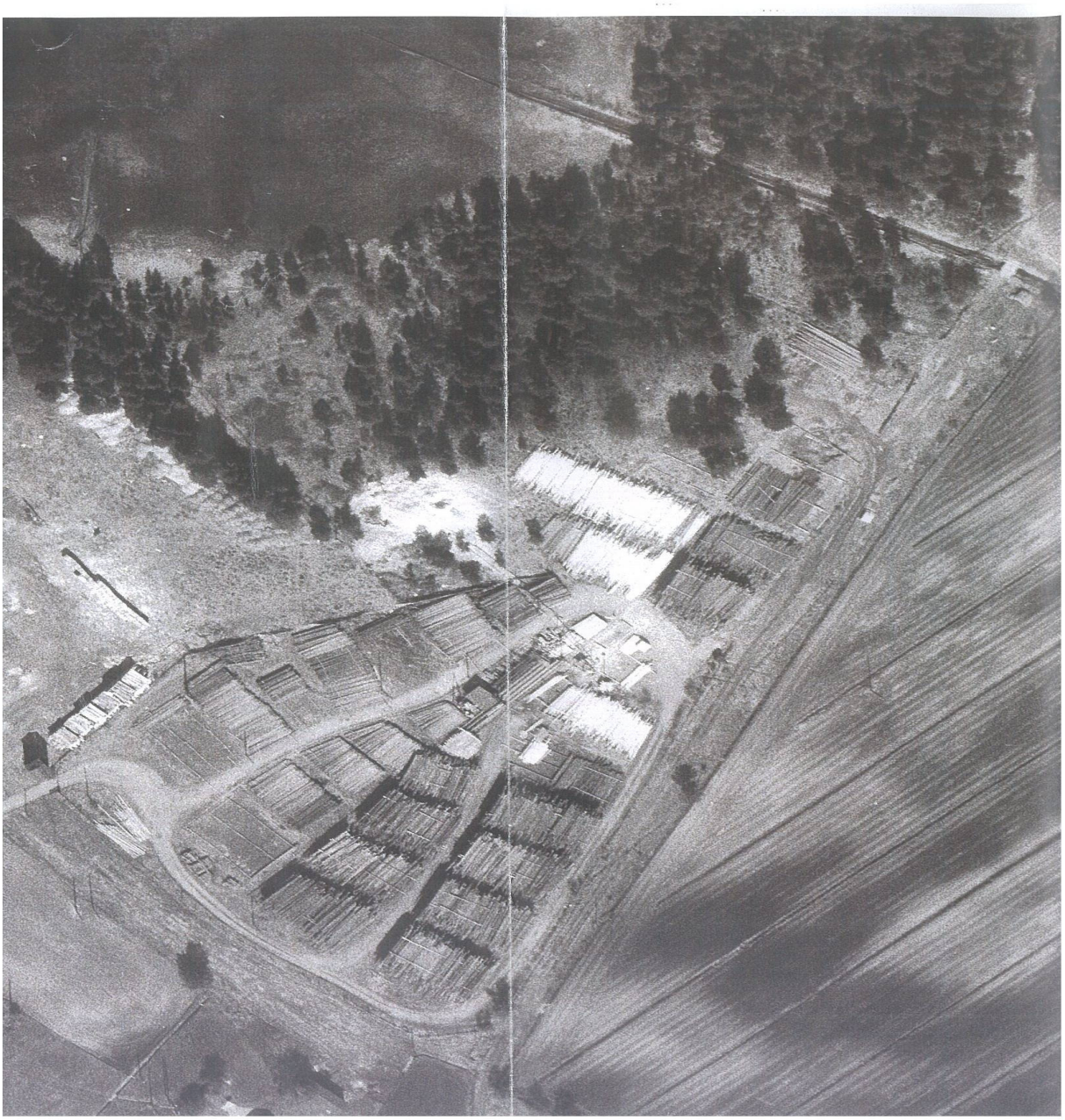
Suomen ympäristökeskus. 2008. Maaperän tilasta koottu tietoa [verkkodokumentti]. Päivitetty 2.1.2008 [viitattu 17.3.2008]. Saatavissa: http://www.environment.fi/default.asp?contentid=261129&lan=fi&clan=fi

Vaara, Rauno. 2007. Geofysikaalinen Prospektointi [verkkodokumentti]. Julkaistu 2007 [viitattu 6.4.2008]. Saatavissa pdf-tiedostona: http://www.muuritutkimus.com/eura1/EURA-K%D6YLI%D6%2520PROSPEKTOINTI%25202006.pdf

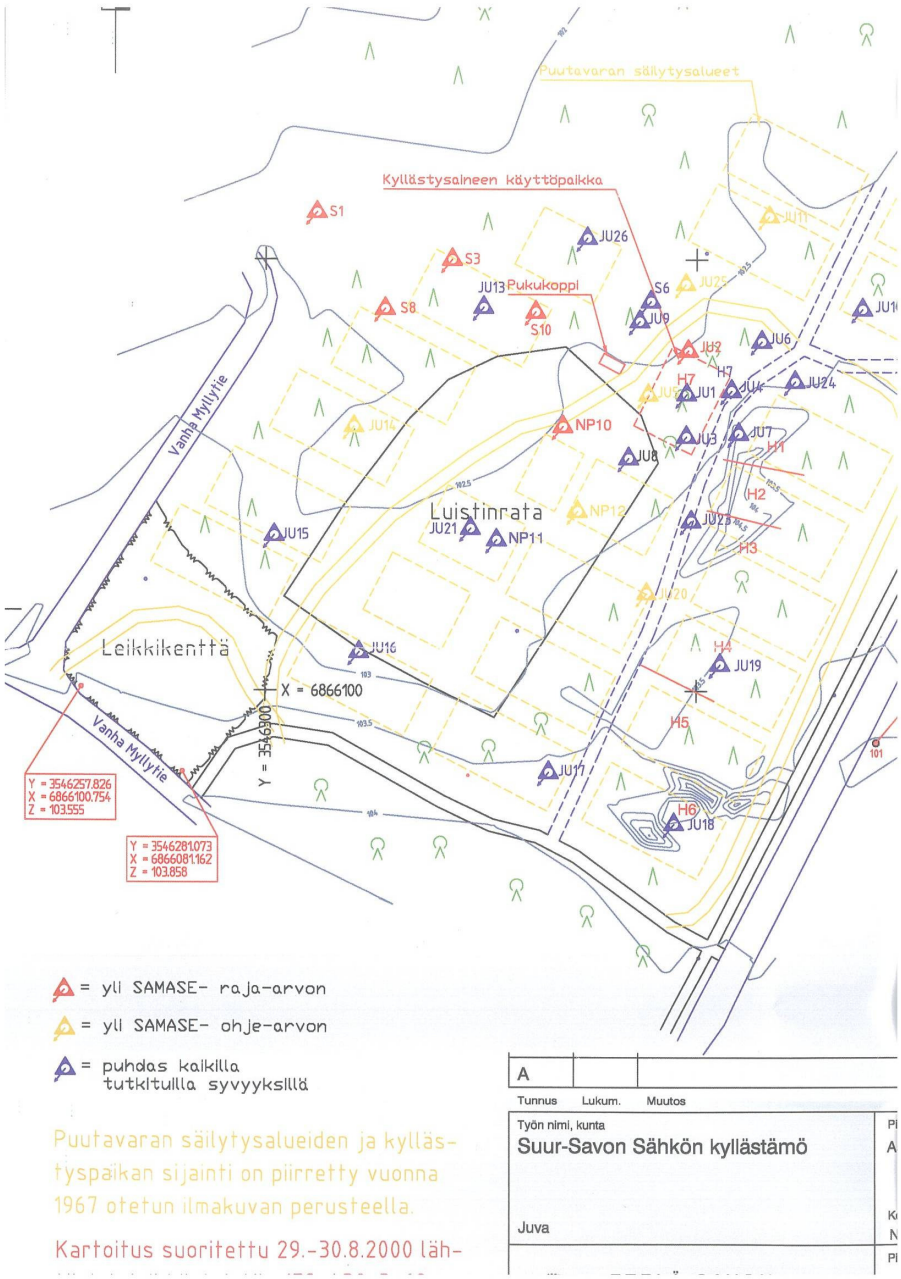
VNa 1.6.2007/214. Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214

Ympäristöministeriö. 2007. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi [verkkodokumentti]. Helsinki [3.3.2008]. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007. Ympäristöministeriö: Ympäristönsuojeluosasto. 210 s. ISBN 978-952-11-2726-7 (PDF). Saatavissa pdf-tiedostona: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=69290&lan=fi

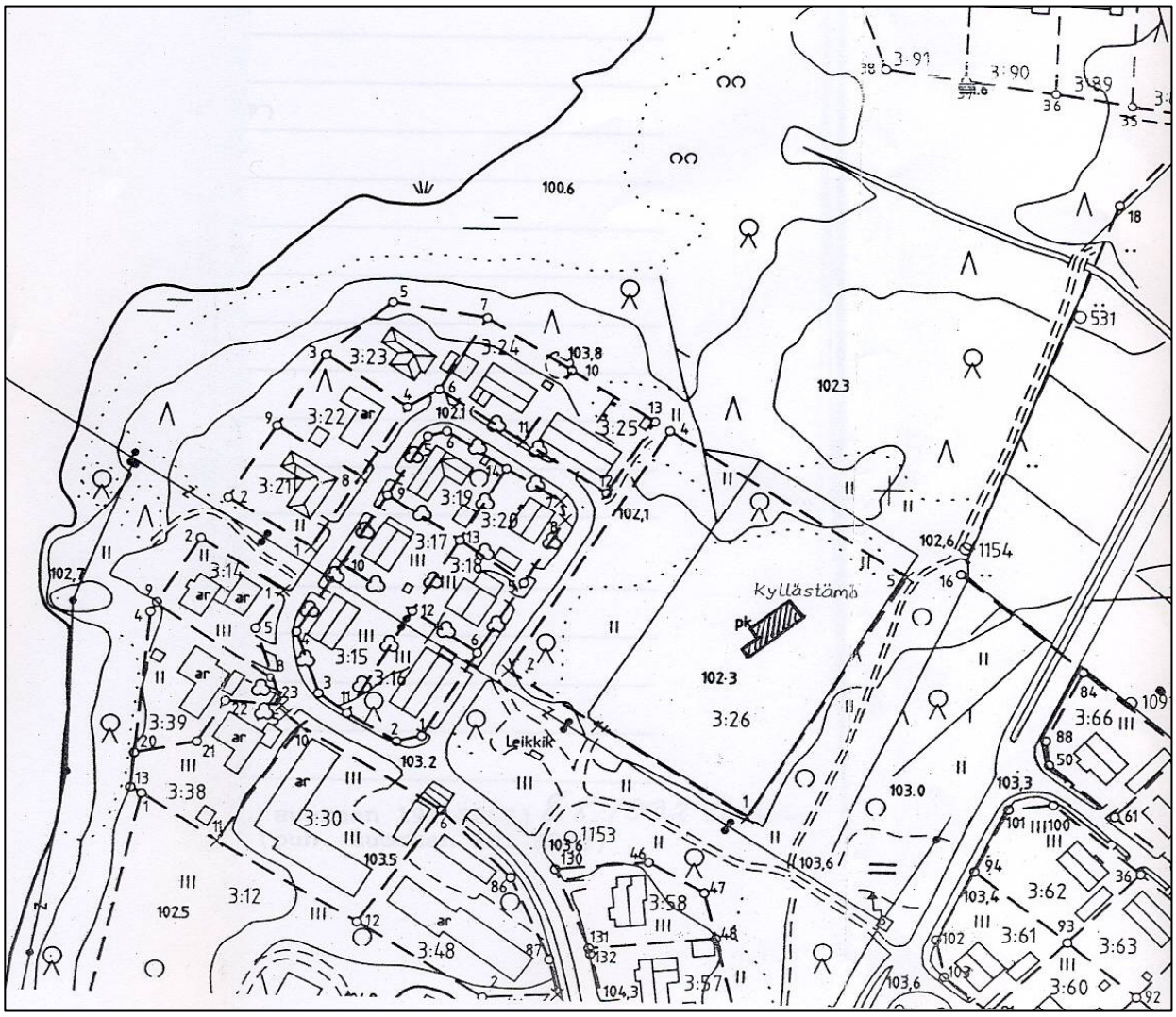
Liite 1. Ilmakuva kyllästämöalueelta vuodelta 1967 (Suur-Savon Sähkö Oy)



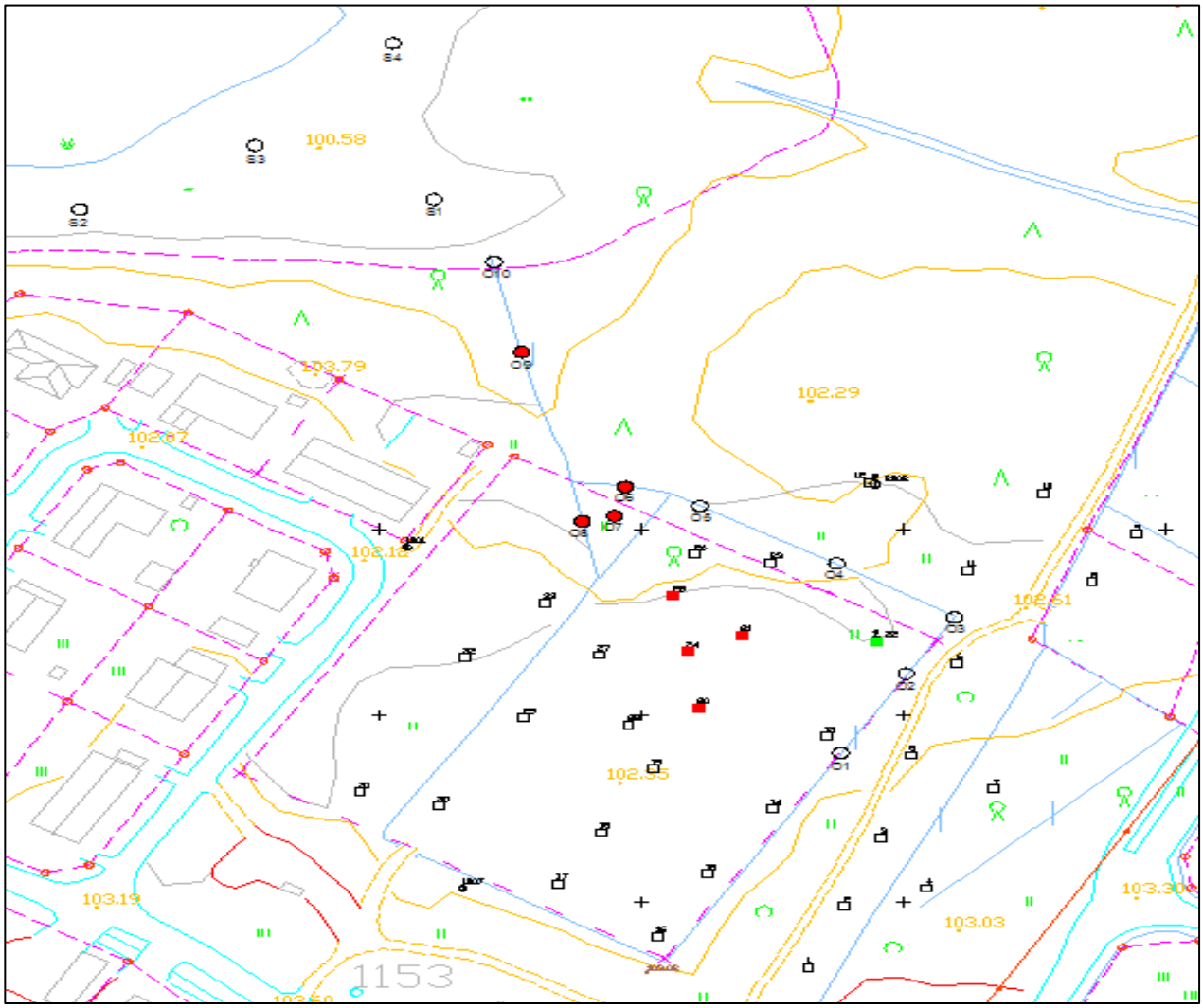
Liite 2. Etelä-Savon ympäristökeskuksen suorittamat näytteenotot (Suur-Savon Sähkö Oy 2000)



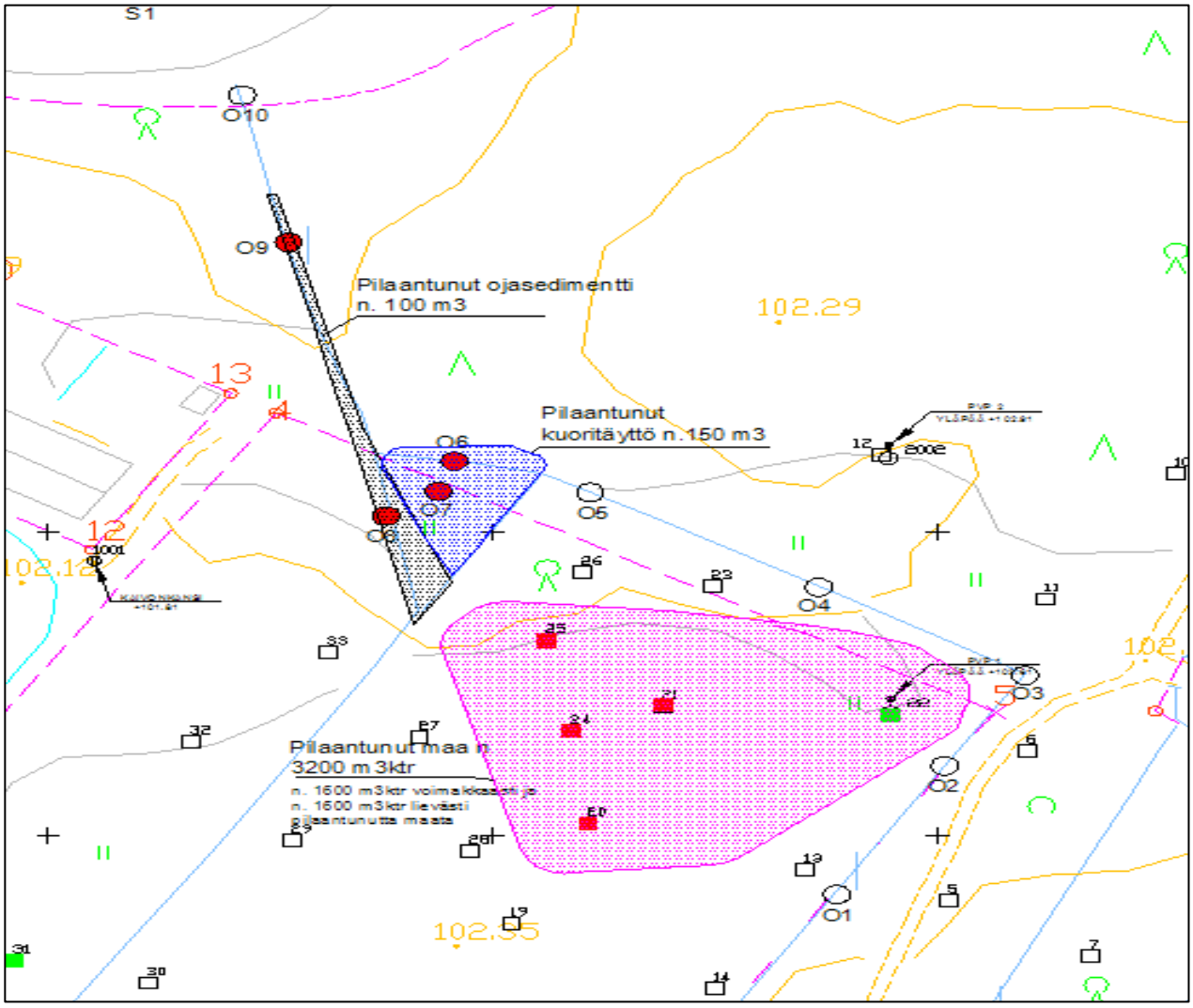
Liite 3. Kyllästämön sijainti asutukseen nähden (Suur-Savon Sähkö Oy 2008)



Liite 4. Suur-Savon Sähkö Oy:n ja Groundia Oy:n näytteenottopisteet (Suur-Savon Sähkö Oy 2008)



Liite 5. Pilaantuneisuuden rajaus (Suur-Savon Sähkö Oy 2008)



Liite 6. Maaperän pilaantuneisuuden laboratoriotutkimukset 2007-2008 (Groundia Oy 2008)

10073 Suur Savon Sähkö Oy, Juvan entinen kyllästämöalue **Maaperän pilaantuneisuuden tutkimukset** Näytteenotto 29.-30.10.2007 ja 9.1.2008 Näytteenottaja Velimatti Mäklin Pitoisuudet mg/kg (tyhjä tulosruutu = pitoisuus alle määritysrajan)		**Raskasmetallit** **Kenttätestit, Niton XRF-analysaattori**					
			Pb	**Zn**	**As**	**Cu**	**Cr**
Tutkimuspiste ja syvyys (cm)	Maalaji + huomiot	**Alempi ohjearvo** **Ylempi ohjearvo**	**200** **750**	**250** **400**	**50** **100**	**150** **200**	**200** **300**
KK1	Kotitien puoli						
0-10	hm pinnassa, Hk						
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk			46			
70-100	siHk, 1,2m-> märkää						
KK2	Kotitie						
0-10	hm pinnassa, Hk						
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk						
70-100	siHk						
KK3	Kotitie						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk, vanha maanpinta						
70-100	siHk						
KK4	Kotitie						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk						
70-100	siHk		35				
KK5	Kotitie						
0-10	hm, Hk				10	52	
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk						
70-100	siHk			40			
KK6	Kotitie						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk						
70-100	siHk						
KK7	Kotitie						
0-10	hm, Hk		12			138	
10-40	Hk/siHk		13			107	
40-70	siHk						
70-100	siHk						
KK8	Kotitie						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk						
70-100	siHk						
KK9	Kotitie						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk						
70-100	siHk						
KK10	Kentän pohj.pääty						
0-10	hm				17		
10-40	Hk/siHk						
40-70	siHk, si						
70-100	siHk, si, kostea			118			
KK11	Kentän pohj.pääty						
0-10	hm, juuria						
10-40	Hk, siHk						

(jatkuu)

10073 Suur Savon Sähkö Oy, Juvan entinen kyllästämöalue **Maaperän pilaantuneisuuden tutkimukset** Näytteenotto 29.-30.10.2007 ja 9.1.2008 Näytteenottaja Velimatti Mäklin Pitoisuudet mg/kg (tyhjä tulosruutu = pitoisuus alle määritysrajan)		**Raskasmetallit** **Kenttätestit, Niton XRF-analysaattori**					
			Pb	**Zn**	**As**	**Cu**	**Cr**
Tutkimuspiste ja syvyys (cm)	Maalaji + huomiot	**Alempi ohjearvo** **Ylempi ohjearvo**	**200** **750**	**250** **400**	**50** **100**	**150** **200**	**200** **300**
40-70	siHk						
70-100	siHk, kostea						
KK12+PVP2	Kentän pohj.pääty						
0-10	hm				25		
10-40	siHk						
40-70	siHk			40		73	
70-100	siHk, kostea						
KK13	Pallokenttä						
0-10	Sr						
10-40	Hk						
40-70	Hk						
70-100							
100-150	Hk, märkä			52			
KK14	Pallokenttä						
0-10	Hm,Hk						
10-40	Hk			64			
40-70	Hk						
70-100	Hk, märkä, vettä kaivannossa						
KK15	Pallokenttä						
0-10	Hm,Hk		15				
10-40	Hk						
40-70	Hk						
70-100	Hk, märkä, vettä kaivannossa			102			
KK16	Pallokenttä						
0-10	Hm,Hk						
10-40	siHk						
40-70	siHk						
70-100	si, sasi, kostea						
KK17	Pallokenttä						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk						
40-70	Hk, siHk			55			
70-100	siHk, kostea						
KK18	Pallokenttä						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk						
40-70	Hk					107	
70-100	siHk, kostea						
KK19	Pallokenttä						
0-10	hm, Hk			47			
10-40	Hk			58			
40-70	Hk, siHk						
70-100	siHk, kostea						
KK20	Pallokenttä						
0-10	hm, Hk						
10-40	siHk, Hk				19		
40-70	hk, siHk				34	68	
70-100	hk, siHk				**230**	70	
100-150	hk, siHk				**70**	81	
150-180	hk, siHk				34	**223**	
180-220	hk, siHk					140	**510**
220-270	hk, siHk			110			
KK21	Pallokenttä						

(jatkuu)

10073 Suur Savon Sähkö Oy, Juvan entinen kyllästämöalue Maaperän pilaantuneisuuden tutkimukset Näytteenotto 29.-30.10.2007 ja 9.1.2008 Näytteenottaja Velimatti Mäklin Pitoisuudet mg/kg (tyhjä tulosruutu = pitoisuus alle määritysrajan)		Raskasmetallit Kenttätestit, Niton XRF-analysaattori					
			Pb	Zn	As	Cu	Cr
Tutkimuspiste ja syvyys (cm)	Maalaji + huomiot	Alempi ohjearvo Ylempi ohjearvo	200 750	250 400	50 100	150 200	200 300
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk				29		
40-70	Hk, siHk						
70-100	siHk, kostea				113	67	
KK22+PVP1	Pallokenttä						
0-10	hm, Hk				65	55	
10-40	Hk/Mr		68	53	95		
40-70	tumma kerros, puuta, humus				17		
70-100	siHk						
300-350	si, kostea						
KK23	Kentän pohj.pääty						
0-10	hm				22		
10-40	Hk, siHk						
40-70	siHk			44			
70-100	siHk,si, märkä						
KK24	Pallokenttä						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk						
40-70	Hk, siHk			48	87	100	
70-100	siHk				1221	250	695
100-150	siHk, kostea			124	450	263	915
150-200	siHk, märkä				196	85	
200-250	siHk, märkä				405	252	
250-300	siHk, märkä				314	227	
300-350	siHk, märkä				225		
350-400	siHk, märkä				353	175	
KK25	Vanha Myllytien puoli						
0-10	hm, Hk						
10-40	Hk, siHk			57			
40-70	tumma kerros, puuta, juuria				171	191	181
70-100	siHk, kostea				39		
100-150	siHk, kostea, vettä kaivannossa				32	200	
150-200	siHk, kostea, vettä kaivannossa						
KK26	Vanha Myllytien puoli						
0-10	hm, juuria						
10-40	hm, Hk, juuria						
40-70	Hk, juuria						
70-100	Hk, siHk				16		
KK27	Pallokenttä						
0-10	Hk, pintakasvillisuutta						
10-40	Hk				28		
40-70	Hk						
70-100	siHk, kostea						
100-150	siHk, kostea						
KK28	Pallokenttä						
0-10	Hk, hm				38		
10-40	Hk						
40-70	Hk						
70-100	Hk						
100-150	siHk, märkä						
KK29	Pallokenttä						
0-10	Hk						
10-40	Hk			48			
40-70	Hk						
70-100	Hk, kostea						

(jatkuu)

10073 Suur Savon Sähkö Oy, Juvan entinen kyllästämöalue **Maaperän pilaantuneisuuden tutkimukset** Näytteenotto 29.-30.10.2007 ja 9.1.2008 Näytteenottaja Velimatti Mäklin Pitoisuudet mg/kg (tyhjä tulosruutu = pitoisuus alle määritysrajan)		**Raskasmetallit** **Kenttätestit, Niton XRF-analysaattori**					
			Pb	**Zn**	**As**	**Cu**	**Cr**
Tutkimuspiste ja syvyys (cm)	Maalaji + huomiot	**Alempi ohjearvo** **Ylempi ohjearvo**	**200** **750**	**250** **400**	**50** **100**	**150** **200**	**200** **300**
100-150	siHk, kostea			70			
150-200	siHk, märkä			69			
KK30	Pallokenttä						
0-10	Hk					80	
10-40	Hk, siHk						
40-70	Hk, siHk			47			
70-100	siHk, kostea						
KK31	Vanha Myllytien puoli						
0-10	hm, Hk				**65**	85	
10-40	siHk						
40-70	siHk						
70-100	siHk						
KK32	Vanha Myllytien puoli						
0-10	hm, Hk			60			
10-40	siHk						
40-70	siHk			57			
70-100	si, kostea						
KK33	Vanha Myllytien puoli						
0-10	hm			43			
10-40	hm/Hk						
40-70	hk/siHk			46			
70-100	Hk, siHk, kostea						
	Näytteenotto 9.1.2008						
O1	Kentän koillispäädyn ojasto						
0-10	hm						
10-40	Hk, siHk						
O2	Kentän koillispäädyn ojasto						
0-15	hm						
15-40	siHk, juuria						
O3	Kentän koillispäädyn ojasto						
0-15	hm						
15-40	siHk, vähän hm						
O4	Kentän koillispäädyn ojasto						
0-10	hm, puutavaraa pinnassa						
10-40	siHk, juuria						
O5	Kentän koillispäädyn ojasto						
0-10	hm						
10-40	siHk						
O6	Kentän koillispäädyn ojasto						
0-15	hm				**215**		
15-40	siHk				37		
O7	Kentän pohjoiskulman kosteikko						
0-15	Kuorta				**232**		
O8	Kentän pohjoiskulman kosteikko						
0-15	hm, kasvustoa				**355**		
15-40	hm, siHk				**128**		
O9	Kuhalammen laskuoja						
0-15	hm, Hk, kasvustoa				**125**		
15-40	hm, juuria						

(jatkuu)

(liite 6 jatkoa)

10073 Suur Savon Sähkö Oy, Juvan entinen kyllästämöalue **Maaperän pilaantuneisuuden tutkimukset** Näytteenotto 29.-30.10.2007 ja 9.1.2008 Näytteenottaja Velimatti Mäklin Pitoisuudet mg/kg (tyhjä tulosruutu = pitoisuus alle määritysrajan)		**Raskasmetallit** **Kenttätestit, Niton XRF-analysaattori**					
			Pb	**Zn**	**As**	**Cu**	**Cr**
Tutkimuspiste ja syvyys (cm)	Maalaji + huomiot	**Alempi ohjearvo** **Ylempi ohjearvo**	**200** **750**	**250** **400**	**50** **100**	**150** **200**	**200** **300**
O10	Laskuojan loppupää						
0-10	hm				30		
10-40	hm						
S1	Kuhalammen pohjasedimentti						
0-20	hm n. 5cm, siHk						
20-50	siHk						
S2	Kuhalammen pohjasedimentti						
0-20	hm 5cm, siHk						
20-50	siHk						
S3	Kuhalammen pohjasedimentti						
0-20	hm, siHk						
20-40	siHk						
S4	Kuhalammen pohjasedimentti						
0-20	hm, siHk				25		
0-50	siHk						