



**Aalto-yliopisto**  
Insinööritieteiden  
korkeakoulu

Oona Niiranen

**PILAANTUNEIDEN MAA-AINESTEN PAIKALLINEN  
HYÖDYNTÄMINEN KESTÄVÄN KAUPUNKIYMPÄRISTÖN  
TAVOITTELUSSA**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 25.11.2016

Valvoja: Professori Jaana Sorvari

Ohjaajat: TkT Eeva Säynäjoki ja FM Kimmo Järvinen

---

**Tekijä** Oona Niiranen

---

**Työn nimi** Pilaantuneiden maa-ainesten paikallinen hyödyntäminen kestävän kaupunkiympäristön tavoittelussa

---

**Laitos** Rakennetun ympäristön laitos

---

**Pääaine** Vesi- ja ympäristötekniikka

---

**Koodi** R3005

---

**Työn valvoja** Professori Jaana Sorvari

---

**Työn ohjaajat** TKT Eeva Säynäjoki ja FM Kimmo Järvinen

---

**Päivämäärä** 25.11.2016

---

**Sivumäärä** 108

---

**Kieli** suomi

---

### Tiivistelmä

Pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinnassa syntyvää ympäristökuormitusta pyritään rajoittamaan noudattaen kestävän kunnostuksen periaatteita. Kestävyyttä arvioitaessa rakennushankkeen ympäristö-, kustannus- ja sosiaaliset vaikutukset ovat määrääviä tekijöitä. Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostukset toteutetaan Suomessa edelleen pääosin massanvaihdolla. Kaivetut pilaantuneet maa-aineet on totuttu Suomessa vieämään ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin, esimerkiksi kaatopaikoille.

Diplomityössä tutkittiin elinkaariajattelun periaatteita noudattaen pilaantuneiden maa-ainesten paikallisen hyödyntämisen ympäristö- ja kustannusvaikutuksia verrattuna tilanteeseen, jossa pilaantuneet maa-aineet olisi sijoitettu ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin. Työssä tutkittiin myös pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen toimintaympäristön mahdollisuuksia ja rajoitteita. Hyödyntämisen ympäristövaikutukset selvitettiin tapaustutkimuksella kolmesta eri kohteesta kahdella eri laskentamenetelmällä, Suomen Ympäristökeskuksen julkaisemalla PIRTU-ekotehokkuustyökalulla ja Yhdysvaltojen ympäristöviranomaisen (U.S. EPA) julkaisemalla SEFA-laskentatyökalulla. Kustannusvaikutukset määritettiin kahdesta eri kohteesta yhdellä laskentamenetelmällä. Toimintaympäristöön liittyviä näkemyksiä tutkittiin alan parissa työskenteleville lähetetyllä kyselyllä.

Diplomityön tulosten mukaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen vähensi kunnostustoimien energian kulutusta, ilmapäästöjä, neutraalisen maa-aineksen käyttöä ja kaatopaikalle viedyn jätteen määrää. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen vähensi myös kustannuksia molemmissa tutkimuskohteissa. Kyselytutkimuksen tulosten mukaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen nähdään alalla työskentelevien parissa myönteisenä. Haasteita hyödyntämiseen aiheuttavat kuitenkin hankalaksi nähty ympäristölupaprosessi, viranomaisten asenteet ja sekava lainsäädäntö.

Työn johtopäätöksenä todetaan, että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen oli tapaustutkimuksen kohteissa kannattavaa sekä kustannusten että ympäristövaikutusten kannalta. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen edistämiseksi tarvitaan selkeä ohjeistus hyödyntämisessä sallituista haitta-aineista, sopivista hyödyntämispaikoista sekä hyödyntämisprosessin läpiviennistä. Lisäksi tarvitaan systemaattisia selvityksiä hyödyntämisen hyödyistä ja haitoista.

---

**Avainsanat** Pilaantunut maa, hyödyntäminen, elinkaariarviointi, kestävä kehitys

---

---

<b>Author</b> Oona Niiranen		
<b>Title of thesis</b> Contaminated soil reuse in the pursuit of sustainable urban environment		
<b>Department</b> Department of Built Environment		
<b>Professorship</b> Water and Environmental Engineering	<b>Code</b> R3005	
<b>Thesis supervisor</b> Professor Jaana Sorvari		
<b>Thesis advisors</b> PhD Eeva Säynäjoki and M.Sc. Kimmo Järvinen		
<b>Date</b> 25.11.2016	<b>Number of pages</b> 108	<b>Language</b> Finnish

---

### Abstract

Contaminated site risk management activities are intended to handle according to the principles of sustainable remediation. Three main components of sustainable remediation are environmental effects with social and economic aspects. In Finland remediations of contaminated soils have usually been carried out by soil excavation and landfill deployment.

This thesis studies environmental effects and cost effects of local reuse of contaminated soil using a life cycle approach. Reuse of contaminated soils is compared with landfilling. The thesis also studies the operational environment related to the reuse of contaminated soils. The aim was to find out the main challenges and incentives involved in the reuse process. Environmental effects were studied by three different case studies and using two calculation tools: PIRTU by the Finnish Environmental Institute and SEFA by the U.S. Environmental Protection Agency. Cost effects were studied by two cases and using a single calculation method. A questionnaire study was conducted to find out experts' views related to the operational environment.

According to the results, reuse of contaminated soils reduced the use of fuel, emissions to air, use of virgin soils and amount of soils placed in landfills in all the three cases. Reuse of contaminated soils also halved the costs in the two studied cases. The respondents of the inquiry favored the reuse of contaminated soils. The process of reusing contaminated soil is, however considered difficult. Challenges mainly occur in the environmental permit process. Also, legislative barriers and authorities' attitudes are seen to cause troubles.

As a conclusion, reusing contaminated soils in the studied case sites was profitable, when considering environmental and cost effects. In order to reuse contaminated soil more commonly, clear instructions for suitable areas and acceptability of contaminants in the soil should be given. Furthermore, the process of applying for an environmental permit should be clearer and more predictable. More systematic research on the pros and cons of reusing contaminated soils should be conducted.

---

**Keywords** Contaminated soil, reuse, life cycle assessment, sustainability

---

## Alkusanat

*Tämä diplomityö tehtiin työnantajani Ramboll Finland Oy:n ja Helsingin kaupungin rakennusviraston toimeksiannosta. Ennen työn aloitusta vietin talven katsellen kymmeniä tonneja pilaantunutta maa-ainesta kuljetettavan yli sadan kilometrin päähän kaatopaikoille. Kun diplomityön teon aloitus oli käsillä kesäkuussa 2016, motivaationi tutkia ympäristöystävällisempää ja taloudellisempaa kunnostustapaa oli suuri. Nyt marraskuussa 2016 on huojentavaa todeta, että motivaatio pysyi suurena koko työn teon ajan.*

*Haluan esittää kiitokset professori Jaana Sorvarille, joka toimi työni valvojana. Lisäksi haluan suuresti kiittää työn ohjaajia Eeva Säynäjokea ja Kimmo Järvistä, jotka tarjosivat sparrausta ja ohjausta diplomityön teon ajan.*

*Haluan vielä kiittää työnantajaani Ramboll Finland Oy:tä ja Helsingin kaupungin rakennusvirastoa työni rahoittamisesta. Lisärahoitusta sain vielä Maa- ja vesitekniikan tuki ry:ltä, Maaperän tutkimus- ja kunnostusyhdistys MUTKU ry:ltä ja Suunnittelu- ja konsulttiyritykset SKOL ry:ltä stipendien muodossa. Kiitos.*

*Opiskeluajastani haluan kiittää Rakennusinsinöörikiltaa ja kaikkia sen jäseniä, joita ilman viimeiset kuusi vuotta olisivat olleet paljon tylsempiä. Lopuksi haluan lähettää erityiskiitokset tuesta ja kannustuksesta perheelleni, parhaille ystäväilleni ja erityisesti Mikolle: olette olleet korvaamattomia.*

Helsingissä 25.11.2016

Oona Niiranen

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
Sisällysluettelo.....	5
Merkinnät ja lyhenteet .....	7
1 Johdanto.....	8
1.1 Työn tausta.....	8
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus .....	9
1.3 Työn rakenne.....	10
2 Teoria.....	11
2.1 Pilaantuneet maa-alueet .....	11
2.1.1 Pilaantuneisuuden määrittely .....	11
2.1.2 Muodostuminen ja massamäärät .....	12
2.2 Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen .....	13
2.2.1 Hyödyntäminen Suomessa .....	14
2.2.2 Hyödyntäminen ulkomailla .....	16
2.3 Yleisimmät pilaantuneissa maissa esiintyvät haitta-aineet .....	16
2.3.1 Metallit .....	17
2.3.2 PAH-yhdisteet .....	17
2.3.3 Muut orgaaniset yhdisteet .....	17
2.4 Pilaantuneiden maa-ainesten geotekniset ominaisuudet .....	18
2.5 Lainsäädäntö.....	19
2.5.1 Ympäristönsuojelulaki .....	19
2.5.2 Jätelaki .....	23
2.5.3 Maankäyttö- ja rakennuslaki .....	24
2.6 Valtakunnalliset strategiat .....	26
2.7 Pilaantuneet maat ja kestävä kehitys .....	27
2.8 Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostus .....	28
2.9 Elinkaarimetodiikka pilaantuneiden maiden tarkastelussa .....	30
3 Tapaustutkimus .....	32
3.1 Aineistot ja menetelmät .....	32
3.2 Tarkastellut hyödyntämiskohteet.....	32
3.2.1 Vuosaaren meluste.....	34
3.2.2 Jätkäsaaren Hyväntoivonpuisto .....	36
3.2.3 Ida Aalbergin puisto .....	38
3.3 Ympäristövaikutusten laskenta.....	40
3.3.1 SEFA, Spreadsheets for Environmental Footprint Analysis.....	40
3.3.2 PIRTU-ekotehokkuustyökalu.....	41
3.3.3 Ympäristövaikutuslaskennan periaatteet ja rajaukset.....	43
3.4 Kustannuslaskenta .....	46
4 Kyselytutkimus .....	47
4.1 Kyselytutkimuksen tavoite.....	47
4.2 Aineiston keruu .....	47
4.3 Tulosten analysointi.....	48
5 Tapaustutkimuksen tulokset .....	49
5.1 Tulosten esitys .....	49

5.2	Kustannukset .....	49
5.2.1	Vuosaaren meluste .....	49
5.2.2	Jätkäsaaren Hyvätoivonpuisto .....	50
5.3	Ympäristövaikutukset .....	50
5.3.1	Energian käyttö .....	51
5.3.2	Ilmapäästöt .....	51
5.3.3	Käytetyn maa-aineksen määrä .....	53
5.3.4	Kasvihuonekaasupäästöjen ja energian käytön määrä suhteessa hyödynnettyyn maa-ainekseen .....	54
5.3.5	Loppusijoituskohteiden etäisyyden merkitys .....	55
5.4	Kohdekohtaiset tulokset .....	55
5.4.1	Vuosaaren meluste .....	55
5.4.2	Jätkäsaaren Hyvätoivonpuisto .....	57
5.4.3	Ida Aalbergin puisto .....	58
6	Kyselytutkimuksen tulokset .....	61
6.1	Saadut vastaukset .....	61
6.2	Hyödyntämishankkeiden yleisyys .....	61
6.3	Hyödyntämisen edut ja kannusteet .....	62
6.4	Soveltuvat hyödyntämiskohteet ja maa-ainesten sisältämät haitta-aineet .....	63
6.5	Hyödyntämiseen liittyvät haasteet .....	64
6.6	Avoimet vastaukset .....	66
7	Tulosten tarkastelu .....	68
7.1	Ympäristövaikutukset .....	68
7.1.1	Päästöjen paikkasidonnaisuus .....	69
7.1.2	Laskentatyökalujen vertailu .....	71
7.2	Kustannusvaikutukset .....	72
7.3	Toimintaympäristö .....	73
7.3.1	Hyödynnettävissä maa-aineksissa sallitut haitta-aineet .....	75
7.3.2	Hyödyntämiseen sopivat alueet .....	77
7.4	Tutkimuksen luotettavuuden arviointi .....	78
8	Johtopäätökset .....	80
	Lähdeluettelo .....	82
	Liitteet	

## Merkinntät ja lyhenteet

AOX	Adsorboituvat orgaaniset halogeeniyhdisteet
BTEX	Bentseeni, tolueni, etyylibetseeni ja ksyleenit
CO	Hiilimonoksidi
CO <sub>2</sub>	Hiilidioksidi
COD	Kemiallinen hapen kulutus
DDT	Diklooridifenyylitrikloorietaani
JL	Jätelaki
LCA	Life Cycle Assessment, elinkaariarviointi
MAA	Valtioneuvoston asetus maa-ainesten ottamisesta
MAL	Maa-ainelaki
MARA	Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa
MATTI	Maaperän tilan tietojärjestelmä
MBTE	Metyylitertiäributyylieetteri
MRA	Maankäyttö- ja rakennusasetus
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
N <sub>2</sub> O	Dityppioksidi
NO <sub>x</sub>	Typen oksidit
PAH	Polyaromaattiset hiilivedyt
PCB	Polyklooratut bifenyylit
PIMA	Pilaantunut maa
PIRRE	Suomen ympäristökeskuksen pilaantuneen maaperän ja pohjaveden riskienhallintaratkaisujen ekotehokkuus -projekti
PIRTU	Suomen ympäristökeskuksen julkaisema ekotehokkuustyökalu
SAMASE	Ympäristöministeriön saastuneiden maa-alueiden selvitys -projekti
SEFA	U.S. EPA:n julkaisema ympäristöjalanjäljen laskentatyökalu Spreadsheets for environmental footprint analysis
SO <sub>2</sub>	Rikkidioksidi
SO <sub>x</sub>	Rikin oksidit
TAME	Tertiääriamyylimetyylieetteri
TBT	Tributyylitina
VnA	Valtioneuvoston asetus
VOC	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet
YSA	Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta
YSL	Ympäristönsuojelulaki
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi
YVAL	Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Ilmastonmuutos ja luonnonvarojen kestävä käyttö on aikamme suurimpia ympäristöongelmia. Esimerkiksi Kauppalehti ja YLE uutisoivat vuonna 2016 aiheesta seuraavasti:

*"Ilmastonmuutoksen haamuraja rikki: paluuta ei ole" (Kauppalehti 18.6.2016)*

*"Vuoden uusiutuvat luonnonvarat on nyt käytetty – nykykulutuksella tarvitsemme 1,6 maapalloa" (YLE 8.8.2016)*

Maailmanpankin (2016) mukaan kasvihuonekaasujen määrä ilmakehässä on noussut yli 40 % vuodesta 1990. Rakennusala tuottaa vuosittain 30 % globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä. Tästä 10–20 % on rakentamisvaiheen päästöjä. Rakennusala on myös vastuussa kolmanneksesta maapallon luonnonvarojen kulutuksesta ja tuottaa 40 % sekajätteestä. (UNEP 2009.) Maankäytön ja rakentamisen huolellisella suunnittelulla, jätteiden ja materiaalien kierrätyksellä sekä niiden uudelleenkäytöllä säästetään erityisesti luonnonvaroja, mutta samalla voidaan vähentää myös päästöjä ympäristöön. (UNEP 2012.) YK (2012) onkin kehottanut elinkaariajattelun omaksumista ja resurssitehokkuuden käytäntöjen toimeenpanemista osana jätteiden hallintaa ja käsittelyä. Myös ympäristöministeriö (2013) on esittänyt yhteiskuntasitoumuksessaan panostamista resurssiviisaaseen talouteen ja luonnonvarojen kestävään käyttöön.

Jätelaissa edellytetään jätteen määrän vähentämistä ja sen hyödyntämisen edistämistä. Koska kaivetut pilaantuneet maa-ainekset luokitellaan jätteeksi (JL 646/2011), niiden kaivu ja käsittely tulisi pyrkiä toteuttamaan jätehierarkian mukaisesti. Jätelain mukaisen etusijajärjestyksen mukaan jätteen määrän vähentäminen, sen uudelleenkäyttö ja kierrätyshähdollisyys tulisi selvittää aina ennen jätteen loppusijoitusta. Maankäytön suunnittelu liittyy tiiviisti pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen erityisesti kaavoituksen kautta. Kaavoituksen avulla pystytään muun muassa osoittamaan alueita pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiselle tai ohjaamaan maan käyttöä niin, ettei pilaantuneita maa-aineksia kaiveta tarpeettomasti.

Pilaantuneita maa-aineksia (PIMA) on syntynyt Suomessa eri syistä johtuen, joista yleisimpiä ovat pitkäaikaiset haitta-ainepäästöt, onnettomuudet ja jätteitä sisältävän maa-aineksen läjittäminen. Pilaantuneeksi epäiltyjä alueita, pilaantuneeksi todettuja tai jo kunnostettuja alueita on Suomessa yli 20 000. Tulevista kunnostuksista on arvioitu syntyvän yhteensä jopa 4 miljardin euron kustannukset. (Tuomainen ym. 2009; Pyy ym. 2013.) Suomen hallitus päätti hallitusohjelman strategisia tavoitteita toteuttavista kärkihankkeista syksyllä 2015. Kärkihankkeista *Kiertotalouden läpimurto ja puhtaat ratkaisut* sisältää pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuksen ja maa-ainekierrätyksen kokeiluohjelman. Maa-ainesten hyödyntämisen lisääminen ja resurssitehokkaan kiviaineshuollon prosessien kehittäminen ovat kokeiluohjelman välittömiä tavoitteita. Toimilla pyritään ekologisempaan rakentamistapaan vähentämällä päästöjä ja luonnonvarojen kulutusta. Valtioneuvoston kanslia 2016.)

Suomessa pilaantuneisiin maa-alueisiin ja niistä aiheutuviin ongelmiin alettiin kiinnittää tarkemmin huomiota 1980-luvulla, jolloin suoritettiin myös ensimmäisiä pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuksia. Tällä hetkellä Suomessa kunnostetaan vuosittain n. 250–



300 pilaantunutta maa-aluetta (Ympäristöministeriö 2015a). Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuksia tehdään tavallisesti pilaavan toiminnan loppuessa tai maankäytön muutoksen yhteydessä. On arvioitu, että tällä hetkellä tunnistettujen pilaantuneiden maa-alueiden kunnostus on toteutettu kokonaisuudessaan vasta noin sadan vuoden kulluttua. Maaperän kunnostaminen on tarpeellista aina, kun haitta-aineet aiheuttavat alueella merkittävän ympäristö- tai terveysriskin. (Vepsäläinen ym. 2016.) Toisaalta alueita kunnostetaan yleisesti myös rakentamisen takia. Pilaantuneiden maa-alueiden kestäväällä riskienhallinnalla voidaan edistää maankäytön suunnittelun ohjaustavoitteita, joiden mukaan tulee tavoitella kestävää kehitystä sekä luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä rakennettu ympäristö (Ympäristöministeriö 2016a).

Suomessa yleisin pilaantuneiden maiden kunnostusmenetelmä on massanvaihto. Pyyn ym. (2013) mukaan muilla menetelmillä kunnostetaan vain 10–15 kohdetta vuosittain. Massanvaihto menetelmänä sisältää usein pilaantuneiden maa-ainesten sijoittamisen kaatopaikalle. Tutkimuksissa massanvaihdon on todettu aiheuttavan eniten ei-toivottuja ympäristövaikutuksia verrattuna muihin kunnostusmenetelmiin (Lundén 2008; Cappuyns 2013). Pitkät kuljetusmatkat kaatopaikoille aiheuttavat päästöjä samalla kun korvaavia maa-aineksia tuodaan maanottoaikoilta maarakentamiseen.

Maarakentamisen kestävyuden keskeisenä osatekijänä voidaan pitää luonnonvarojen käyttöä, ja massavirtojen tarkastelu on keino niiden hallitsemiseen (Nerg 2008). Esimerkiksi Helsingissä pilaantumattomien maa-ainesten hallinnalla on saatu hyviä tuloksia. Vuosien 2010–2015 välillä maankaatopaikoille vuosittain kuljetettujen pilaantumattomien maa-ainesjätteiden määrä laski 500 000 tonnista lähelle nollaa. (Suominen 2015.) Myös pilaantuneiden maa-ainesten hallinnasta tulee kestävämpää, kun vähennetään neitseellisen rakennusaineen käyttöä ja maa-ainesten kuljetuksia. Kaivettuja pilaantuneita maa-aineksia voidaan ja tulisi hyödyntää maarakentamisessa, kun suojaavat eristyskerrokset suunnitellaan ja rakennetaan laadukkaasti (Järvinen ym. 2010). Vaikka pilaantuneita maa-aineksia on hyödynnetty kaatopaikoilla muun muassa peittorakenteissa, hyödyntäminen muualla on ollut vähäistä (Suomen ympäristökeskus 2008).

## **1.2 Työn tavoitteet ja rajaus**

Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen etuja jo kunnostetuissa kohteissa ei ole Suomessa tutkittu systemaattisesti. Tutkimustyön perustana oli työn tilaajien tarve selvittää pilaantuneiden maa-ainesten paikallisen hyödyntämisen todellisia kustannuksia ja ympäristövaikutuksia. Samalla nousi esiin tarve tunnistaa keskeiset hyödyntämistä edistävät ja hankaloittavat tekijät. Diplomityössä pyrittiin vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä ympäristövaikutuksia pilaantuneiden maa-ainesten paikallisella hyödyntämisellä on, ja mikä on niiden suuruusluokka?
2. Mitä kustannusvaikutuksia pilaantuneiden maa-ainesten paikallisella hyödyntämisellä on, ja mikä on niiden suuruusluokka?
3. Mitkä toimintaympäristön tekijät rajoittavat tai kannustavat pilaantuneiden maa-ainesten paikallista hyödyntämistä?

Tässä diplomityössä pilaantuneilla maa-aineksilla tarkoitetaan maa-aineksia, joissa haitta-aineiden pitoisuudet ovat yli valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 määriteltyjen alempien ohjearvojen. Paikallisella hyödyntämisellä tarkoitetaan tässä diplomityössä sellaista maa-ainesten hyödyntämistä, joka tapahtuu jonkin tietyn rajatun alueen, esi-

merkiksi suunnittelualueen tai kaupungin sisällä. Hyödyntämisen tulee myös olla lähtöisin selkeästä maa-aineksen tarpeesta, ei tarpeesta etsiä loppusijoituspaikka pilaantuneille maille.

Termi "ympäristövaikutukset" on erittäin laaja sisältäessään lukemattoman määrän erilaisia vaikutuksia ympäristön tilaan. Aiheen käsittelyä rajattiin koskemaan vain pilaantuneen maa-aineksen käsittelyyn liittyviä, aiempien tutkimusten (mm. Lunden 2008; Lemming ym. 2010b) mukaan merkittävimpiä ympäristövaikutuksia, kuten työkoneiden ja kuljetusten aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Koska pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen ei lähtökohtaisesti saa heikentää ympäristön tilaa, merkittävimmät ympäristövaikutukset aiheutuvat kunnostuksesta ja rakentamisesta. Kustannusten laskenta rajattiin koskemaan hyödyntämisalueiden eristerakenteiden rakentamiskustannuksia, suunnittelu- ja seurantakustannuksia, maa-ainesten kuljetusten kustannuksia ja loppusijoituksen kustannuksia. Tapaustutkimuksen rajaukset esitetään tarkemmin luvussa 3.

Pilaantuneiden maa-ainesten paikallisen hyödyntämisen yleisyyttä ja hyödyntämiskohteita selvitettiin kirjallisuuskatsauksen avulla sekä ulkomailta että Suomesta. Kirjallisuusosassa tarkasteltiin myös pilaantuneiden maa-ainesten muodostumista, niiden sisältämiä haitta-aineita ja sitä, miten haitta-aineet vaikuttavat maa-ainesten hyödyntämiseen. Kirjallisuusselvityksen aineistona käytettiin Suomen lakia, ympäristöministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen raportteja sekä kansainvälisiä ja suomalaisia tieteellisiä julkaisuja. Aineiston valinnassa painotettiin uusimpia julkaisuja.

### **1.3 Työn rakenne**

Luvussa kaksi käydään läpi työn teoreettinen viitekehys, jossa esitetään pilaantuneiden maa-ainesten ja niiden hyödyntämisen keskeisimmät käsitteet ja määritelmät. Lisäksi luvussa tarkastellaan pilaantuneiden maiden muodostumista ja pilaantuneiden maiden sisältämiä haitta-aineita. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen yleisyyttä selvitetään sekä ulkomailta että Suomesta. Luvussa kaksi eritellään myös pilaantuneita maita ja niiden hyödyntämistä ohjaavaa lainsäädäntöä, strategioita ja kaavoitusta.

Luvussa kolme ja neljä esitellään tutkimuksen metodiikka. Luvussa kolme esitetään tapaustutkimuksen aineistot ja menetelmät. Luvussa käydään läpi tapaustutkimuskohteet, käytetyt laskentamenetelmät ja tutkimuksen rajaukset. Luvussa neljä kuvataan kyselytutkimuksen teoria, aineisto ja käytetyt analysointimenetelmät.

Luvussa viisi ja kuusi esitetään tutkimuksen tulokset. Tapaustutkimuksen tulokset kuvataan luvussa viisi ensin yhteenvedona jatkaen yksityiskohtaisempiin tuloksiin.

Luvussa seitsemän on tulosten tarkastelu, jossa analysoidaan ja pohditaan tutkimuksen tuloksia ja vertaillaan tutkimustuloksia kirjallisuudessa esitettyihin vastaaviin tietoihin. Lisäksi tarkastellaan eri tutkimusmenetelmillä saatuja tuloksia suhteessa toisiinsa. Luvussa seitsemän arvioidaan myös tutkimuksen luotettavuutta. Luvussa kahdeksan esitetään tutkimuksen johtopäätökset ja mahdolliset jatkotutkimustarpeet.

## 2 Teoria

### 2.1 Pilaantuneet maa-alueet

#### 2.1.1 Pilaantuneisuuden määrittely

Pilaantuneeksi maa-alueeksi kutsutaan aluetta, joka on luokiteltu pilaantuneeksi kohdekohtaisella riskinarviolla. Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaisia ohjearvoja voidaan käyttää apuna pilaantuneisuuden arviointiin, mutta maaperä voidaan luokitella pilaantuneeksi vaikka ohjearvot eivät ylittyisi. (Ympäristöministeriö 2007.) Pilaantuneen alueen riskinarviointi on prosessi, jossa tunnistetaan, määritetään ja kuvataan eri haittoja ja riskejä, jotka voivat aiheutua maaperän pilaantumisesta. Maa-aines on kallio- tai maaperästä kaivettu maa-aines, joka luokitellaan jätteeksi tai ei-jätteeksi sen ominaisuuksista ja jatkokäytöstä riippuen. (Ympäristöministeriö 2014a.) Asiat, jotka on aina otettava huomioon maaperän pilaantuneisuutta ja kunnostustarvetta arvioitaessa ovat

1. maaperässä todettujen haitta-aineiden pitoisuudet,
2. haitta-aineiden ominaisuudet,
3. alueen sijainti ja taustapitoisuudet,
4. alueen maaperä- ja pohjavesiolosuhteet,
5. alueen ja sen ympäristön nykyinen ja tuleva käyttö sekä
6. mahdollisuus altistumiselle sekä mahdollisen haitan ja altistumisen vakavuus (Ympäristöministeriö 2007).

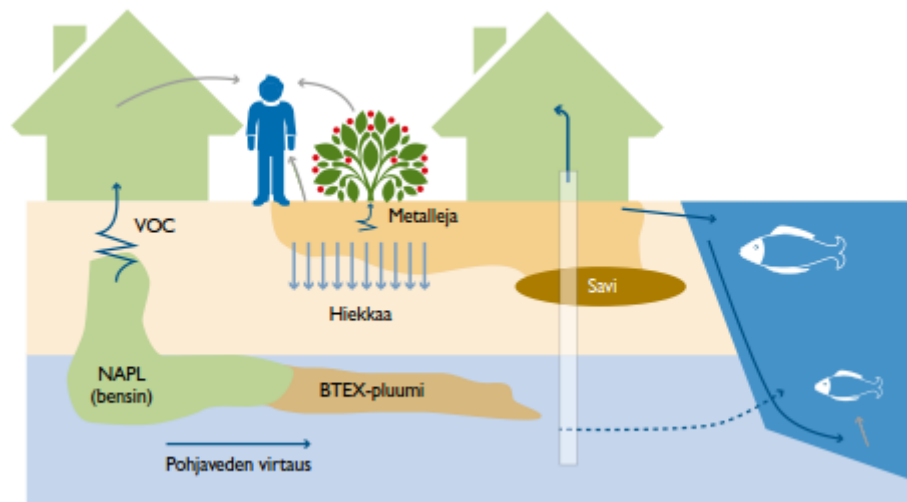
Valtioneuvoston asetus 214/2007, ns. PIMA-asetus, säätelee maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointia. Arviointi on aina suoritettava, jos yhden tai useamman haitta-aineen pitoisuus maaperässä ylittää asetuksessa määritellyn kynnyksen. (Ympäristöministeriö 2007.) Reinikaisen (2007) mukaan valtioneuvoston asetuksen mukainen alempi ohjearvo on asetettu tasoon, joka kuvaa yleisesti hyväksyttävää riskiä tavanomaisessa maankäytössä. Ylempi ohjearvo on asetettu tasoon, joka kuvaa yleisesti hyväksyttävää riskiä vähemmän herkässä maankäytössä. Asetuksen mukaisia ohjearvoja sovelletaan seuraavasti:

- 1) Maaperä on pilaantunut, kun yhden tai useamman haitta-aineen pitoisuus maaperässä ylittää ylemmän ohjearvon alueella, jota käytetään teollisuus-, varasto- tai liikennealueena, taikka muuna vastaavana alueena.
- 2) Maaperä on pilaantunut, kun yhden tai useamman haitta-aineen pitoisuus maaperässä ylittää alemman ohjearvon muulla kuin kohdassa 1 tarkoitetulla alueella. (VnA 214/2007.)

Ohjearvoja on annettu sellaisille haitta-aineille, joita on Suomessa käytetty tai käytetään huomattavia määriä, joita havaitaan usein pilaantuneiksi epäiltyjen alueiden tutkimuksissa ja joiden ominaisuuksista on saatavissa tarpeeksi luotettavaa tietoa (Reinikainen 2007). Vuodesta 1995 alkaen pilaantuneiden maa-alueiden arvioinnissa käytettiin *Saastuneiden maa-alueiden selvitys* -projektin (SAMASE) ohje- ja raja-arvoja, mutta arvioinnin perusteet muuttuivat PIMA-asetuksen myötä vuonna 2007.

Keskimäärin n. 10 % kaivetuista pilaantuneista maa-aineksista luokitellaan vaarallisiksi jätteiksi, lähes 40 % maista sisältää haitta-aineita yli ylemmän ohjearvon, mutta alle vaarallisen jätteen raja-arvon (ns. voimakkaasti pilaantuneet) ja n. 50 % maista sisältää haitta-aineita yli alemman ohjearvon, mutta alle ylemmän ohjearvon (ns. lievästi pilaantuneet). Koko pilaantuneesta maa-ainemäärästä arviolta n. 70 % on pilaantunut orgaanisilla yhdisteillä ja 10–20 % ainoastaan metalleilla. (Pyy ym. 2013.)

Mahdollinen altistuminen haitta-aineille arviointihetkellä ja tulevaisuudessa sekä mahdollisen altistumisen aiheuttamat seuraukset ja haittojen vakavuus ja todennäköisyys on aina arvioitava kohdekohtaisesti (Ympäristöministeriö 2007). Riskinarvioinnin perustana on käsitteellinen malli (kuva 1), joka kuvaa haitta-aineiden mahdollisia kulkeutumis- ja altistumisreittejä. Haitta-aineille voi altistua suoraan pintamaan kautta, ja ne voivat liikkua maaperässä kyllästymättömässä vyöhykkeessä. Haitta-aineet voivat myös liueta pohjaveteen, jonka kautta ne lopulta kulkeutuvat esimerkiksi pintavesiin tai kaivojen kautta juomavesiin. Haihtuvia yhdisteitä voi myös päästä sisäilmaan talojen rakenteiden kautta. (Ympäristöministeriö 2014a.) Myös puutteellisten tutkimustulosten ja lähtötietojen jättämä epävarmuus on huomioitava, kun arvioidaan haitta-aineiden kulkeutumista ja niiden aiheuttamia riskejä (Ympäristöministeriö 2007).



Kuva 1 Pilaantuneen maa-alueen käsitteellinen malli (Ympäristöministeriö 2014a).

### 2.1.2 Muodostuminen ja massamäärät

Pilaantuneita maa-alueita on Suomessa kaikkialla, mutta Varsinais-Suomi, Satakunta sekä Uusimaa erottuvat muista suurella pilaantuneiden maa-alueiden määrällään. Kun vuonna 2013 Suomessa oli maaperän tilan tietojärjestelmään (MATTI) merkitty yhteensä n. 24 000 kohdetta, näistä yli 6000 sijaitsi Varsinais-Suomessa, Satakunnassa tai Uudellamaalla. (Pyy ym. 2013.) Kolmasosalla MATTI-rekisterin kohteista oli harjoitettu, tai harjoitetaan edelleen polttoaineen jakelua. Myös jätteiden käsittely ja moottoriajoneuvojen huoltotoiminta ovat luoneet monia pilaantuneita maa-alueita. Yhteensä MATTI-järjestelmässä on ollut kunnostettavia kohteita n. 11 000 vuonna 2013. (Pyy ym. 2013.)

Suomessa kuljetetaan pilaantuneita maa-aineksia kaatopaikoille ja muille käsittelylaitoksille lähes 1,5 miljoonaa tonnia vuodessa. Helsingissä vietiin käsittelyyn tai loppusijoitukseen pilaantuneita maa-aineksia n. 180 000 tonnia vuonna 2015, mikä oli melkein kaksinkertainen määrä vuoteen 2014 verrattuna (96 000 t) (Helsingin kaupunki 2015).

Maaperän pilaantuneisuustutkimuksia ja maa-ainesten hyödyntämistä suunniteltaessa tulee tutkia myös se, mistä pilaantuneisuus on johtunut. Kun alueen aiempi käyttö tiedetään, on helpompi valita tärkeimmät alueelta tutkittavat haitta-aineet. (Ympäristöministeriö 2007.) Koska laboratoriot tutkivat vain pyydetyt haitta-aineet, voivat suuretkin pitoisuudet maaperässä jäädä huomaamatta jos oikeaa ainetta ei ole tutkittu. Käytännös-

sä on siis miltei yhtä tärkeää tietää mitä alueelta ei ole tutkittu kuin se, mitä sieltä on tutkittu.

Suomessa maaperän pilaantuneisuutta on syytä epäillä mm. vanhojen teollisuusalueiden, kaatopaikkojen, huoltoasemien ja ampumaratojen alueilla. Maaperässä olevalla haitta-aineella on aina jokin tietty päästölähde. (Lindroos 2008.) Taulukossa 1 on eritelty haitta-aineisiin liitettuja päästölähteitä. Huoltoasemien ja polttoaineen jakelupisteiden yhteydessä on yleisesti bensiinihiilivedyillä ja muilla öljyhiilivedyillä pilaantunutta maata. Ampumaratojen alueet ovat yleensä pilaantuneet etenkin lyijyllä, kuparilla ja antimonilla lähteinään luodit ja haulit sekä polyaromaattisilla hiilivety-yhdisteillä (PAH) lähteinään savikiekot. Puunkyllästämöjen maaperä voi olla pilaantunut esimerkiksi kreosootilla tai kuparilla, kromilla ja arseenilla. Pesulat ja maalaamot voivat aiheuttaa maaperään liuottimien päästöjä, jotka aiheuttavat etenkin kloorattujen haihtuvien hiilivetyjen korkeita pitoisuuksia. (Lindroos 2008; Vepsäläinen ym. 2016.)

*Taulukko 1 Pilaantuneilta maa-alueilta löydettyjä haitta-aineita aikaisemman toiminnan perusteella (mm. Vepsäläinen ym. 2016; Lindroos 2008).*

<b>Toiminta</b>	<b>Haitta-aineet</b>	<b>Haitta-aineen lähde</b>
Polttoaineen jakelu	Bensiini (C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> ), MTBE, TAME, bentseeni, tolueeni, etyylibentseeni, ksyleenit, öljyjakeet (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	Poltto- ja lisäaineet
Ampumaradat	As, Pb, Ni, Cu, Sb, PAH	Haulit, luodit ja savikiekot
Sahat ja kyllästämöt	Kloorifenolit, dioksiinit, furaanit, kreosootit, PAH-yhdisteet, As, Cu, Cr	Lahonestoaineet, sinistymisaineet, kyllästeet
Maalaamot	Bentseeni, tolueeni, etyylibentseeni, ksyleenit, dikloorimetaani, dikloorieteeni	Maalien ja lakkojen liuottimet
Korjaamot ja romuttamot	Öljyjakeet (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ), bensiinijakeet (C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> ), Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, PCB	Jäteöljyt, akut, kaapelit, kondensaattori ja muuntajat, maalit
Kaatopaikat	Mitä tahansa	Jätteet, vaaralliset jätteet
Taimi- ja kaupppuu-tarhat	Atratsiini, DDT, heptakloori	Torjunta-aineet ja biosidit
Pesulat	Trikloorieteeni, tetrakloorieteeni	Klooratut liuottimet
Tiet	Kloridit	Tiesuolaus

## **2.2 Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen**

Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä tarkoitetaan sellaista suunnitelmallista toimintaa, jossa kaivetuilla pilaantuneilla maa-aineksilla korvataan muita materiaaleja, joita olisi muuten käytetty kyseiseen tarkoitukseen (Järvinen ym. 2010; Ympäristöministeriö 2015b). Mitä vähemmän pilaantuneita maa-aineksia hyödynnetään, sitä enem-

män joudutaan tuomaan korvaavaa maa-ainesta maa-ainesten ottopaikoilta. Kyseessä voi esimerkiksi olla neitseellinen maa-aines tai kierrätetty pilaantumaton ylijäämämaa-aines. (Järvinen ym. 2010.)

Ylijäämämaa-ainesten hyödyntämistä on pyritty viime vuosina edistämään valtakunnallisesti, kun kiviaineksen saatavuus on monin paikoin heikentynyt. Toisaalta samaan aikaan kaivettujen maa-ainesten sijoituspaikat ovat vähentyneet erityisesti pääkaupunkiseudulla. Pilaantumattomia ylijäämämaa-aineksia on hyötykäytetty pitkään esimerkiksi meluvallissa tai puistorakenteissa kustannusten säästämiseksi. (Koivuniemi 2009.) Pilaantuneiden maa-ainesten osalta tilanne on ollut mutkikkaampi, sillä haitta-aineita sisältäviä maa-aineksia ei voi läjittää vapaasti ekologisten riskien ja terveystarkkailun takia. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen edellyttää jätteen, eli pilaantuneen maa-aineksen, soveltumista käyttötarkoitukseen teknisesti, eikä siitä saa aiheutua haittaa ympäristölle tai terveydelle (mm. Järvinen ym. 2010). Riskejä voidaan vähentää teknisillä keinoilla, kuten stabiloimalla, eristämällä tai suotovesien käsittelyllä (Ympäristöministeriö 2015b).

Pilaantuneiden maa-ainesten paikallista hyödyntämistä ei ole Suomessa harjoitettu pitkään. Korkein hallinto-oikeus hylkäsi Helsingin kaupungin ensimmäisen pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen ympäristölupahakemuksen vuonna 2004 (KHO:2004:37). Kyseessä oli tien 101 (kehä I) varteen suunniteltava Riihenkulman meluvalli, jossa oli tarkoitus hyödyntää lievästi pilaantuneita maa-aineksia. Ratkaisu perustui riittämättömiin tietoihin meluvalliin sijoitettavien massojen laadusta ja massaerien sisältämistä haitta-aineista. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen aiheuttamista vaaroista tai haitoista terveydelle ja ympäristölle ei ollut tarpeeksi tietoa ympäristöluvan myöntämiseksi. (KHO:2004:37.)

Riihenkulman meluvallin ympäristölupaa haki Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Uudenmaan ympäristökeskus ei käsittelyssä myöntänyt hankkeelle ympäristölupaa. Uudenmaan ympäristökeskuksen mukaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisestä meluvallin rakenteissa aiheutuisi merkittävää ympäristön pilaantumista ympäristön tilan huonontamisen kautta. Vaasan hallinto-oikeus katsoi, että Helsingin kaupunki ei pystynyt esittämään tarpeeksi tarkkoja tietoja sijoitettavien maa-ainesten sisältämien haitta-aineiden määrästä, laadusta ja liukoisuusominaisuuksista. Myös haitta-aineiden vaikutukset maaperään oli esitetty puutteellisesti. Korkein hallinto-oikeus tuki päätöksessään Vaasan hallinto-oikeutta. (KHO:2004:37.)

### **2.2.1 Hyödyntäminen Suomessa**

Maa-aineksia, jotka sisältävät kynnsarvon ylittäviä, mutta alemman ohjearvon alittavia pitoisuuksia, on Suomessa hyödynnetty PIMA-ilmoitusten ja ympäristölupapäätösten kautta useissa kohteissa. Maa-aineksia, joissa on yli alemman ohjearvon ylittäviä haitta-aineita, eli pilaantuneita maa-aineksia, on hyödynnetty vähemmän. Kaivualueen ulkopuolella pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen vaatii aina ympäristöluvan. Hyödyntäminen kaivualueella voidaan toteuttaa PIMA-ilmoituksella. (Ympäristöministeriö 2007.)

Ympäristölupapäätöksiä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiselle on annettu ainakin Espooseen, Mikkeliin, Helsinkiin ja Hämeenlinnaan. Pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoituskapselit on myös rakennettu muun muassa Vilppulaan (Dnro PIR-2004-Y-388-111) ja Sotkamoon (Dnro KAI-2005-Y-114-111), mutta näissä tapauksissa ei

täysin voida puhua hyödyntämisestä todellisen maarakennusaineksen tarpeen puuttessa. Taulukossa 2 on esitetty luvan saaneiden hankkeiden tunnistetiedot. Hankkeiden ympäristöluvat on annettu vuosina 2004–2015. Ympäristölupien tiedot on haettu 7.7.2016 Aluehallintovirastojen ylläpitämästä Lupa-tietopalvelusta ja ympäristöministeriön internet-sivustolta (ymparisto.fi).

*Taulukko 2 Ympäristöluvan saaneita maa-ainesten hyödyntämishankkeita.*

<b>Sijainti</b>	<b>Hakija</b>	<b>Diaarinumero</b>	<b>Päätös nro</b>
Espoo, Lasilaakso	Espoon kaupunki	ESAVI/237/04.08/2012	138/2014/1
Mikkeli, Haukivuori	Haukivuori- Virtasalmi ampumara- ratayhdistys	ISAVI/27/04.08/2013	98/2014/1
Helsinki, Iso- Huopalahti	Helsingin kaupunki	ESAVI/531/04.08/2010	205/2015/1
Helsinki, Jätkäsaari	Helsingin kaupunki	ESAVI/54/04.08/2012	5/2014/1
Helsinki, Arabian- ranta	Helsingin kaupunki	UUS-2002-Y-35-121	YS 207/2005
Helsinki, Vuosaari	Helsingin kaupunki	UUS-2004-Y-11-121	YS 711/2004
Hämeenlinna, Kantola	Hämeenlinnan kau- punki	ESAVI/304/04.08/2013	135/2014/1

Taulukon 2 Espoon Lasilaakson kohde on vanha suljettu kaatopaikka, joka päätettiin kunnostaa ympäröivän rakentamisen takia. Lasilaakson alueella on ympäristöluvan mukaan ollut mahdollista hyödyntää muista kohteista lähtöisin olevia pilaantuneita maita. Kunnostuksen yhteydessä alueella päädyttiin hyödyntämään vain kohteesta peräisin olevia pilaantuneita maita (Pöyry, 2016). Helsingin ja Espoon alueella sijaitsevan Iso-Huopalahden kunnostusta ei ole vielä toteutettu.

Mikkelin Haukivuorella rakennettiin ampumaradan tausta- ja sivuvalleja, joiden rakenteissa oli ympäristöluvan (98/2014/1) mukaan mahdollista hyödyntää muualta tuotuja pilaantuneita maa-aineksia. Maa-ainekset oli suunniteltu tuotavan Kyyveden vanhalta sahalta ja Huosiuskankaan vanhalta ampumaradalta. Valleihin oli ympäristöluvan mukaan tarkoitus sijoittaa noin 9 400 m<sup>3</sup>rtr (noin 22 000 t) maa-aineksia.

Helsingissä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiselle on annettu ympäristölupa viiteen kohteeseen, jotka ovat Jätkäsaaren Hyväntoivonpuisto 1, Jätkäsaaren Hyväntoivonpuisto 2, Vuosaaren melueste, Iso-Huopalahti ja Arabianranta. Vuosaaren meluestettä ja Jätkäsaaren Hyväntoivonpuistoa käsitellään enemmän luvussa 3. Jätkäsaaren Hyväntoivonpuisto 2 on vuonna 2015 alkanut hanke, jonka rakentaminen on edelleen käynnissä. Arabianrannassa alueen täytöissä sai hyödyntää lievästi raskasmetalleilla pilaantuneita maita.

Hämeenlinnan tapahtumapuisto Kantolan rakenteissa oli ympäristöluvan (135/2014/1) mukaan mahdollisuus hyödyntää 29 000 m<sup>3</sup> pilaantuneita maa-aineksia. Pilaantuneista maa-aineksista muodostettiin täyttömäki, jonka on tarkoitus toimia tapahtumapuiston katsomoalueena. Kaikki hyödynnettävät pilaantuneet maa-ainekset kaivettiin kunnostusalueen sisältä.

## 2.2.2 Hyödyntäminen ulkomailla

Pilaantuneita maa-aineksia on hyödynnetty ulkomailla ainakin kaatopaikkojen peittomateriaalina (UK EA 2010; ASTSWMO 2012). Vaarallisia aineita sisältävien jätteiden kaatopaikoilla maa-ainekset saavat sisältää haitta-aineita myös kaatopaikan peittomateriaalissa ainakin Yhdysvalloissa ja Iso-Britanniassa. Pysyvän eli inertin jätteen kaatopaikoilla jäte (pilaantunut maa) saa sisältää haitta-aineita, mutta niiden täytyy olla pääosin liukenemattomassa muodossa. Yhdysvalloissa useimmat osavaltiot sallivat lievästi pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen kohteessa tapahtuvassa täytössä. Noin puolet Yhdysvaltojen osavaltioista sallii hyödyntämisen kohteiden ulkopuolisissa täytöissä, teiden rakenteissa sekä kaatopaikkojen peitossa. Pilaantuneiden maa-ainesten hyötykäyttö ei suurimmassa osassa Yhdysvaltojen osavaltioita vaadi erillistä lupaa. Hyödyntämistä säädellään sen sijaan laeilla, ohjeilla ja standardeilla. (ASTSWMO 2012.)

De Frayen ja Visserin (2006) mukaan Saksalla, Hollannilla, Belgiassa ja Italiassa on ollut selkeät ohjeistukset siitä, miten ja milloin pilaantuneita maa-aineksia voi hyödyntää. Nämä ohjeet sisältävät esimerkiksi pitoisuusrajoja, liukoisuustestivaatimuksia sekä tiettyjä olosuhteita hyödyntämisen toteuttamiselle. Hollannissa pilaantuneille maa-aineksille, jotka on mahdollista käsitellä pilaantumattomiksi, on kaatopaikkasijoituskielto. Hollannissa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä kannustetaan säädöksiensä ja lakien avulla. Epäorgaanisille haitta-aineille Hollannissa ei ole määritetty maksimipitoisuuksia, joiden ylittyessä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen olisi kiellettyä (Eikelboom ym. 2001). Kohdekohtaisesti tulee kuitenkin määrittää pitoisuusrajat kaikille maa-aineksissa oleville haitta-aineille.

Tšekissä on mahdollista käyttää pilaantuneita maa-aineksia kaatopaikkojen sulkemiseen, jo valmiiksi pilaantuneen maaperän muokkaamiseen sekä esimerkiksi maan pinnalla olevien kaivosten ennallistamiseen (Decree 294/2005). Maa-ainekset saavat sisältää haitta-aineita pitoisuuksina, joita voidaan verrata Suomessa käytettävissä oleviin kynnysarvon ylittäviin pitoisuuksiin. Harkinnanvaraisesti voidaan kuitenkin sallia myös korkeampia pitoisuuksia.

Sveitsissä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä maarakentamisessa rajoittaa sääntö, jonka mukaan alkuperäisen maa-aineksen haitta-aineiden pitoisuudet eivät saa nousta. Siis pilaantuneen maaperän päällä saa hyödyntää pilaantunutta maa-ainesta, kun pitoisuudet ovat samat tai pienemmät kuin alkuperäisessä maa-aineksessa. Lievästi pilaantuneita maa-aineksia kehoitetaan hyödyntämään kohteen välittömässä läheisyydessä sekä melusteissa, pengerryksissä ja tierakenteissa. Voimakkaasti pilaantuneita maa-aineksia ei tulisi hyödyntää lainkaan. (SAEFL 2001.)

## 2.3 Yleisimmät pilaantuneissa maissa esiintyvät haitta-aineet

Yleisimpiä Suomessa pilaantuneissa maissa tavattavia haitta-aineita ovat öljyhiilivedyt, polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), muut haihtuvat hiilivedyt (VOC-yhdisteet) ja raskasmetallit (Pyy ym. 2013). Sarkkilan ym. (2004) mukaan haitta-aineiden kulkeutumiseen liittyvistä ominaisuuksista tärkeimpiä ovat vesiliukoisuus, höyrynpaine ja ominaispaino. Käytännössä nämä kolme ominaisuutta määräävät sen, minne yhdisteet maaperässä päätyvät. Kun tutkitaan maaperän pilaantuneisuudesta aiheutuvia riskejä, on haitta-aineiden ja niiden ominaisuuksien lisäksi arvioitava maaperän ominaisuuksia. Maaperän ominaisuuksista tärkeimpinä voidaan pitää eri maalajien



vedenjohtavuuksia, pohjaveden pinnan korkeusvaihteluja ja virtaussuuntia sekä maaperän hienoaineksen ja orgaanisen aineksen määrää.

### 2.3.1 Metallit

Metallien kulkeutumiseen liittyvät ominaisuudet vaihtelevat metallin olomuodon, pitoisuuden ja ympäristön olosuhteiden mukaan. Metallit kiinnittyvät usein vesiliukoisten orgaanisten tai epäorgaanisten aineiden pinnalle. Täten orgaanisen aineksen ja hienoaineksen määrä vaikuttaa merkittävästi metallien sitoutumiseen maaperässä. Hapetusaste vaikuttaa suuresti metallin myrkyllisyyteen esimerkiksi arseenin ja kromin kohdalla. (Bäckman 2009.) Kun raskasmetallit esiintyvät alkuaineina, niiden poistaminen maaperästä on erittäin hankalaa. Kunnostusvaiheessa raskasmetalleja sisältävät maaperät voidaan esimerkiksi eristää tai siirtää haitattomaan paikkaan. Käytännössä kunnostusvaihtoehtona toimii tällöin massanvaihto ja pilaantuneen maan loppusijoitus. (Lindroos 2008.)

Metallien kulkeutumista maaperässä voidaan tutkia liukoisuuskokeilla, joilla arvioidaan etenkin maa-aineksen kaatopaikka- tai hyötykäyttökelpoisuutta (Tohmo ja Takala 2011). Öbornin ja Linden (2000) mukaan kaupunkiympäristöjen maaperässä saattaa tapahtua muutoksia nopeallakin aikavälillä, mikä voi aiheuttaa metallien kulkeutumista ja liukenemistä maaperässä. Näistä muutoksista keskeisin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä ajatellen on pohjaveden pinnan vaihtelu.

### 2.3.2 PAH-yhdisteet

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet) eivät yleensä liukene helposti, vaan ne pidentyvät maaperän orgaaniseen ainekseen (mm. Johnsen ym. 2005; Reinikainen 2007). Heikko vesiliukoisuus aiheuttaa sen, etteivät maaperässä esiintyvät bakteerit kykene hajottamaan PAH-yhdisteitä. Raskaat, eli suurimolekyyliset PAH-yhdisteet ovat niukka-liukoisempia kuin kevyet. (Johnsen ym. 2005.) Reinikaisen (2007) mukaan bentso(a)pyreeni, joka on PAH-yhdisteistä syöpävaarallisimman, voi aiheuttaa terveystarpeiden pienemmässä pitoisuudessa kuin missä se aiheuttaisi ekologisen riskin. Useita PAH-yhdisteitä esiintyy maaperässä yleensä samanaikaisesti, minkä takia PAH-yhdisteille on valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 määrätty myös summapitoisuuden ohjearvot. PAH-yhdisteitä tavataan yleisesti alueilta, joissa on käytetty kreosoottia. Tavallisesti kreosoottia on havaittu maaperässä ainakin vanhojen kyllästämöiden ja rata-alueiden yhteydessä.

PAH-yhdisteitä, kuten muitakin orgaanisia yhdisteitä on saanut olla hyödynnettävissä pilaantuneessa maa-aineksessa alle ylempien ohjearvojen olevissa pitoisuuksissa (mm. YS 674/2009; ESAVI 2014). PAH-yhdisteet, erityisesti naftaleeni, voi aiheuttaa esteen hyödyntämiselle hajunsa puolesta, vaikka pitoisuudet olisivat sallittujen rajojen alapuolella. Ympäristölupapäätöksissä on usein kielletty haisevien maa-ainesten sijoittaminen hyödyntämisalueille.

### 2.3.3 Muut orgaaniset yhdisteet

Öljihiilivedyillä tarkoitetaan pilaantuneiden maiden yhteydessä usein fraktioita C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>. Tähän hiiliketjun pituuden vaihteluväliin kuuluvat bensiini, kerosiini, dieselöljy, kevyt polttoöljy, raskas polttoöljy sekä voitelu- ja moottoriöljy. Reinikaisen (2007) mukaan mineraaliöljyt ovat vettä kevyempiä orgaanisia yhdisteitä, jotka suurissa tai jatkuvissa

päästöissä voivat muodostaa vapaan öljyfaasin pohjaveden pinnalle. Tällöin suurin osa maaperän huokosista on täyttynyt öljyllä. Öljyhiilivetyjen vesiliukoisuus ja haihtuvuus pienenevät molekyylikoon kasvaessa. Tämä johtaa raskaimpien hiilivetyjen suhteellisen osuuden kasvamiseen ajan kuluessa, jos päästölähdettä ei poisteta. Öljyhiilivetyjen terveysriskit liittyvät usein sisäilma-altistukseen tai pilaantuneen pohjaveden juomiseen. Pohjaveden pilaantumiskäsitteet ovat suuret etenkin kohteissa, joissa on tapahtunut bensiniipäästö. (Reinikainen 2007.)

Klooratut alifaattiset hiilivedyt ovat erittäin herkästi haihtuvia, vesiliukoisia ja maaperässä helposti kulkeutuvia haitta-aineita. Kloorattujen yhdisteiden hajoaminen on usein hidasta ja ne voivat aiheuttaa pohjaveden pilaantumisen riskin jo pienissä pitoisuuksissa. Kloorattujen hiilivetyjen terveyttä uhkaava altistus tapahtuu usein trikloorieteenin muodossa sisäilman kautta. (Reinikainen 2007.) Kloorattujen hiilivetyjen esiintyminen maaperässä voi estää pilaantuneen maa-aineksen hyötykäytön (YS 674/2009; ESAVI 2014). Käytännössä kloorattuja hiilivetyjä ei yleensä sallita yli kynnysarvon olevissa pitoisuuksissa herkan haihtuvuuden takia.

Bentseeni, tolueni, etyylibentseeni ja ksyleenit (BTEX) ovat yleisesti maaperässä helposti kulkeutuvia ja herkästi haihtuvia yhdisteitä. Bentseeni, yksi BTEX-yhdisteistä, on syöpävaarallinen ja se voi aiheuttaa pohjaveden pilaantumiskäsittein jo hyvin pienissä pitoisuuksissa. Yleisesti monoaromaattiset yhdisteet ovat helposti liukenevia, joten pohjaveden pilaantuneisuusriski on olemassa jopa alemmaa ohjearvoa pienemmissä pitoisuuksissa. (Reinikainen 2007.)

## **2.4 Pilaantuneiden maa-ainesten geotekniset ominaisuudet**

Pilaantuneiden, kuten muidenkin maa-alueiden maaperäolosuhteet saattavat vaihdella rajusti pienelläkin alueella. Vaihtelua voi olla sekä horisontaalisesti että vertikaalisesti. (Ympäristöministeriö 2014a.) Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla on paljon vanhoja täyttömaa-alueita, joiden maa-aines on hyvin heterogeenistä (Lundén 2008). Yleisesti täyttöalueiden maa-aines on geoteknisesti huonolaatuista (Immonen 2001.) Koska maaperän fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet vaikuttavat haitta-aineiden esiintymiseen ja käyttäytymiseen, ne tulee aina tutkia pilaantuneisuustutkimusten yhteydessä. Pilaantuneen maaperän riskien arvioinnissa tulee ottaa huomioon maanpinnan ja pohjaveden pinnan korkeustasot ja viettosuunnat sekä päämaalajit ja niiden kerrokset. Kun pilaantunut maa-aines on kaivettu, maa-aineksen raekoko, orgaanisen aineksen määrä ja vedenläpäisevyys nousevat keskeisimmiksi fysikaalisiksi tekijöiksi. (Ympäristöministeriö 2014.)

Aiempaan maa-alueiden täyttötoimintaan on ollut syynä uuden rakennusmaan tarve ja ylijäämämassojen sijoitus. Koska läjitettyjen maa-ainesten alkuperää on lähes mahdoton selvittää, täyttöalueiden täyttömateriaaleista on saatavilla vain vähän tietoa. Luotettava tapa selvittää täyttöalueen maaperän geotekniset olosuhteet on suorittaa laaja maaperätutkimus. Täyttömaa-aineksen seassa on usein jätettä, kuten tiiliä, puuta, betonia ja metallia. (Immonen 2001.)

Yleisesti maa-aineksen laadun parantamisen periaatteita on mahdollista soveltaa myös pilaantuneisiin maihin, jolloin hyödyntämistä estävät fysikaaliset ominaisuudet voidaan poistaa. Esimerkiksi Helsingin Jätkäsaarella ja Verkkosaarella pohjaveden pinnan alapuoliset täyttömaa-ainekset on todettu sellaisenaan tiivistämiskelvottomiksi ja täten hyötykäyttöön soveltumattomiksi (Tengvall & Leskinen 2014; 2015). Stabilointi voi

edesauttaa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä sitomalla haitta-aineita maa-ainekseen (Lahtinen ym. 2005; Niemeläinen 2013).

Märkiä sedimenttejä ja ruoppausmassoja on mahdollista kuivattaa tai niitä voidaan stabiloida. Myös savet on mahdollista stabiloida lisäämällä sideaineita. (Lahtinen ym. 2005.) Niemeläinen (2013) tutki stabiloidun saven soveltuvuutta maarakentamiseen. Tutkimuksessa todettiin, että orgaanisen aineen määrä savessa vaikuttaa merkittävästi stabiloidun saven leikkauslujuuteen. Jos savi sisältää haitta-aineita, stabilointi voi sitoa niitä liukenemattomampaan muotoon. Niemeläinen toteaa, että pohjaveden virtaus rakenteessa aiheuttaa todennäköisesti haitta-aineiden liukenemistä. Haitta-aineita sisältävän stabiloidun saven hyödyntäminen voi vaatia eristysrakenteiden suunnittelua (Lahtinen ym. 2005).

Moreenin, joka on Suomen yleisin maalaji, jalostuksella pyritään usein vaikuttamaan sen painumiseen ja routimiseen. Pilaantunutta, kuten pilaantumatonakin moreenimaata voidaan jalostaa paremmaksi rakennusmateriaaliksi murskauksella, erottelulla, kivien poistolla, pesulla ja stabiloinnilla (Lahtinen ym. 2005; Korkiala-Tanttu ym. 2008). Moreenin laatua voivat heikentää suuret kivet ja korkea hienoainespitoisuus, jotka aiheuttavat olosuhdeherkkyyttä. Erottelu, murskaus ja kivien poisto seulomalla tähtäävät yhteen lopputulokseen, homogeenisempaan materiaaliin. (Korkiala-Tanttu ym. 2008.)

## **2.5 Lainsäädäntö**

Pilaantuneisiin maihin ja niiden hyödyntämiseen liittyviä lainsäädännöllisiä ohjauskeinoja sisältävät ainakin:

- jätelaki 646/2011 (JL),
- maa-aineslaki 555/1981 (MAL),
- maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 (MRL),
- laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 468/1994 (YVAL),
- ympäristönsuojelulaki 527/2014 (YSL),
- maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999 (MRA),
- valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 713/2006,
- valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012,
- valtioneuvoston asetus maa-ainesten ottamisesta 926/2005 (MAA),
- valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 591/2006 (MARA-asetus),
- valtioneuvoston asetus pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007 (PIMA-asetus),
- valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 713/2014 (YSA) ja
- valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013.

### **2.5.1 Ympäristönsuojelulaki**

Ympäristönsuojelulakia (YSL 527/2014) voidaan pitää yleislakina, kun puhutaan pilaantuneisiin maa-aineksiin liittyvästä toiminnasta. Ympäristönsuojelulain 1 §:n mukaan tavoitteena on mm. edistää luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja samalla vähentää jätteiden määrää ja haitallisuutta. Tarkoituksena on myös ehkäistä ympäristön pilaantumista ja poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja ympäristövahinkoja.

Ympäristön pilaantuminen määritetään ympäristönsuojelulaissa sellaiseksi päästöksi, joka yksin tai muiden päästöjen kanssa aiheuttaa

- terveyshaittaa,
- haittaa luonnolle tai sen toiminnoille,
- luonnonvarojen käyttämisen estymistä tai melkoista vaikeutumista,
- yleisen viihtyvyyden tai erityisten kulttuuri- tai virkistyskäyttöön soveltuvien alueiden vähentymistä sekä
- vahinkoa tai haittaa omaisuudelle tai muuta näihin rinnastettavaa yleisen tai yksityisen edun loukkausta.

Päästöllä tarkoitetaan aineen, energian, melun, tärinän, säteilyn, valon, lämmön tai hajuun päästämistä, johtamista tai jättämistä ilmaan, veteen tai maaperään.

Ympäristönsuojelulaissa keskeisimpiä pilaantuneisiin maihin ja pilaantuneiden alueiden kunnostamiseen liittyviä kohtia sisältävät pykälät 5-7, 16-7, 133–137 ja 139. Kohtien sisältö on esitetty kuvassa 2. Kun maaperän tai pohjaveden pilaantuminen on jonkin toiminnan yhteydessä mahdollista, toiminnanharjoittajalla on useita velvollisuuksia, kuten selvilläolovelvollisuus, ilmoitusvelvollisuus ja vasta todetun pilaantuneisuuden puhdistamisvelvollisuus. Päätös pilaantuneen alueen kunnostamisesta voi lähteä alueella vastuussa olevasta itsestään tai alueen valvontaviranomaisesta, joka voi määrätä alueen kunnostettavaksi. (Vepsäläinen ym. 2016.)

Aihe	YSL:n kohta	Selitys
<b>Keskeiset käsitteet</b>	5 §	Maaperällä tarkoitetaan maankuoren ylintä kerrosta, joka on kalliopinnan ja maanpinnan välissä ja joka muodostuu irtomaalajeista, orgaanisesta aineksesta, huokosvedestä ja -ilmasta sekä eliöistä.
<b>Selvilläolovelvollisuus</b>	6 §	Toiminnanharjoittajan <sup>1)</sup> on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista ja -riskeistä sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista.
<b>Pilaantumisen ehkäisemistä ja rajoittamista koskeva velvollisuus</b>	7 §	Toiminnanharjoittajan on ehkäistävä ympäristön pilaantumista ennakolta sekä rajoitettava toimintansa päästöt ympäristöön tai viemäriverkostoon mahdollisimman vähäisiksi.
<b>Pilaamiskiellot</b>	16 ja 17 §	Maaperän ja pohjaveden pilaaminen on kiellettyä. Toiminnalle ei voi myöntää ympäristölupaa, mikäli siitä aiheutuu kyseistä pilaantumista (49 §).
<b>Puhdistamisvelvollisuus</b>	133 §	Pilaantumisen aiheuttajalla on velvollisuus puhdistaa pilaantunut maaperä ja pohjavesi tilaan, jossa ympäristö- ja terveystarpeet saadaan hyväksyttävälle tasolle. Puhdistamisvelvollisuus voi kohdistua myös kiinteistön omistajaan tai muuhun haltijaan taikka kuntaan.
<b>Ilmoitusvelvollisuus</b>	134 §	Aiheuttajan on välittömästi ilmoitettava valvontaviranomaiselle <sup>2)</sup> , jos maaperään tai pohjaveteen pääsee pilaantumista mahdollisesti aiheuttavaa ainetta tai jätettä.
<b>Selvitysvelvollisuus ja puhdistamistarpeen arviointi</b>	135 §	Jos maaperän tai pohjaveden epäillään pilaantuneen, puhdistamisesta vastuussa olevan on selvitettävä alueen tila. Selvitys pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista tulee toimittaa valvontaviranomaiselle <sup>2)</sup> .
<b>Päätös puhdistamisesta</b>	136 §	Maaperän ja pohjaveden puhdistamiseen voidaan ryhtyä tekemällä ilmoitus valvontaviranomaiselle <sup>2)</sup> . Viranomaisen tarkastaa ilmoituksen ja tekee sen johdosta päätöksen, jossa annetaan tarvittavat määräykset mm. kunnostamisen tavoitteista ja maa-ainesten hyödyntämisestä.
<b>Puhdistamisesta määrääminen</b>	137 §	Valvontaviranomainen <sup>2)</sup> voi määrätä pilaantuneen alueen puhdistettavaksi, jos puhdistamisesta vastuussa oleva ei ryhdy tarvittaviin toimiin.
<b>Selontekovelvollisuus maa-alueen luovutuksen yhteydessä</b>	139 §	Alueen myyjän tai vuokraajan on kerrottava uudelle omistajalle tai vuokraajalle maaperän ja pohjaveden pilaantumiseen liittyvistä epäilyistä ja tutkimuksista sekä tehdyistä puhdistuksista. Myös maaperään sijoitetuista jätteistä tulee kertoa, vaikka niistä ei aiheutuisikaan vaaraa ympäristölle.

Kuva 2 Keskeisimpiä pilaantuneisiin maihin liittyviä kohtia ympäristönsuojelulaissa (Vepsäläinen ym. 2016).

## Ympäristölupaprosessi

Toiminta, joka saattaa aiheuttaa ympäristön pilaantumista, vaatii ympäristöluvan. Lisäksi jätteen laitos- tai ammattimainen hyödyntäminen tai käsittely vaatii aina ympäristöluvan. (YSL 527/2014 28 §; VnA 713/2014 1 §.) Nykyinen ympäristölupamenettely vaatii paljon viranomaisresursseja ja aiheuttaa haasteita rakentamisen aikatauluihin. Ympäristöministeriön (2015a) mukaan ympäristölupamenettely ei edistä ympäristönsuojelua eikä kiertotaloustavoitteita tarkoituksenmukaisella tavalla.

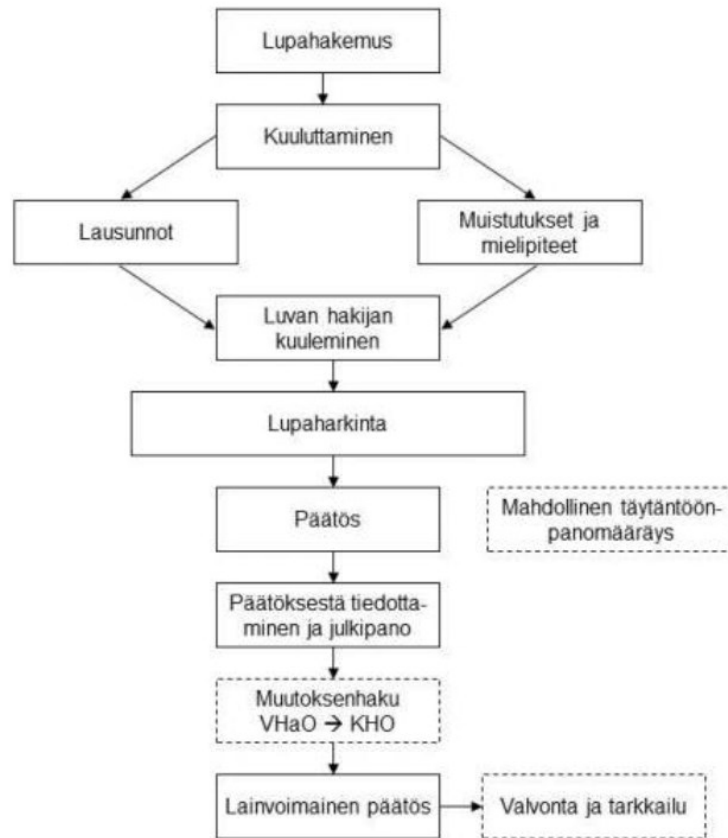
Ympäristönsuojeluasetuksen (VnA 713/2014) mukaan kunta käsittelee lähtökohtaisesti lupa-asiat jätteiden ammattimaiselle tai laitospoliselle käsittelylle, kun kyseessä on

- alle 50 000 tonnin vuotuiselle jätemäärälle mitoitettu maankaatopaikka tai
- pilaantumattoman maa-ainesjätteen, betoni-, tiili- tai asfalttijätteen tai pysyvän jätteen muu käsittely kuin sijoittaminen kaatopaikalle, kun käsiteltävä määrä on alle 50 000 tonnia vuodessa.

Valtio käsittelee hankkeen lupa-asiat, kun kyseessä on jätteiden ammattimainen tai laitospolinen käsittely sekä jätevesien käsittely, kuten

- kaatopaikka, mukaan lukien vähintään 50 000 tonnin vuotuiselle jätemäärälle mitoitettu maankaatopaikka tai
- pilaantumattoman maa-ainesjätteen, betoni-, tiili- tai asfalttijätteen tai pysyvän jätteen muu käsittely kuin sijoittaminen kaatopaikalle, kun käsiteltävä määrä on vähintään 50 000 tonnia vuodessa.

Ympäristölupaprosessiin kuluu yleensä aikaa muutamasta kuukaudesta yli vuoteen (Koivuniemi 2010). Taulukon 2 kohteista lyhin käsittelyaika oli Vuosaaren meluesteen kohteella, jossa käsittelyyn kului 159 päivää. Pisin käsittelyaika oli Mikkelin kohteella, jossa käsittelyyn kului 645 päivää. Jätkäsaarella käsittelyaika oli 340 päivää ja Hämeenlinnassa 216 päivää. Prosessia saattavat pitkittää useat valitukset ja puutteellisesti tehty lupahakemus. (Koivuniemi 2010.) Kuvassa 3 on esitetty ympäristölupakäsittelyn vaiheet. On huomioitava, että muistutukset ja mielipiteet ja valitukset voivat johtaa useampaan täydennyskierrukseen lupahakemuksen alkuvaiheessa. Ympäristölupapäätökseen voi hakea muutosta Vaasan hallinto-oikeudesta ja tämän päätöksestä edelleen korkeimmasta hallinto-oikeudesta. (Ympäristöministeriö 2016b.) Koska ympäristölupaprosessi kestää ajallisesti pitkään, on hyödyntämisen ympäristölupia kehoitettu hakemaan varmuudenkin vuoksi jo kunnostustoimien tai rakentamisen suunnitteluvaiheessa (Järvinen 2010).



Kuva 3 Ympäristöluvan hakuprosessi (Ympäristöministeriö 2016b).

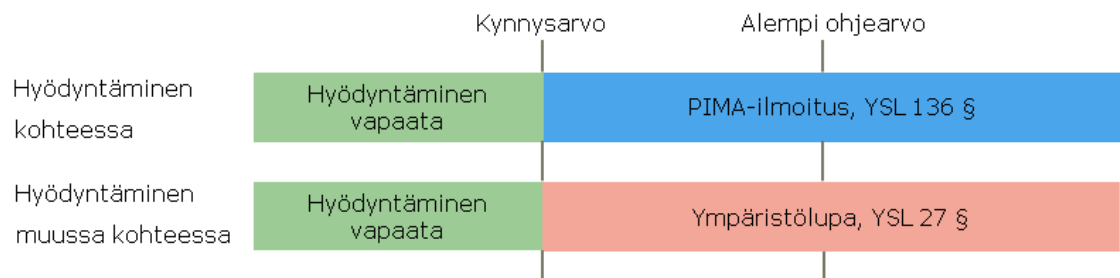
Järvisen ym. (2010) mukaan pilaantuneiden maa-alueiden kunnostusta koskevassa ympäristölupahakemuksessa tulee esittää tiedot muun muassa kiinteistön tilasta, käytettävistä kunnostusmenetelmistä sekä kunnostuksen toteutuksesta. On yleinen käytäntö, että hakemuksessa tiedot esitetään yleisellä tasolla. Liitteenä on kunnostuksen yleissuunnitelma, jossa ympäristölupa-antajan tarvittavat tiedot esitetään yksityiskohtaisesti. Ympäristölupahakemuksen liitteenä olevassa kunnostuksen yleissuunnitelmassa tulee esittää yksiselitteisesti kunnostuksen tavoitetasot ja kunnostusmenetelmät. Jos kunnostuskohteessa hyödynnetään pilaantuneita maa-aineksia, hyödyntämisen yleissuunnitelma kuuluu sisällyttää kunnostuksen yleissuunnitelmaan.

### Kaivettujen maa-ainesten hyödyntämistä ohjaavat asetukset ja luvat

Vuonna 2014 voimaan tullut ympäristönsuojelulaki esitteli merkittävän muutoksen verrattuna vanhaan lakiin. Kaivettujen pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen kaivualueella ei enää vaadi ympäristölupaa, vaan hyödyntäminen voidaan sisällyttää PIMA-ilmoitukseen (YSL 527/2014, 136 §; Ympäristöministeriö 2015b). Tällöin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen suunnitellaan kiinteänä osana kunnostusta. Ilmoituksen seurauksena lupaviranomainen voi päätöksellä rajata pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä esimerkiksi haitta-ainesten määrän tai laadun suhteen. Myös hyödynnettävän maa-aineksen määrää voidaan rajoittaa ja esimerkiksi edellyttää alueen pohjavesitarkkailua. Lain nykyinen linjaus edesauttaa etenkin pienimuotoista hyödyntämistä. Hyödyntämisalueet, joihin pilaantuneita maa-aineksia tulee kaivualueen ulkopuolelta, kuuluvat edelleen ympäristöluvan piiriin.

Maaperän kynnysarvot on PIMA-asetuksessa (214/2007) asetettu tasoon, jossa haitta-ainesten aiheuttamat ympäristö- ja terveysriskit ovat merkityksettömiä riippumatta siitä,

mihin maa-ainesta käytetään. Kynnysarvon alittavat haitta-aineiden pitoisuudet maa-aineksissa johtavat maa-aineksen luokitteluun pilaantumattomaksi. (Reinikainen 2007.) Pilaantumattomia maita saa hyödyntää kaivualueella ja sen ulkopuolella vapaasti. Pilaantumattonta maa-ainesta ei lasketa jätteeksi, kun se hyödynnetään suunnitelmallisesti ja sellaisenaan rakentamiseen. Yli kynnysarvon olevia haitta-ainepitoisuuksia sisältävät maa-ainekset luokitellaan pilaantumattomiksi maa-aineksiksi, joissa on kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Niin sanottuja kynnysarvomaita ei saa vapaasti hyödyntää kaivualueella tai sen ulkopuolella. Kynnysarvomaa-ainesten hyödyntämiseen kaivualueella voidaan toteuttaa PIMA-ilmoituspäätöksellä (YSL 527/2014 136 §). Kaivualueen ulkopuolella hyödyntäminen vaatii pääsääntöisesti ympäristönsuojelulain 27 §:n mukaisen ympäristöluvan. Kuvassa 4 on esitetty maa-ainesten hyödyntämisen ympäristölupavelvollisuus.



Kuva 4 Kaivettujen maa-ainesten hyödyntämisen luvanvaraisuus.

Vuonna 2017 valmistuva rakentamisen maa-ainejätteiden hyödyntämistä koskevan MASA-asetuksen on tarkoitus helpottaa hyödyntämistä rekisteröintimenettelyllä. Menettelyn edellytysten täytyttyä kaikki kohteen ulkopuolinen hyödyntäminen ei edellyttäisi ympäristölupaa. Uusi asetus koskisi pilaantuneita maita ainakin tiettyyn pitoisuusrajaan asti, mikä on selkeä ero edelliseen asetukseen, jonka soveltamisalaan kuului ainostaan betonimurske sekä kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lentotuhat, pohjatuhat ja leijupetihiekka. (UUMA 2 2016.)

### Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA) sovelletaan hankkeisiin, joista saattaa aiheutua merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia (Ympäristöministeriö 2016c). Lisäksi hankkeista, joista vaaditaan aina ympäristövaikutusten arviointi, on lista YVA-asetuksen 6 §:ssä (713/2006). Kaatopaikat tai maankaatopaikat, jotka on mitoitettu vähintään 50 000 tonnin vuotuiselle jätemäärälle vaativat ympäristövaikutusten arviointimenettelyn. Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuksesta tai niiden hyödyntämisestä ei tavallisesti tehdä ympäristövaikutusten arviointia (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2010).

### 2.5.2 Jätelaki

Jätelain mukaan jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä (JL 646/2011, 5 §). Jätelaki ottaa kantaa pilaantuneisiin maa-aineksiin siis silloin, kun ne joudutaan kaivamaan pois maaperästä esimerkiksi rakentamisen takia. Jätelakia ei sovelleta, kun aineksia ei ole irrotettu maa- tai kallioperästä.

Kaivettu maa-aines ei ole jätettä, kun

1. maa-aineksen sisältämät haitta-ainepitoisuudet eivät aiheuta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa,
2. maa-aineksen jatkokäyttö on varmaa,
3. maa-aineksen jatkokäyttö on suunnitelmallista ja
4. maa-aines voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan ilman muuntamistoimia (Ympäristöministeriö 2015b).

Pilaantuneet maa-ainekset luokitellaan jätteiksi valtioneuvoston asetuksen 179/2012 mukaisesti nimikkeillä 17 05 03\* ja 17 05 04. Ensin mainittu on nimike vaarallisia aineita sisältäville maa- ja kiviaineksille ja jälkimmäinen muille maa- ja kiviaineksille. Jätelain (JL 646/2011) 13 §:n mukaan jätteen, eli pilaantuneiden maa-ainesten käsitteystä ei saa aiheutua haittaa terveydelle tai ympäristölle. Täten pilaantunut maa täytyy ennen hyödyntämistä käsitellä tai eristää niin, ettei haittaa aiheudu. Pilaantuneen maaperän puhdistamisesta ja jätteestä aiheutuvan pilaantumisen ehkäisemisestä säädetään ympäristönsuojelulaissa (YSL 524/2014).

Jätelain (JL 646/2011) 8 §:n mukaan kaikessa jätteiden käsittelyn ammattimaisessa toiminnassa on noudatettava jätehierarkian mukaista etusijajärjestystä mahdollisuuksien mukaan. Etusijajärjestyksessä 1) on ensisijaisesti vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta, 2) jo syntynyt jäte on uudelleenkäytettävä tai kierrätettävä, 3) jäte on hyödynnettävä esim. energiana ja viimeiseksi 4) jäte on loppukäsiteltävä tai loppusijoitettava. Jätteen kierrätyksellä ei tarkoiteta jätteen valmistamista maantäyttöön käytettäväksi aineeksi (Ympäristöministeriö 2015b). Ympäristöministeriön (2015b) mukaan ammattimaisessa toiminnassa etusijajärjestystä on noudatettava sitovana velvollisuutena. Täten maa-ainesjätteen hyödyntämisen mahdollisuus tulisi aina selvittää ennen maa-ainesten käsittelyä tai loppusijoitusta.

### **2.5.3 Maankäyttö- ja rakennuslaki**

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL 132/1999) määritellään alueiden käytön ja kaiken rakentamisen tavoitteeksi luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle. Lain tarkoituksena on edistää eri alueiden toteutumista niin, että elinympäristössä voidaan edistää ekologista, taloudellista, sosiaalista ja kulttuurista kestävää kehitystä (MRL 132/1999, 1 §).

Alueiden käytön suunnittelun tavoitteista säädetään MRL:n pykälässä 5. Tavoitteena on muun muassa edistää yhdyskuntarakenteen ja yhdyskuntarakentamisen taloudellisuutta, luonnon monimuotoisuutta ja muiden luonnonarvojen säilymistä, ympäristönsuojelua ja ympäristöhaittojen ehkäisemistä sekä luonnonvarojen säästeliästä käyttöä. Rakenteiden ohjauksen tavoitteina (MRL 132/1999 12 §) on edistää rakentamista, joka perustuu elinkaariominaisuuksiltaan kestäviin, taloudellisiin sekä ekologisesti toimiviin ratkaisuihin. Tavoitteena on myös edistää käyttäjien tarpeita palvelevan, terveellisen ja turvallisen elinympäristön aikaansaamista. Lain pykälän 9 mukaan alueiden kaavoitusta tehdessä on selvitettävä vaihtoehtojen toteuttamisen ympäristövaikutukset.

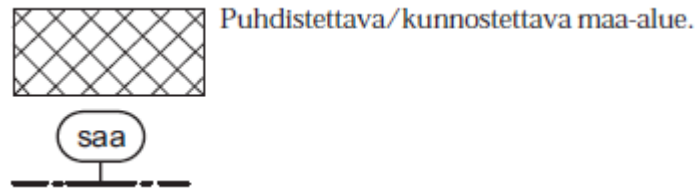


## Kaavoitus

Alueiden kaavoituksesta säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL 132/1999). Maakuntakaava esittää maakunnan alueiden käytön yleispiirteisesti (4 §). Sen laadinnassa on kiinnitettävä huomiota muun muassa alueiden käytön ekologiseen kestävyys-teen, ympäristön ja talouden kannalta kestäviin liikenteen ja teknisen huollon järjestelyihin sekä vesi- ja maa-ainesvarojen kestäväan käyttöön (28 §). Maakuntakaavassa voidaan antaa maakuntakaavamääräyksiä tai suojelumääräyksiä, jotka voivat osaltaan sallia tai rajoittaa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä.

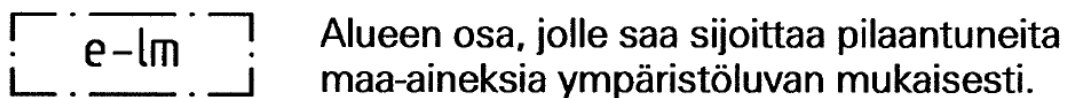
Yleiskaavan tavoitteena on kunnan tai sen osan maankäytön ja yhdyskuntarakenteen yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteen sovittaminen (MRL 132/1999, 35 §). Yleiskaavan tulee toteuttaa samoja periaatteita kuten maakuntakaavankin. Yleiskaavassa otetaan tarkemmin kantaa esimerkiksi joukko- ja kevyen liikenteen, sekä energia-, vesi- ja jätehuollon järjestämiseen. Yleiskaava voidaan tehdä myös tietyistä kaupunginosasta (osayleiskaava), jolloin voidaan lyhyemmällä aikavälillä ottaa kantaa esimerkiksi soveltuviin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisalueisiin.

Asemakaavan tarkoituksena on osoittaa alueet eri toimintoja varten ja ohjata rakentamista ja maankäyttöä paikallisesti (MRL 132/1999, 50 §). MRL 54 §:n mukaan asemakaavaa tulee ylläpitää jatkuvasti alueen kehittyessä ja se ei saa aiheuttaa elinympäristön laadun heikkenemistä tai kohtuutonta rajoitusta maanomistajalle tai muulle oikeuden haltijalle. Kaavoittaja voi merkitä asemakaavassa alueita "saa"-merkinnällä (puhdistettava/kunnostettava maa-alue, kuva 5). Tällöin pilaantunut maaperä on kunnostettava ennen rakennushankkeeseen ryhtymistä.



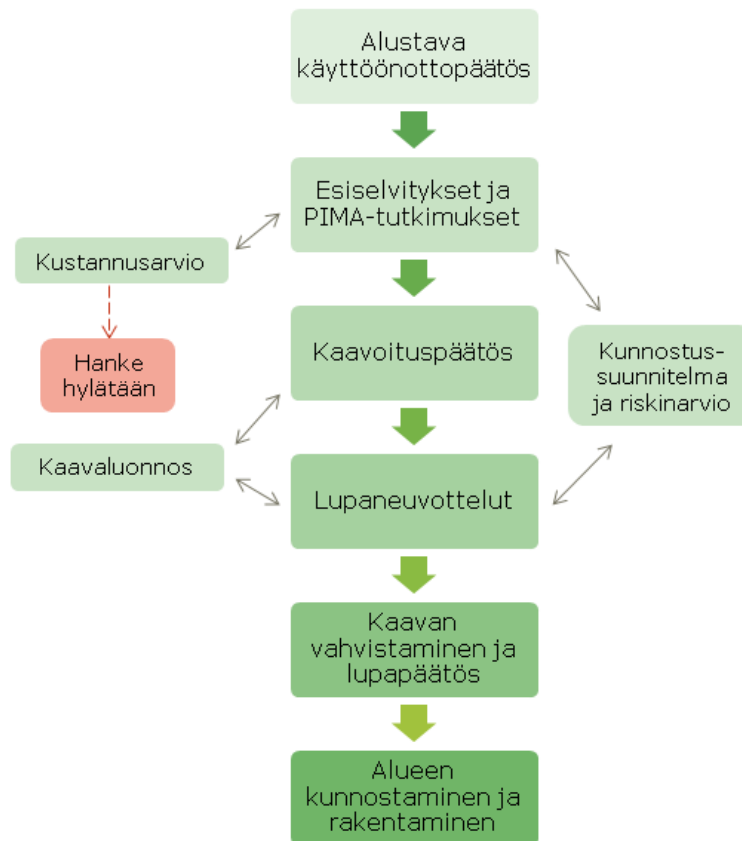
Kuva 5 Kaavamerkintä pilaantuneesta ja kunnostettavasta maa-alueesta (Ympäristöministeriö 2000).

Toisaalta asemakaavassa voidaan myös mahdollistaa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen. Helsingin Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston hyötykäyttöalue on merkitty alueen asemakaavaan merkinnällä e-lm (kuva 6). Ympäristölupaprosessi voidaan tällöin toteuttaa samanaikaisesti kaavaprosessin kanssa. Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston asemakaava ja ympäristölupa ovat tulleet voimaan kesällä 2009 ja pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen alkoi jo saman vuoden syksyllä.



Kuva 6 Pilaantuneiden maa-ainesten hyötykäyttöalueen kaavamerkintä (Helsingin kaupunki 2009).

Kun lähdetään selvittämään tietyn alueen maankäytön muuttamista esimerkiksi teollisuusalueesta asuinalueeksi, on tutkittava ja arvioitava pilaantuneiden maa-ainesten aiheuttamat riskit. Ideaalin toimintajärjestyksen noudattaminen auttaa hankkeen tehokkaassa läpiviennissä (kuva 7).



Kuva 7 Toimintamalli maankäytön muutosprosessiin (Tohmo ja Takala 2011, mukailtu).

Pilaantuneisuustutkimusten sekä maaperän pilaantuneisuuden ja kunnostustarpeen arvioinnin jälkeen hankealue voidaan jakaa osiin sen mukaan, mikä on ehdotettu tuleva maankäyttömuoto. Alkuvaiheen maankäytön suunnittelulla voidaan minimoida esimerkiksi maa-ainesten kaivutarve ja kuljetukset. Tohmo ja Takala (2011) muistuttavat, että kaavaluonnosvaiheessa on erittäin tärkeää toimia tiiviissä yhteistyössä ympäristökonsultin, kaavoittajan ja ympäristöviranomaisen kanssa. Pilaantuneiden maiden takia kaivettuja kaivantoja voidaan hyödyntää esimerkiksi parkkihalleina tai vesiaiheina. Pilaantuneet maa-ainekset voidaan hyödyntää meluvälillä tai puistoalueilla.

Kun lupaviranomaisneuvotteluita on käyty jo suunnitelmavaiheessa, on pilaantuneiden maa-alueiden kunnostussuunnitelman teko yksinkertaisempaa. Kunnostussuunnitelmasa tulisi esittää hyödyntämisalueet, eristerakenteet ja muun muassa hyötykäytön laadunvalvonta ja tarkkailu. Mahdollinen pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen tulisi näkyä myös kaavaluonnoksessa, jotta osallisilla on mahdollisuus ottaa luonnokseen kantaa. Maankäytöhankkeen aikataulu riippuu useasta tekijästä, kuten hankkeen koosta, sijainnista ja maanomistajista. (Tohmo ja Takala 2011.)

## 2.6 Valtakunnalliset strategiat

Ympäristöministeriön (2015a) julkaiseman pilaantuneiden maiden riskinhallintastrategian (PIMA-strategia) päämääränä on, että pilaantuneiden alueiden riskit on saatu hallintaan vuoteen 2040 mennessä. Strategia sisältää riskikohteiden tunnistamisen, tutkimisen ja mahdollisen kunnostamisen erillisen ohjelman kautta. Valtakunnallisen strategian tarve huomattiin, kun edellisen Maaperänsuojelun tavoitteet -mietinnön (1998) valmis-

tumisen jälkeen toimintaympäristö on merkittävästi muuttunut. PIMA-strategian tavoitteet ovat:

1. Riskikohteet tunnistetaan, tutkitaan ja kunnostetaan järjestelmällisesti.
2. Alueiden käyttö ja pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinta tukevat toisiaan.
3. Tietojärjestelmät tukevat suunnittelua ja päätöksentekoa.
4. Kunnostus- ja riskinhallintamenetelmät ovat ekotehokkaita ja edistävät kiertotaloutta.
5. Menettelytavat ovat selkeitä ja yhdenmukaisia.
6. Toiminta ja viestintä ovat avointa, läpinäkyvää ja vuorovaikutteista. (Ympäristöministeriö 2015a.)

PIMA-strategia ottaa kantaa hyödyntämisalueisiin kannustamalla kaavoittajia merkitsemään maa-aineksille käsittely-, välivarastointi- ja hyödyntämisalueita sekä ottamaan huomioon massojen hyödyntämisen mm. kortteleiden korkotasoa suunnitellessaan. Tavoitteen 4 alatavoitteena on hyödyntää maa-aineksia tehokkaasti kaivukohteessa tai lähialueilla. Tavoitteen toteuttamiseksi strategia listaa yhtenä keinona uuden MASA-asetuksen (ks. luku 2.5.1), jossa määritellään edellytykset maa-ainesjätteiden ja muiden ylijäämäainesten hyödyntämisen ilman ympäristölupaa. (Ympäristöministeriö 2015a.)

Luonnonvarastrategian mukaan resurssien käytön tehokkuus on tulevaisuudessa merkittävä kilpailutekijä (Sitra 2009). Kestävä luonnonvarojen käyttö ja resurssitehokkuus voivat olla kilpailuvaltti investointeja hankittaessa. Kun luonnonvaroja otetaan yhteiskunnan käyttöön, on pidettävä huolta, että ne tuottavat mahdollisimman paljon lisäarvoa yhteiskunnalle. Jäte voidaan nähdä vain väärässä paikassa olevana raaka-aineena. Luonnonvarastrategia painottaa kaavoituksen tärkeyttä resurssitehokkuuden toteuttamisessa.

## **2.7 Pilaantuneet maat ja kestävä kehitys**

Pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyn tulisi aina tähdätä mahdollisimman ekologiseen toimintaan, jossa pyritään minimoimaan ympäristöhaitat ja maksimoimaan hyödyt yhteiskunnalle ja taloudelle (Ympäristöministeriö 2014a). Parhaita käyttökelpoisia tekniikoita (BAT) määritellään eri jätteiden käsittelylle EU:n (2006) referenssidokumentissa (BREF), jossa pilaantuneelle maa-alueen hallinnan tekniikoina suositellaan muun muassa rajoittamaan kaivetun pilaantuneen maa-aineksen määrää.

UK Sustainable Remediation Forum (SuRF UK) perustettiin vuonna 2007, tarkoituksenaan kehittää kestävä kehityksen periaatteiden mukaiset puitteet pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinnan päätöksentekoon. Kunnostustoimien kestävyys arviointiin kehitettiin indikaattorit kolmelle eri osa-alueelle: ympäristö-, talous- ja sosiaalisille vaikutuksille. Ympäristöindikaattorit ovat vaikutukset ilmaan, maaperään, veteen ja biodiversiteettiin, jätteen muodostuminen ja luonnonvarojen käyttö sekä kunnostustoimien yleinen haitta. Sosiaaliset indikaattorit käsittelevät vaikutuksia ihmisten terveyteen, kunnostuksen eettisiä vaikutuksia, sidosryhmien vaikutusmahdollisuuksia ja epävarmuuksia. Taloudelliset indikaattorit liittyvät suoriin ja epäsuoriin kustannuksiin, tulevaan mahdolliseen tuottoon ja projektin aikatauluun. (SuRF UK 2010.)

Suomessa pilaantuneen maaperän ja pohjaveden riskinhallintaratkaisujen ekotehokkuus-projektin (PIRRE) puitteissa pyrittiin ensimmäistä kertaa soveltamaan ekotehokkuuden ideologiaa pilaantuneiden maiden riskinhallintaan (Sorvari ym. 2009; Sorvari & Seppälä 2010). Ekotehokkuus määriteltiin projektissa ympäristöllisten, taloudellisten ja sosi-

aalisten vaikutusten yhdistelmänä. Käytännössä ekotehokkuuden määritelmä on sama kuin kestäväällä kehityksellä.

Pilaantuneiden maiden riskinhallinnan osalta Sorvari ym. (2009) päätyivät neljään eri ekotehokkuuden päätekijään, jotka ovat: riskit, ympäristövaikutukset, kustannukset sekä sosiaaliset ja muut vaikutukset. Pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinta tarkoittaa pilaantuneiden maa-alueiden kunnostusten lisäksi muiden riskien rajoittamiseen tähtäävien toimenpiteiden, kuten tutkimusten tekemistä, seurantaa ja maankäytön rajoittamista. Harbottlen ym. (2006) mukaan kestävä pilaantuneen maa-alueen kunnostus määräytyy neljällä tekijällä: tulevat taloudelliset hyödyt ovat suuremmat kuin kunnostuksen kustannukset, kunnostuksen ympäristövaikutusten arvioidaan olevan pienemmät kuin riski jättää maaperä kunnostamatta, kunnostuksen sosiaaliset vaikutukset on arvioitu sekä ympäristövaikutusten aikaskaala on otettu huomioon. Taulukossa 3 on esitetty vertailu Sorvarin ym. ja Harbottlen ym. kestävyuden mittareista.

*Taulukko 3 Vertailu kestävyuden mittareista pilaantuneen alueen riskinhallinnassa.*

<b>Sorvari ym. 2009</b>	<b>Harbottle ym. 2006</b>
Pilaantuneen maa-alueen terveystriskit ja ekologiset riskit	Kunnostuksen ympäristövaikutukset vs. paikalleen jättämisen riski
Kunnostuksen ympäristövaikutukset	Ympäristövaikutusten aikaskaala
Kunnostuksen kustannukset	Tulevaisuuden taloudelliset hyödyt vs. kunnostuksen kustannukset
Kunnostuksen sosiaaliset ja muut vaikutukset	Sosiaaliset vaikutukset

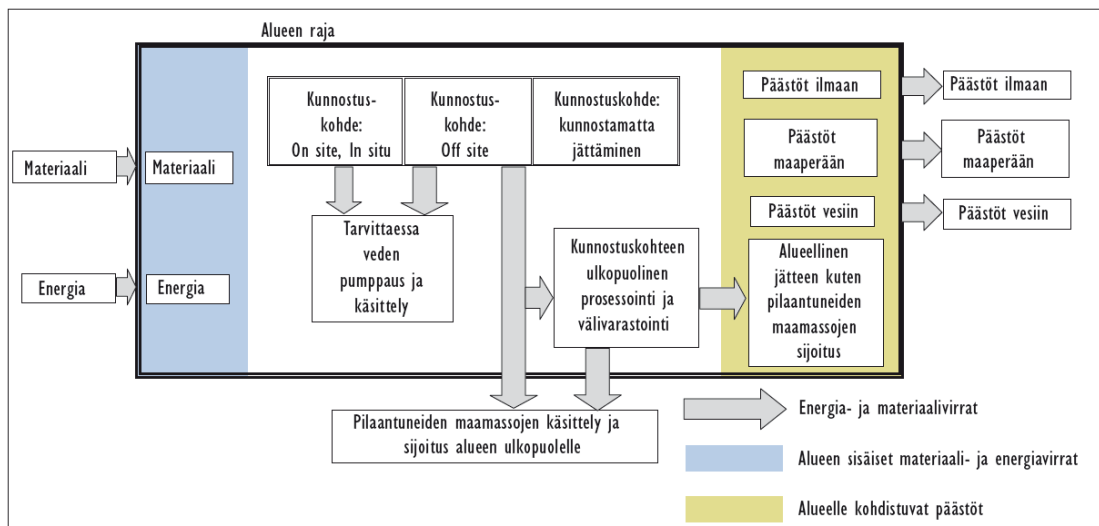
Sorvarin ym. (2009) ja Harbottlen ym. (2006) kestävyuden mittarit ovat samankaltaisia. Molemmat ottavat huomioon kestävyuden kolme tärkeintä osatekijää (ympäristö-, talous- ja sosiaaliset vaikutukset). Sorvari ym. ovat kuitenkin nostaneet mittariksi myös terveystriskit, joita Harbottle ym. ei suoraan mainitse. Ympäristöministeriö määritteli seuraavat kestäväen kunnostuksen tavoitteet ja periaatteet seuraten muun muassa SuRF UK:n (2010) esittämiä periaatteita: 1) Ihmisen terveyden ja ympäristön suojeleminen, 2) Kestävyuden moniulotteinen ja perusteltu tarkastelu, 3) Sidosryhmien osallistuminen päätöksentekoon ja 4) Kunnostushankkeen huolellinen suunnittelu ja toteutus. (Ympäristöministeriö 2014a.)

## **2.8 Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostus**

Sorvarin ym. (2009) mukaan pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinnan kestävyyyteen vaikuttavat erityisesti maa-ainesten massavirrat. Yleisesti pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuksissa pilaantuneiden maa-ainesten massavirrat on hyvin dokumentoitu. Sen sijaan puhtaiden aineiden käyttö saattaa jäädä dokumentoimatta. (Nerg 2008.) Sorvarin ym. (2009) mukaan pilaantuneiden maiden riskinhallinnan kestävyyttä voidaan parantaa erityisesti lisäämällä energiatehokkuutta, vähentämällä haitallisten aineiden aiheuttamaa riskiä, lisäämällä materiaalien kierrätettävyyttä, minimoimalla neitseellisten luonnonvarojen käyttöä ja tehostamalla riskinhallinnan taloudellisuutta. On kuitenkin huomattava, että kaikkien näiden tavoitteiden toteutuminen samanaikaisesti voi olla mahdotonta.

Pilaantuneita maa-alueita voidaan siis kunnostaa usealla eri tavalla. Jos pilaantuneet maat kunnostetaan *in situ*, eli ilman kaivua, maa-ainesvirtoja ei synny. *In situ* -kunnostuksia on tehty pääosin orgaanisesti pilaantuneille maille. Maa-ainesvirrat ovat kohteen sisäisiä, jos kaikki pilaantunut maa-aines hyödynnetään jätteen syntypaikalla (*on site*). Jos pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan esimerkiksi kaatopaikalle loppusijoitukseen, syntyy kohteen ulkopuolisia maa-ainesvirtoja. Myös korvaavan maa-aineksen tuominen alueelle tulee laskea kohteen maa-ainesvirtoihin. (Nerg 2008; Sorvari ym. 2009.) Vaikka massanvaihto ei ole usein kokonaistehokkuuden kannalta paras vaihtoehto, sitä käytetään nopeuden ja luotettavuuden takia eniten. Lemming ym. (2016) ovatkin todenneet, että massanvaihto voi olla kestävyydeltään paras kunnostusvaihtoehto etenkin sellaisessa tilanteessa, joissa pilaantuneet maat muodostavat välittömän riskin osallisille. Nerg (2008) toteaa, että loppusijoitukseen kuljetettujen pilaantuneiden maa-ainesten määrän seuranta on yksinkertainen aluetason kunnostusten ekotehokkuuden indikaattori. Jos kuljetukset vähenevät, hyödyntämistä tai *in situ* -menetelmien käyttöä on oletettavasti lisätty.

Kuvassa 8 on esitetty pilaantuneiden maa-alueiden mahdolliset ympäristövaikutukset eri kunnostusvaihtoehdoissa (Nerg 2008). Käytännössä pilaantuneen maa-alueen kunnostus kuluttaa aina tietyn määrän energiaa, joka aiheuttaa energiavirran ulkopuolelta kohteeseen. Kunnostustoimenpiteistä aiheutuu energiankulutusta myös kohteen ulkopuolella kuljetusten ja sijoituksen muodossa. Esimerkiksi puhdas alueelle tuotava täyttömateriaali aiheuttaa energian kulutusta, joka voidaan määritellä kohteen ulkopuoliseksi. (Blanc ym. 2004; Nerg 2008.) Kunnostustavasta riippuen kohteessa syntyy massavirtoja joko ulkopuolelle tai sisäisesti. Paikallinen, esimerkiksi suunnittelualueen sisäinen hyödyntäminen voidaan usein lukea kohteen sisäiseksi massavirroiksi, kun taas maa-ainesten kaatopaikalle vienti on ulkoinen massavirta. Kolmas komponentti Nergin (2008) mukaan ovat päästöt, joita aiheutuu ainakin ilmaan, vesiin ja maaperään. Päästöjä voi aiheutua kohteen sisälle ja ulkopuolelle.



Kuva 8 Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen ympäristövaikutukset (Nerg 2008).

Kunnostusvaihtoehtojen kestävyyttä vertailtaessa suositeltiin *in situ* -menetelmiä (mm. Page ym. 1999; Harbottle ym 2006). Tutkimuksissa on kuitenkin käsitelty orgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneita maita, jotka eroavat esimerkiksi Helsingissä usein tavattavista sekapilaantuneista maista. Metallij- ja sekapilaantuneisuus on Helsingissä yleistä, mikä vaikeuttaa *in situ* -kunnostuksen toteuttamista. Lemming ym. (2010a) huomauttavat, että pohjavesien mahdollinen pilaantuminen on jätetty huomioimatta monissa elin-

kaarilaskentamenetelmissä, mikä onkin asia, mihin pitäisi tulevaisuudessa kiinnittää huomiota. Tutkimuksissa ei otettu kantaa siihen, miten massojen kuljetusmatkan pituus vaikuttaa ympäristökuormitukseen.

## **2.9 Elinkaarimetodiikka pilaantuneiden maiden tarkastelussa**

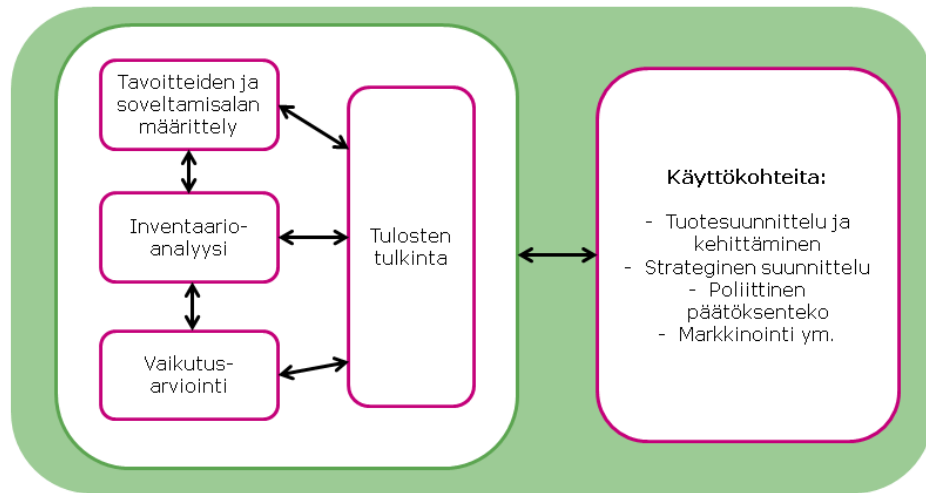
Kun arvioidaan tuotetta, toimintaa tai palvelua koko elinkaaren ajan, arviointia kutsutaan yleisesti elinkaarianalyysiksi tai elinkaariarvioinniksi (LCA, Life Cycle Assessment/Analysis). Elinkaarianalyysimenetelmät vastaavat tarpeeseen kehittää päätöksentekoa auttava väline, jolla voidaan arvioida eri vaihtoehtojen ympäristövaikutuksia (Seppälä 2003). Elinkaarianalyysimenetelmiä on useita ja ne voivat keskittyä analysoimaan vain yhtä tai muutamaa osa-aluetta kerrallaan. Ympäristövaikutuksia arvioivia elinkaarianalyysimenetelmiä ovat esimerkiksi ympäristö- ja hiilijalanjälkilaskuri sekä materiaalivirta-analyysi. (Antikainen & Seppälä 2012.) Täydellinen elinkaariarviointi ottaa huomioon koko toiminnan elinkaaren raaka-aineen hankinnasta sen prosessointiin, kuljetuksiin, tuotteen käyttöön ja kierrätykseen sekä jätteen loppusijoitukseen (Consoli ym. 1993).

Tällä hetkellä on voimassa viisi elinkaarianalyysia käsittelevää standardia, jotka ovat:

1. ISO 14040:2006 Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaarianalyysi. Periaatteet ja pääpiirteet.
2. ISO 14044:2006 Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaarianalyysi. Vaatimukset ja suuntaviivoja.
3. ISO/TR 14047 Environmental management. Life cycle impact assessment.
4. ISO/TS 14048:2002 Environmental management. Life cycle assessment. Data documentation format.
5. ISO/TR 14049:2000 Environmental management. Life cycle assessment. Examples of application of ISO 140414 to goal and scope definition and inventory analysis. (Antikainen 2010.)

ISO 14040 -standardi määrittelee elinkaarianalyysin pääpiirteet ja antaa yleisiä ohjeita siitä, mitä elinkaarianalyysiin kuuluu ja mitä eri vaiheissa tulee huomioida. ISO 4044 antaa ohjeita erityisesti tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyssä. ISO/TR 14047 ja ISO/TR 14049 selventävät yo. standardien soveltamista esimerkkien kautta. ISO/TR 14048 esittelee elinkaariarvioinnin inventaariotiedon raportoimisen hyviä käytäntöjä ja vaatimuksia.

Elinkaariarvioinnissa on neljä eri vaihetta, jotka ovat tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusten arviointi ja tulosten tulkinta (kuva 9) (ISO 14040:2006). Elinkaariarviointia voidaan käyttää esimerkiksi strategisen suunnittelun tai poliittisen päätöksenteon tukena. Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyssä selvitetään se, miten yksityiskohtainen elinkaarianalyysi tulee olemaan ja mitä ajanjaksoa analyysissa tarkastellaan. Tutkimuksen laajuus, rajaukset ja raportointivaatimukset tulee päättää jo elinkaarianalyysin alkuvaiheessa. Inventaarioanalyysissä kerätään tarvittavat tiedot, eli käytännössä tiedot tuotteen tai palvelun materiaali-, tuote-, ja palveluvirroista. Inventaarioanalyysi antaa määrällisiä tuloksia, joiden merkitystä pohditaan vaikutusarvioinnissa. (Antikainen 2010.)



Kuva 9 Elinkaariarvioinnin eri vaiheet (ISO 14040:2006).

Elinkaariarvioinnin soveltumisesta pilaantuneiden maiden kunnostukseen on tehty useita tutkimuksia (mm. Diamond ym. 1999; Nerg 2008; Lemming ym. 2010a ja Cappuyns 2013). Lemming ym. (2010a) ja Cappuyns (2013) toteavat, että elinkaarianalyysi sopii hyvin pilaantuneiden maa-alueiden kunnostusvaihtoehtojen vertailuun. Elinkaariarvioinnin sopii pilaantuneiden alueiden kunnostuksen suunnitteluun erityisesti silloin, kun halutaan etsiä tiettyjä tarkkoja toimenpidevaihtoehtoja ympäristövaikutusten vähentämiseen (Cappuyns 2013). Näin elinkaarilaskennan voi suorittaa useampaan kertaan testaten eri skenaarioita. Yksi testattava skenaario voi esimerkiksi pitää sisällään laajemmat ennakkotutkimukset alueella, jotka parantaisivat tutkimuksen luotettavuutta ja vähentäisivät kunnostuksen aikaisia riskejä.

Diamond ym. (1999), Page ym. (1999) ja Harbottle ym. (2006) totesivat elinkaarianalyysiä soveltavassa kunnostusmenetelmävertailussaan massanvaihdolla olevan enemmän haitallisia ympäristövaikutuksia kuin muilla kunnostusmenetelmillä. Lemming ym. (2010a) olivat sitä mieltä, että useat valmiit laskentamallit vähättelevät massanvaihdon päästöjä, sillä mallit eivät laske mukaan tulevaisuudessa tapahtuvia päästöjä kaatopaikalla. Sen sijaan kunnostuspaikalla toteutetussa kunnostuksessa haitta-aineiden päästöt ovat mukana laskennassa.

## 3 Tapaustutkimus

### 3.1 Aineistot ja menetelmät

Pilaantuneiden maa-ainesten paikallista hyödyntämistä tutkittiin tapaustutkimuksella. Tässä luvussa esitetään tapaustutkimuksen menetelmät, aineistot ja rajaukset. Tapaustutkimukseen valittiin kolme kohdetta Helsingistä, joissa pilaantuneita maa-aineksia on hyödynnetty tai niitä on suunniteltu hyödynnettävän. Koska tapaustutkimuksen tarkoituksena on yleensä selvittää tapausten avulla tutkitun aiheen kysymyksiä yksityiskohtaisesti ja täsmällisesti (Stake 1995), menetelmä sopii tämän tutkimuksen tarkoitukseen hyvin. Tapaustutkimuksen tavoitteena voi olla tapauksen analysointi itsessään (Eriksson & Koistinen 2005) tai tuloksia voidaan joskus myös yleistää koskemaan laajempaa ilmiötä. Tapaustutkimuksen avulla tuotettuja teoreettisia malleja on mahdollista kokeilla muidenkin samanlaisten tapausten selittämiseen, mitä kutsutaan analyttiseksi yleistämiseksi (Yin 2004). Tapaustutkimuskohteita käsiteltiin kahden kestävyuden mittarin, kustannusten ja ympäristövaikutusten kautta. Sen sijaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen sosiaalisia vaikutuksia ei otettu huomioon.

Elinkaarimetodiikan on todettu sopivan pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinnan tarkasteluun (Lemming 2010a; Cappuyns 2013). Tässä työssä ympäristökuormituksen laskennan työkalujen valinnan perusteena oli niiden soveltuvuus pilaantuneiden maiden kontekstiin. Työkaluina tapaustutkimuksessa käytettiin U.S. EPA:n julkaisemaa SEFA-laskentatyökalua (Spreadsheets for Environmental Footprint Analysis) ja Suomen Ympäristökeskuksen julkaisemaa PIRTU-ekotehokkuustyökalua.

Lundénin (2008) mukaan PIRTU toimii hyvin pilaantuneisiin maihin liittyvän päätöksenteon tukivälineenä ja eri kunnostusvaihtoehtojen ekotehokkuuden tarkastelussa. Huang ym. (2016) totesivat SEFA:n toimivan hyvin eri pilaantuneiden maa-alueiden kunnostusvaihtoehtojen tarkastelussa etenkin käytettävyyden näkökulmasta.

Vaikka tämän työn tarkoituksena ei ollut tuottaa aukottomasti yleistettäviä tuloksia, työhön valittiin kolme erilaista kohdetta niiden yhteneväisyyksien ja eroavaisuuksien löytämiseksi. Työssä tutkittiin myös kahden valitun työkalun eroja ja niiden tuloksien vertailtavuutta. Tapaustutkimuksen aineisto kerättiin kohteiden ympäristöluvista, kohteista tehdyistä raporteista ja konsulttien muistiinpanoista. Lisäksi tapaustutkimuksen aineistona käytettiin henkilökohtaisia tiedonantoja yksityiskohtien selvittämiseksi. Paikallisen hyödyntämisen kustannusvaikutuksia arvioitiin kahden tapaustutkimuskohteen avulla. Kustannusvaikutukset laskettiin toteutuneiden kustannusten mukaan käyttäen Helsingin kaupungin puitesopimushinnastoja.

### 3.2 Tarkastellut hyödyntämiskohteet

Tässä diplomityössä tarkasteltiin Vuosaaren rakennettua meluestettä, Ida Aalbergin puistoa ja Jätkäsaaren rakennettua Hyväntoivonpuistoa. Kaikki kohteet sijaitsevat Helsingissä. Vuosaaren meluesteen maasto on aiemmin ollut luonnontilainen, kun taas Jätkäsaarella hyötykäyttöalue rakennetaan jo aiemmin pilaantuneen täyttömaa-alueen päälle. Ida Aalbergin puiston alue oli jo aiemmin puistoa, joten maankäytön muoto ei muuttunut pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen seurauksena. Tässä luvussa esitetyt numeroarvot on pyöristetty luettavuuden parantamiseksi. Laskelmat on kuitenkin suoritettu tarkoilla lukuarvoilla.



Jätkäsaarella pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen toteutettiin vuosina 2009–2012. Hyödyntämismäärä sai ympäristöluvan mukaan olla maksimissaan 45 000 m<sup>3</sup> (YS 674/2009). Vuosaarella hyödyntäminen toteutettiin vuosina 2004–2007 ja pilaantunutta maa-ainesta sai hyödyntää maksimissaan 140 000 m<sup>3</sup> (YS 711/2004). Ida Aalbergin puistossa hyödyntämistä suunniteltiin, mutta siitä luovuttiin hankkeen aikataulun vuoksi. Kohde on kuitenkin valittu tutkimukseen sen hyödyntämispotentiaalin takia. Ida Aalbergin puisto kunnostettiin vuonna 2012. Tapaustutkimuskohteiden sijainti on esitetty kuvan 10 kartassa ja alueiden perustiedot taulukossa 4.

*Taulukko 4 Tapaustutkimuskohteiden yleistiedot.*

	<b>Jätkäsaaren Hyväntoivon- puisto 1</b>	<b>Vuosaaren meluste</b>	<b>Ida Aalbergin puisto</b>
<b>Aiempi käyttö</b>	Satama-alue	Metsä	Puistoalue
<b>Nykyinen käyttö</b>	Puistoalue	Meluvalli	Puistoalue
<b>Kunnostus- tai hyödyntämivuosi</b>	2009–2012	2004–2008	2012
<b>Hyödynnetyn pilaantuneen maa-aineksen määrä</b>	84 000 t	150 000 t	0 t
<b>Maa-aineksia kaivettu yhteensä</b>	310 000 t	200 000 t	6 800 t
<b>Pilaantuneisuus</b>	Metallit, öljyt, PAH-yhdisteet	Metallit, TBT	Metallit



*Kuva 10 Tapaustutkimuskohteiden sijainti (Helsingin kaupunki 2016).*

### 3.2.1 Vuosaaren melueste

Vuosaassa kunnostettiin tulevan sataman alta entisen telakka-alueen pilaantuneet maa-ainekset. Alueen asemakaavassa, joka vahvistettiin tammikuussa 2002, edellytettiin meluesteen rakentamista alueen koillisreunaan suojelemaan läheistä Natura-alueelta melulta. Uudenmaan ympäristökeskus antoi Vuosaaren meluesteelle ympäristölupapäätöksen kesäkuussa 2004 (YS 711/2004). Se sisältää ehdot pilaantuneen maa-aineksen väli-varastoinnille ja hyödyntämiselle meluesteen rakenteissa. Alue oli ennen meluestettä luonnontilaista metsää ja niittyä. Lähimmät luokitellut pohjavesialueet sijaitsivat 1,5 ja 2 km etäisyydellä kohteesta. Meluesteen alueen pohjavesi ei virtaa näitä pohjavesialueita kohti. Melueste sijoitettiin kahden kallion väliseen painanteeseen, jossa kallion päällä oli kitkamaa- sekä savikerros. (YS 711/2004.) Meluesteen sijainti on esitetty kuvassa 11. Vuosaaren meluesteen hyödyntämisalueen periaatteellinen poikkileikkaus on esitetty liitteessä 2.



Kuva 11 Vuosaaren meluesteen sijainti (Helsingin kaupunki 2016).

Vuosaaren meluesteessä hyödynnetyt pilaantuneet maa-ainekset (täyttömaata ja kalliomurskettä) kuljetettiin n. 800 m etäisyydellä olleelta entiseltä telakka-alueelta. Maa-ainesten haitta-aineet olivat peräisin hiekkapuhallushiekasta ja kalliomurskeesta. Täyttömaa sisälsi erityisesti metalleja, kuten kuparia, nikkeliä ja kobolttia. Kalliomurskeessa oli luonnollisia korkeita arseenin pitoisuuksia. Maa-aineksissa ei ollut merkittäviä orgaanisten haitta-aineiden pitoisuuksia.

Vuosaaren meluesteen ympäristöluvituksen aikaan käytössä oli vielä SAMASE-ohjearvot ja -raja-arvot. Haitta-aineiden pitoisuuksien ylittäessä SAMASE-ohjearvot, maa-ainekset luokiteltiin lievästi pilaantuneiksi. Voimakkaasti pilaantuneiden massojen pitoisuudet olivat yli raja-arvon. Ympäristöluvan YS 711/2004 mukaan meluesteessä ei saanut hyödyntää maa-aineksia, joiden sisältämien orgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet ylittävät Samase-raja-arvot. Epäorgaanisia haitta-aineita sisältävät maa-ainekset saivat sen sijaan sisältää yli raja-arvojen olevia pitoisuuksia. Meluesteeseen tarvittavien massojen määräksi oli arvioitu yhteensä 200 000–300 000 m<sup>3</sup>, joista n. 140 000 m<sup>3</sup> oli tarkoitus tulla telakka-alueen pilaantuneista maista.

Hyödynnettävien maa-ainesten ympäristövaikutuksia oli tutkittu liukoisuustesteillä. Metallien pitoisuudet alittivat pääosin pysyvän jätteen kaatopaikalle sijoitettavan maa-aineksen raja-arvot, jotka oli määritelty EU:n neuvoston päätöksessä 1999/31/EY, 19.12.2002. Nykyään pysyvän jätteen kaatopaikan pitoisuusrajat on määritelty valtio-neuvoston asetuksessa 331/2013 (asetus kaatopaikoista). Kyseisiä arvoja on sovellettu hyödyntämisalueille suoraan tai osittain, vaikka hyödyntämisalueita ei luokitella kaatopaikoiksi eivätkä ne vaadi ympäristövaikutusten arviointimenettelyä, kun vuosittain hyödynnettävien maa-ainesten määrä on alle 50 000 t.

Ympäristölupapäätöksen YS 711/2004 mukaan alueen pinta- ja pohjavesiä tuli tutkia kahdesti vuodessa hyödyntämisen ajan sekä vähintään viisi vuotta meluesteen valmistuksen jälkeen. Alueen pohjavesiä tuli tarkkailla kolmesta pohjavesiputkesta ja yhdestä tarkkailukaivosta. Pintavesiä tutkittiin kolmesta pisteestä, jotka sijaitsevat alueelta lähtevissä ojissa. Näytteistä tuli selvittää metallien, öljyhiilivetyjen, PCB-yhdisteiden, TBT-yhdisteiden ja VOC-yhdisteiden pitoisuudet sekä pH, sähkönjohtavuus ja orgaaniset halogeeniyhdisteet (AOX).

Ympäristövaikutuksia laskettiin Vuosaaren melusteelle viidessä eri skenaariossa. Ensimmäinen skenaario oli toteutunut tilanne, jossa hyödynnettiin pilaantuneita maa-aineksia meluesteen rakentamiseen. Toisessa skenaariossa hyödynnettiin ainoastaan kitka- ja kynnysarvomaat melusteessa. Pilaantuneet maa-ainekset laskettiin kuljetettavaksi vastaanottoipaikkoihin kuten toteutuneessa tilanteessa. Kolmannella, neljännellä ja viidennellä laskennalla etsittiin sitä etäisyyttä, jolla alueen ulkopuolinen loppusijoitus olisi päästöjen kannalta katsottuna järkevämpää. Skenaariot ja niiden yksityiskohdat on esitetty taulukossa 5 ja maa-ainesten määrät ja etäisyydet loppusijoituspaikkoihin liitteessä 1.

Taulukko 5 Vuosaaren meluesteen eri laskentaskenaariot.

No.	Skenaarion sisältö
Skenaario 1	Hyödynnetään pilaantuneita maa-aineksia, kitkamaita ja kynnysarvoma-aineksia meluesteen rakentamiseen. Voimakkaasti orgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin. Kaikki yli vaarallisen jätteen raja-arvon sisältävät maa-ainekset kuljetetaan ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin. Vastaanotto- paikat sijaitsevat 85–300 km etäisyydellä Vuosaaresta.
Skenaario 2	Hyödynnetään ainoastaan pilaantumattomat ja kynnysarvoma-ainekset meluesteessä. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuoli- seen vastaanottopaikkaan, jotka sijaitsevat 85–300 km etäisyydellä Vuo- saaresta. Aiemmin hyödynnetyt pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan tässä skenaariossa 130 km etäisyydelle. Meluesteeseen tarvittavat maa- ainekset lasketaan tuotavaksi muista kohteista, esimerkiksi maanotto- paikalta, 20 km etäisyydeltä.
Skenaario 3	Hyödynnetään ainoastaan pilaantumattomat kitka- ja kynnysarvoma- ainekset meluesteessä. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin, jotka teoriassa sijaitsevat maksimi- ssaan 50 kilometrin etäisyydellä Vuosaaresta. Meluesteeseen tarvitta- vat maa-ainekset lasketaan tuotavaksi muista kohteista, esimerkiksi maanotto- paikalta, 20 km etäisyydeltä.
Skenaario 4	Hyödynnetään ainoastaan pilaantumattomat kitka- ja kynnysarvoma- ainekset meluesteessä. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin, jotka teoriassa sijaitsevat maksimi- ssaan 10 kilometrin etäisyydellä Vuosaaresta. Meluesteeseen tarvitta- vat maa-ainekset lasketaan tuotavaksi muista kohteista, esimerkiksi maanotto- paikalta, 20 km etäisyydeltä.
Skenaario 5	Hyödynnetään ainoastaan pilaantumattomat kitka- ja kynnysarvoma- ainekset meluesteessä. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin, jotka teoriassa sijaitsevat maksimi- ssaan 7 kilometrin etäisyydellä Vuosaaresta. Meluesteeseen tarvitta- vat maa-ainekset lasketaan tuotavaksi muista kohteista, esimerkiksi maanotto- paikalta, 7 km etäisyydeltä.

### 3.2.2 Jätkäsaaren Hyväntoivonpuisto

Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston hyötykäyttöalue sai Uudenmaan ympäristökeskukselta ympäristöluvan kesäkuussa 2009 (YS 674/2009). Ympäristöluva koskee hyötykäytön lisäksi pilaantuneen maa-alueen kunnostamista sekä maa-ainesten lisäksi betoni-, tiili-, ja asfalttimurskeen hyödyntämistä. Jätkäsaaren alue on ollut satamakäytössä vuosina 1910–2008. Vuonna 2009 aloitettiin alueen uudelleenrakentaminen. Jätkäsaaren Hyvän- toivonpuiston sijainti on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12 Jätkäsaaren hyötykäyttöalueen sijainti (Helsingin kaupunki 2016).

Jätkäsaaren alue on rakentunut kolmen saaren yhteyteen 1800-luvun lopusta eteenpäin. Saarien väliset alueet sisältävät enimmäkseen soraa, hiekkaa, silttiä ja louhetta. Alueella on todettu voimakkaasti pilaantuneita maa-aineksia. Hyötykäyttöalue on sijoitettu saarten väliselle alueelle aiemmin pilaantuneiden alueiden päälle. Pilaantuneisuus on johtunut enimmäkseen epäorgaanisista haitta-aineista, mutta alueella on todettu myös orgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneita maa-aineksia. (YS 674/2009.)

Hyväntoivonpuiston hyötykäyttöalueelle sijoitettiin pilaantuneita maa-aineksia aieman maanpinnan yläpuolelle. Suora kosketus pilaantuneisiin maihin estettiin pintarakenteilla. Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston hyötykäyttöalueen periaatteellinen poikkeuslupa on esitetty liitteessä 3. Hyödynnetyt maa-ainekset olivat epäorgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneita maa-aineksia ja lievästi orgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneita maa-aineksia. Poikkeuksena tästä, haihtuvia hiilivetyjä (VOC) yli alemman ohjearvon sisältäneitä maa-aineksia ei saanut hyödyntää alueella. (YS 674/2009.) Pilaantuneita maa-aineksia hyödynnettiin alueella yhteensä 43 000 m<sup>3</sup>rtd. Kaikki hyödynnettävät pilaantuneet maa-ainekset olivat peräisin Jätkäsaaren alueelta. (Suomalainen 2013.)

Alueen ympäristöluvan (YS 674/2009) mukaan alueen pohjavesiä tuli tarkkailla hyötykäyttöalueen rakentamisen ajan sekä vähintään kuusi vuotta hyötykäyttöalueen valmistamisen jälkeen. Alueen läheisyyteen tuli asentaa vähintään kaksi pohjavesiputkea, joista tuli ottaa näytteet kaksi kertaa vuodessa. Vesinäytteistä tuli analysoida alkuaineiden, öljyhiilivetyjen, PAH-yhdisteiden, VOC-yhdisteiden, kloridin, ja sulfaatin pitoisuudet sekä pH, sähkönjohtavuus ja COD (kemiallinen hapenkulutus).

Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston ympäristövaikutuksia laskettiin viidessä eri skenaariossa. Ensimmäinen skenaario vastasi todellista tilannetta, jossa hyödynnettiin pilaantuneita maa-aineksia yhteensä 84 000 t Hyväntoivonpuiston rakentamiseen. Hyödyntämiseen soveltumattomat pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin loppusijoitukseen Helsingin puitesopimuskaatopaikoille. Toisessa skenaariossa Hyväntoivonpuiston alueella hyödynnettiin edelleen kitka- ja kynnysarvomaat, mutta aiemmin hyötykäytetyt pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin puitesopimuskaatopaikoille kuten skenaariossa yksi sekä teoreettiseen loppusijoituspaikkaan 120 km etäisyydelle Jätkäsaaresta. Skenaarioissa 3-5 arvioitiin sitä etäisyyttä, jossa pilaantuneiden maa-ainesten kuljettaminen

kaatopaikalle olisi ilmaan tapahtuvien päästöjen suhteen parempi vaihtoehto. Taulukossa 6 on esitetty eri skenaariot yksityiskohtineen. Liitteessä 1 on esitetty tarkemmat tiedot alueelta kaivettujen, hyötykäyttöön vietyjen ja alueelta ulos kuljetettujen maa-ainesten määrästä ja loppusijoituspaikkojen etäisyydestä.

*Taulukko 6 Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston laskennan skenaariot.*

No.	Skenaarion sisältö
Skenaario 1	Hyödynnetään pilaantuneita maa-aineksia Hyväntoivonpuiston rakentamiseen ja kitka- sekä kynnysarvomaa-aineksia Hyväntoivonpuistossa, katu- ja tonttirakenteissa. Voimakkaasti orgaanisilla haitta-aineilla pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan. Kaikki yli vaarallisen jätteen raja-arvon sisältävät maa-ainekset kuljetetaan ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan. Vastaanottopaikat sijaitsevat 110–160 km etäisyydellä Jätkäsaaresta.
Skenaario 2	Hyödynnetään ainoastaan kitka- ja kynnysarvomaa-ainekset Hyväntoivonpuistossa, katu- ja tonttirakenteissa. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan 110–160 km etäisyydelle Jätkäsaaresta. Hyväntoivonpuistoon tarvittavat korvaavat maa-ainekset lasketaan tuotavaksi 20 km etäisyydeltä.
Skenaario 3	Hyödynnetään ainoastaan kitka- ja kynnysarvomaa-ainekset puistossa. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan, jotka teoriassa sijaitsevat maksimissaan 50 kilometrin etäisyydellä Jätkäsaaresta. Hyväntoivonpuistoon tarvittavat korvaavat maa-ainekset lasketaan tuotavaksi 20 km etäisyydeltä.
Skenaario 4	Hyödynnetään ainoastaan kitka- ja kynnysarvomaa-ainekset puistossa. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan, jotka teoriassa sijaitsevat maksimissaan 10 kilometrin etäisyydellä Jätkäsaaresta. Hyväntoivonpuistoon tarvittavat korvaavat maa-ainekset lasketaan tuotavaksi 20 km etäisyydeltä.
Skenaario 5	Hyödynnetään ainoastaan kitka- ja kynnysarvomaa-ainekset puistossa. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan, jotka teoriassa sijaitsevat maksimissaan 5 kilometrin etäisyydellä Jätkäsaaresta. Hyväntoivonpuistoon tarvittavat korvaavat maa-ainekset lasketaan tuotavaksi 5 km etäisyydeltä.

### 3.2.3 Ida Aalbergin puisto

Ida Aalbergin puisto eroaa muista tapaustutkimuskohteista siten, että kohteessa ei hyödynnetty pilaantuneita maa-aineksia. Kohde valittiin diplomityöhön sillä perusteella, että hyödyntämistä suunniteltiin toteutettavaksi. Alue eroaa myös siinä suhteessa muista tapaustutkimuksen kohteista, että puistoalueelle tuotiin hyödynnettäväksi pilaantumattomia kynnysarvomaa-aineksia muualta Helsingistä, kun Jätkäsaaren ja Vuosaaren hyötykäyttöalueille maa-aineksia tuotiin ainoastaan alueen välittömästä läheisyydestä.

Ida Aalbergin puiston pilaantuneiden maa-alueiden kunnostus toteutettiin PIMA-ilmoituksella, joka hyväksyttiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa helmikuussa 2012 (Helsingin kaupunki 6/2012). Puiston alueella oli sijainnut ampumarata 1920–

1940-luvuilla, minkä johdosta maaperä oli pilaantunut raskasmetalleilla. Alue on asemakaavassa merkitty puistoksi eikä kunnostus muuttanut alueen käyttöä. Ida Aalbergin puiston sijainti on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13 Ida Aalbergin puiston sijainti (Helsingin kaupunki 2016).

Alueen maaperä koostuu moreenista, hiekasta ja siltistä. Maan pinnalla on ohut humuskerros. Ida Aalbergin puiston maaperässä oli todettu korkeita lyijyn, antimoniin, kuparin, sinkin ja nikkelin pitoisuuksia. Haitta-aineiden liukoisuustutkimusten perusteella todettiin, että ekologiset riskit alueella ovat pieniä. Myös terveysriskit jäisivät pieniksi, jos alue kunnostettaisiin niin, että lyijyn maksimipitoisuudeksi jäisi 430 mg/kg ja antimoniin maksimipitoisuudeksi 20 mg/kg.

Pilaantuneen maa-alueen kunnostuspäätöksessä annettiin lupa sijoittaa alueelle maa-aineksia, joiden haitta-aineiden pitoisuudet ylittävät VnA 214/2007 mukaisen kynnyksen. Myös pilaantumaton maa-ainesta (mm. stabiloitua savea) oli lupa hyödyntää, kuten myös maa-ainesta, joka sisältää pienen määrän mineraalista purkujätettä. Koska alueelle ei sijoitettu pilaantuneita maa-aineksia, jälkiseurantaa ei veloitettu. (Helsingin kaupunki 6/2012.) Kohteessa suunniteltiin myös pilaantuneen maa-aineksen hyödyntämistä, mutta ympäristölupaprosessin keston takia ajatuksesta luovuttiin. Kohteesta kaimvetut pilaantuneet maa-ainekset päätettiin sijoittaa ulkopuoliseen vastaanottoaikkaan.

Ida Aalbergin puiston ympäristövaikutuksia laskettiin kahdessa skenaariossa. Ensimmäisessä skenaariossa alueella hyödynnettiin lievästi ja voimakkaasti metalleilla pilaantuneet maa-ainekset puiston rakenteissa (n. 4 000 t). Pilaantuneet maa-ainekset, joissa haitta-aineiden pitoisuudet olivat yli vaarallisen jätteen tason, vietiin ulkopuoliseen vastaanottoaikkaan. Toinen skenaario vastasi toteutunutta tilannetta, jossa alueen puiston rakenteissa hyödynnettiin Helsingin kaupungin muista kohteista tuotua stabiloitua savea ja kynnyksarvomaa-aineksia. Pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin ulkopuolisiin vastaanottoaikkoihin. Skenaariot on esitetty taulukossa 7 ja massamäärät ja etäisyydet loppusijoituspaikkoihin liitteessä 1.

Taulukko 7 Ida Aalbergin puiston eri laskentaskenaariot.

No.	Skenaarion sisältö
Skenaario 1	Hyödynnetään kaikki alle vaarallisen jätteen olevat metalleilla pilaantuneet maa-ainekset puiston rakenteissa. Lisäksi tuodaan tarvittava määrä stabiloitua savea ja kynnysarvomaa-aineksia muualta Helsingistä. Hyödynnettäväksi kelpaamattomat maa-ainekset kuljetetaan Helsingin kaupungin puitesopimusvastaanottoaikoille.
Skenaario 2	Hyödynnetään alueen pilaantumattomia maa-aineksia ja kynnysarvomaa-aineksia puiston rakenteissa. Lisäksi tuodaan hyödynnettäväksi muualta Helsingistä stabiloitua savea ja maa-aineksia, joissa on kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetetaan Helsingin kaupungin puitesopimusvastaanottoaikoille. Skenaario 2 vastasi toteutunutta tilannetta.

### 3.3 Ympäristövaikutusten laskenta

Työssä käytettiin ympäristövaikutusten laskentaan pilaantuneiden maiden toimintaympäristöön keskittyvää SEFA-työkalua ja PIRTU-työkalua. PIRTU:lla voi laskea ympäristövaikutusten lisäksi riskien vähenemää, kustannuksia ja muita vaikutuksia, minkä jälkeen eri kestävyiden osatekijät yhdistetään ja ilmaistaan yhdellä lukuarvolla. SEFA taas laskee ainoastaan kohteen ympäristövaikutuksia.

#### 3.3.1 SEFA, Spreadsheets for Environmental Footprint Analysis

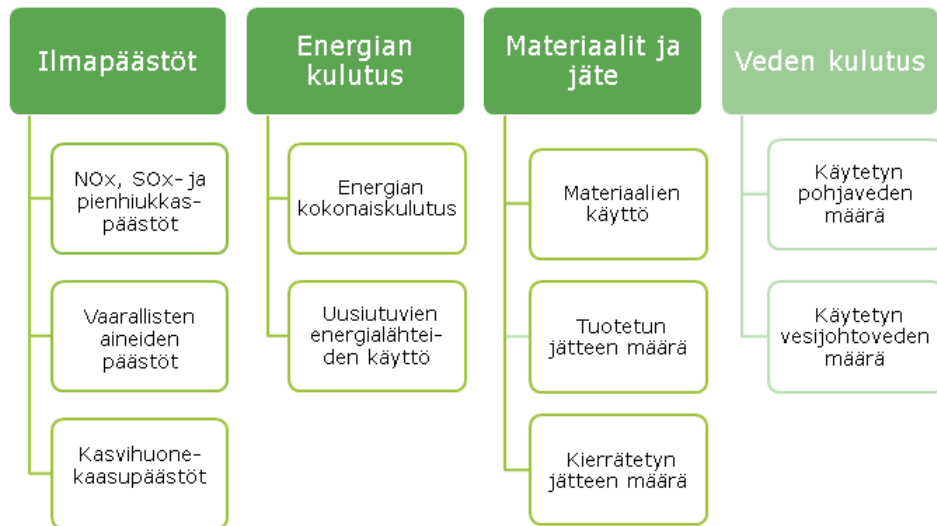
The United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) on kehittänyt green remediation -toimintatavan, jolla pyritään vähentämään kunnostusten ympäristövaikutuksia. Tarkoitus on analysoida mitkä toiminnat ovat selkeitä kuormittajia ja mitkä toimenpiteet voivat vähentää ympäristökuormitusta. U.S. EPA (2012) käyttää termiä "environmental footprint", ympäristöjalanjälki, jonka selvittäminen antaa kvantitatiivista tietoa ympäristökuormituksesta. Ympäristöjalanjäljen laskemisessa otetaan huomioon jätteen muodostuminen, energian käyttö, veden käyttö ja päästöt ilmaan. U.S. EPA:n tarjoamassa SEFA-työkalussa lasketaan päästöjä ja materiaalivirtoja, mutta työkalu ei ota huomioon niiden aiheuttamia vaikutuksia ihmisen terveyteen, paikallisiin ekosysteemeihin tai ilmastonmuutokseen.

Vuonna 2012 kehitetty Excel-pohjainen SEFA-työkalu soveltuu erityisesti pilaantuneiden maa-alueiden kunnostusten ympäristövaikutusten arviointiin (Huang 2016). U.S. EPA:n (2012) mukaan työkalun on tarkoitus rohkaista pilaantuneiden maa-alueiden kunnostusten parissa työskenteleviä pohtimaan eri kunnostusvaihtoehtojen ympäristövaikutuksia. Työkalun käytön on tarkoitus tuoda monia hyötyjä kunnostusprojekteihin, joista keskeisimpiä ovat negatiivisten ympäristövaikutusten vähentyminen ja projektin moniulotteisuuden hahmottaminen laskentatyön kautta.

SEFA-laskentatyökalun avulla voidaan arvioida ympäristövaikutuksia neljässä eri kategoriassa (kuva 14), jotka ovat materiaalit ja jäte, vesi, energia sekä ilma. Materiaalit ja jäte -kategoriassa määritetään tuotetun jätteen ja käytetyn materiaalin määrän lisäksi kierrätetyn materiaalin ja jätteen osuus. Energia-kategoria sisältää energian kokonaiskulutuksen ja uusiutuvien energialähteiden käytön laskennan. Ilma-kategoriassa tutkitaan kunnostuksen tyyppien ja rikin oksidien päästöjä ( $\text{NO}_x$  ja  $\text{SO}_x$ ), pienhiukkaspäästöjä, vaarallisten aineiden päästöjä sekä kasvihuonekaasupäästöjä. Kasvihuonekaasuja tarkastel-



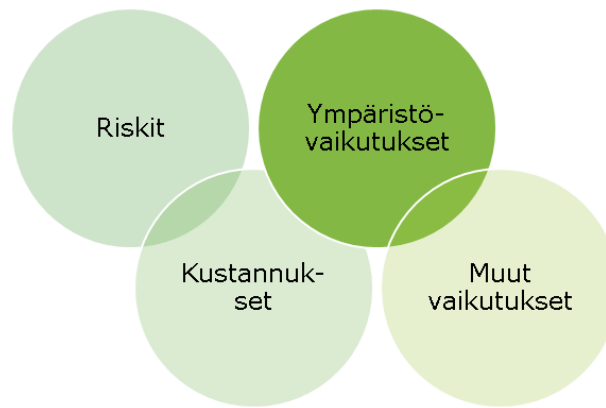
laan CO<sub>2</sub>-ekvivalenttilukuna, joka ottaa huomioon hiilidioksidipäästöjen lisäksi dityppioksidin (N<sub>2</sub>O) ja metaanin (CH<sub>4</sub>) päästöt. Työkalussa määritellään pienhiukkasiksi kaikki alle 10 µm halkaisijaltaan olevat hiukkaset. (U.S. EPA 2012.) Rikin oksideja laskettaessa huomioon otetaan rikkimonoksidi, rikkidioksidi, rikkitrioksidi ja dirikkioksidi. Typen oksideja laskettaessa huomioon otetaan typpioksidin ja typpidioksidin lisäksi muut edellisistä hapettuneet yhdisteet. (U.S. EPA 2008.) Vesi-kategoriassa arvioidaan veden kulutusta. Kategoriaa ei tarvittu tässä tutkimuksessa, sillä veden käyttöä ei ole raportoitu.



Kuva 14 SEFA-laskentatyökalun osa-alueet ja niiden alakategoria (U.S. EPA 2012).

### 3.3.2 PIRTU-ekotehokkuustyökalu

Suomen ympäristökeskuksen PIRRE-hankkeen puitteissa vuonna 2010 kehitettiin Excel-pohjainen PIRTU-ekotehokkuustyökalu, jolla voidaan arvioida pilaantuneen maan alueen kunnostushankkeen ympäristövaikutuksia, kustannuksia, riskien vähenemää ja sosiaalisia sekä yhteiskunnallisia vaikutuksia (kuva 15). Tässä diplomityössä käytössä oli ainoastaan ympäristövaikutusten kategoria. Työkalu on kehitetty hollantilaisen REC-ohjelman pohjalta, jota muokattiin Suomen olosuhteisiin sopivaksi (Sorvari & Seppälä 2010). PIRTU-laskentatyökalun neljä osa-aluetta on jaettu useampaan alakategoriaan, jotta vaikutuksia voidaan laskea yksityiskohtaisemmin. PIRTU-työkalu sopii erityisesti suomalaisen käyttöön, sillä siinä on huomioitu Suomessa käytetyt pilaantuneisuuden arviointiin määrättyt ohjearvot ja taustapitoisuudet. Työkalun kaikkien osa-alueiden läpikäyminen voi olla turhan raskasta pienelle kohteelle, minkä takia on tärkeää käyttää työkalua vain soveltuvin osin ja muokata sitä jokaiselle kohteelle sopivaksi. (Suomen ympäristökeskus 2013.)

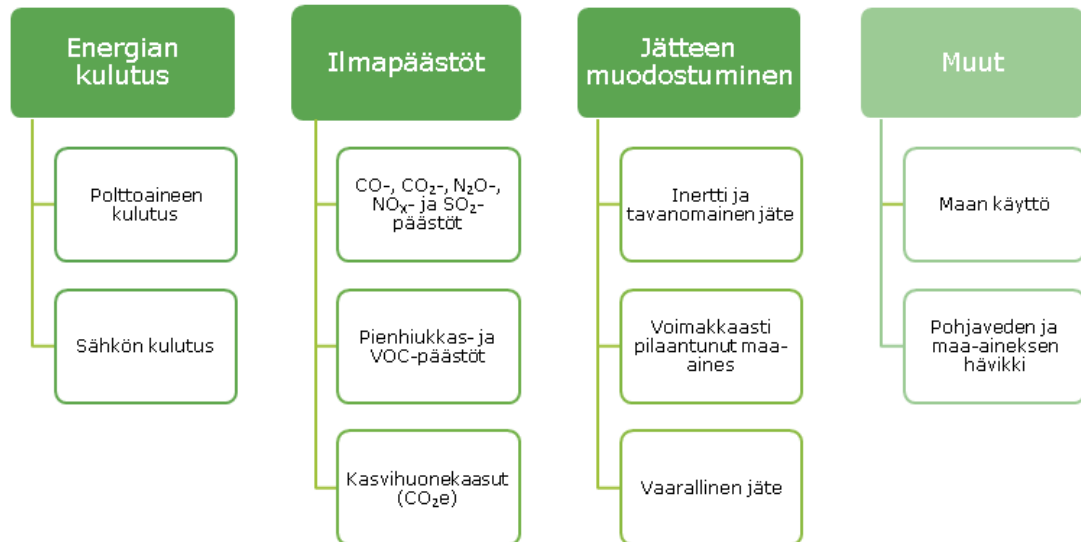


Kuva 15 PIRTU-työkalun osa-alueet (Sorvari ym. 2009).

PIRTU:n riskit-osatekijässä työkalu ei laske riskejä itsessään, vaan tarkastelee ainoastaan riskien vähenemää. Työkalu vaatiikin riski-indeksit, jotka tulee olla laskettu muilla ohjelmilla, kuten SOILRisk tai CalTOX. PIRTU kerää eri vaiheiden kustannukset ja summaa ne yhteen, mutta työkalussa ei ole arvioitu keskimääräisiä kustannuksia esimerkiksi maaperän pilaantuneisuuden suhteen. Kohteiden kustannukset tulee arvioida ennen niiden syöttämistä laskentatyökaluun. PIRTU:n viimeinen, muut vaikutukset -osa-alueen vaikutuksia ei ole usein mahdollista tarkastella kvantitatiivisesti. Sen sijaan eri vaikutusten kvalitatiivinen vertailu voi auttaa eri kunnostusvaihtoehtojen vertailuun sekä pienissä että suuremmissa kohteissa.

Ympäristövaikutusten osa-alue keskittyy ottamaan huomioon kunnostuksen negatiiviset ympäristövaikutukset, sillä positiiviset vaikutukset pyritään huomioimaan riskien vähenemänä ja muut vaikutukset -osiossa. Ympäristövaikutuksista määritetään erikseen 1) energian kulutus, 2) ilmapäästöt, 3) jätteen muodostuminen, 4) pohjaveden ja maan aineksen hävikki ja 5) maan käyttö (kuva 16). Työssä keskityttiin etenkin energian kulutuksen, ilmapäästöjen ja jätteiden muodostumisen laskentaan.

PIRTU laskee annettujen muuttujien avulla ilmapäästöt metaanille (CH<sub>4</sub>), hiilimonoksidille (CO), hiilidioksidille (CO<sub>2</sub>), VOC-yhdisteille, dityppioksidille (N<sub>2</sub>O), typen eri oksideille (NO<sub>x</sub>), rikkidioksidille (SO<sub>2</sub>) ja pienhiukkasille. Päästöjä ilmaan arvioidaan myös CO<sub>2</sub>-ekvivalenttilukuna, joka on hiilidioksidipäästöjen, metaanipäästöjen ja dityppioksidipäästöjen summa. Energian kulutusta arvioidaan käytetyn polttoaineen määrällä ja sähkönkulutuksella. Jätteen muodostumista arvioidaan erikseen viidessä kategoriassa, jotka ovat 1) inertti jäte, 2) tavanomainen jäte, 3) voimakkaasti pilaantunut maanaines, 4) vaarallinen jäte ja 5) jätevesi- ja liete. (Sorvari & Seppälä 2010.)

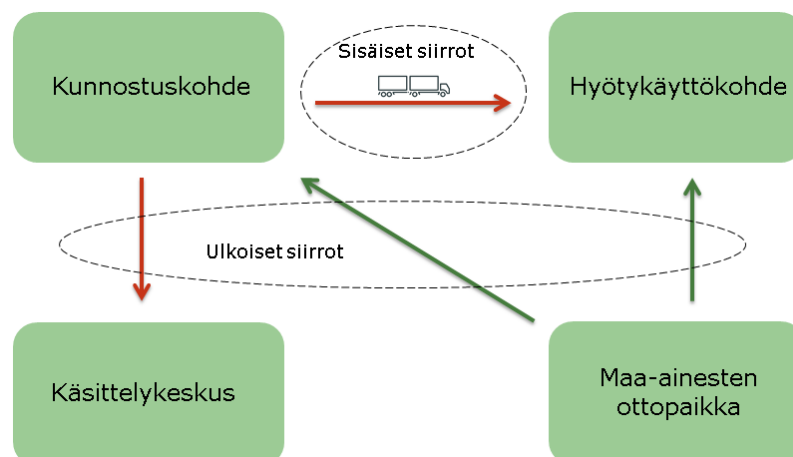


Kuva 16 PIRTU-työkalun ympäristövaikutusten laskentakategoriat (Sorvari ym. 2009).

PIRTU-työkalun ympäristövaikutustuloksia arvioidaan myös suhteuttamalla päästön määrä työmaalla hyödynnettyyn maa-ainesmäärään, jolloin saadaan arvio siitä, kuinka paljon kasvihuonekaasuja päätyy ilmakehään yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohti. Laskelmassa otetaan huomioon sekä pilaantuneet, että pilaantumattomat hyödynnetyt maa-ainekset, jotka oli kaivettu työmaan alueelta. Tutkimuksessa lasketaan vain skenaarion 1 tilanne, jossa pilaantuneita maita hyödynnetään työmailla.

### 3.3.3 Ympäristövaikutuslaskennan periaatteet ja rajaukset

Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostushankkeen maa-ainesvirrat esitetään kuvassa 17. Pilaantuneita maa-aineksia on kuvattu punaisilla nuolilla ja puhtaita täyttömaa-aineksia vihreillä nuolilla. Pilaantuneita maita kuljetetaan kunnostuskohteesta yleisesti kaatopaikalle. Korvaavat maa-ainekset tuodaan esimerkiksi maa-ainesten ottopaikalta tai välivarastointialueilta. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen yksi tarkoitus onkin saada vähennettyä maa-ainesten virtaa niiden ottopaikalta hyötykäyttö- ja kunnostuskohteisiin.



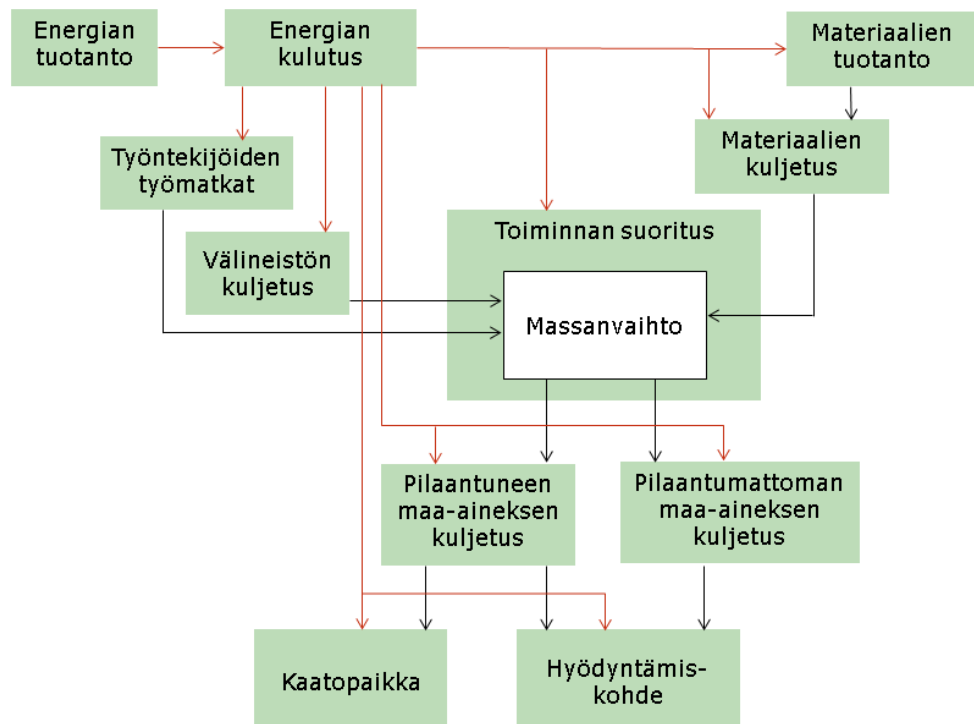
Kuva 17 Kunnostushankkeen maa-ainesvirrat yksinkertaistettusti.

On yleinen käytäntö, että kunnostuskohteista kuljetetaan pilaantuneita maita kaatopaikalle kuorma-autolla tai yhdistelmäajoneuvolla. Tässä tutkimuksessa pilaantuneiden

maa-ainesten sisäisiin siirtoihin laskettiin käytettävän kuorma-autoa ja ulkoisiin siirtoihin yhdistelmäajoneuvoa. Kuorma-auton lavan kokoluokaksi tässä tutkimuksessa oletettiin 22 t (14 m<sup>3</sup>) ja yhdistelmäajoneuvon kooksi 40 t (25 m<sup>3</sup>). Korvaavan maa-aineksen tuontiin ulkopuolelta oletettiin tässä tutkimuksessa käytettävän kuorma-autoa.

Tapaustutkimuksen kohteissa kunnostustapana käytettiin massanvaihtoa. Ympäristövaikutusten inventaarioanalyysivaiheessa selvitettiin pilaantuneen alueen kunnostuksen ja pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen aiheuttamia mahdollisia energia- ja maa-ainesvirtoja. Kuvassa 18 on esitetty yhteenveto näistä virroista. Kuvassa energiaa kuluttavat prosessit on merkitty oransseilla nuolilla, muut prosessien yhteydet mustilla nuolilla. Päästöjä kunnostus- ja hyödyntämisprojektissa syntyy välineistön, esimerkiksi kaivinkoneiden, kuljetuksesta työmaalle ja niiden toiminnasta, työntekijöiden matkoista työmaalle, kaivetun maa-aineksen käsittelystä ja kuljetuksesta sekä korvaavan materiaalin hankinnasta ja kuljetuksesta.

Koska pilaantuneen maa-aineksen käsittely ei lähtökohtaisesti saa aiheuttaa haittaa ympäristölle tai lisätä ympäristön pilaantumista (YSL 527/2014), pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen suunnitellaan siten, ettei ympäristöön aiheudu haitta-aineiden päästöjä. Täten pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen aiheuttamat päästöt syntyvät pääosin maa-ainesten kuljetuksen ja kaivun yhteydessä, eli rakentamisvaiheen aikana. Tässä tapaustutkimuksessa on arvioitu edellä esitetystä syystä johtuen vain rakentamisvaiheen aikana tapahtuvia päästöjä.



Kuva 18 Tapaustutkimuksessa tarkastellut maa-aines- ja energiavirrät. Oranssit nuolet kuvaavat energiaa kuluttavia prosesseja ja mustat muita yhteyksiä tai kuljetuksia.

Materiaalien tuotannossa aiheutuvat päästöt on rajattu ympäristövaikutusten ulkopuolelle molempien laskentatyökalujen kehittämissä vaiheissa. SEFA:sta ne on rajattu ulos U.S. EPA:n (2012) mukaan siksi, ettei projektihenkilöstöllä ole mahdollisuutta vaikuttaa materiaalien tai työkalujen valmistuksesta aiheutuviin päästöihin. Työkoneita käytetään myös useilla eri työmailla, joten ei ole järkevää kohdistaa päästöjä yhdelle projektille.

(Sorvari & Seppälä 2010; U.S. EPA 2012). Samalla perustelulla sekä SEFA että PIRTU eivät laske materiaalien tai työkaluiden hävittämisestä aiheutuvia jätteitä jättekategorioiden laskentaan. Valinta voidaan perustella sillä, ettei työkaluja ole valmistettu kunnostus- tai hyödyntämistyömaata varten eikä niitä poisteta käytöstä rakentamisen jälkeen. Jos kunnostuksessa käytetään joitain kertakäyttöisiä välineitä, kuten näyteastioita, ne voidaan lukea jätteeksi ympäristövaikutuslaskennan halutusta yksityiskohtaisuudesta riippuen. (U.S. EPA 2012.) Tässä tapaustutkimuksessa kertakäyttöisiä välineitä ei oteta huomioon ympäristövaikutusten laskennassa.

Molemmat laskentatyökalut ovat rajanneet polttoaineiden valmistuksessa aiheutuneet päästöt ulos laskennasta. Sorvarin ym. (2009) mukaan PIRTU:n ympäristövaikutusten laskentaa yksinkertaistettiin koskemaan vain alueella tapahtuvia ja kuljetuksiin liittyviä päästöjä. Esimerkiksi jätteen käsittelypaikalla aiheutuvat päästöt, kuten suotovedet, jätetään pois laskelmista. Perusteena tälle on se, että jätteiden käsittely on luvanvaraista toimintaa eikä päästöjä, joista aiheutuu merkittäviä ympäristövaikutuksia, tulisi olla. Ympäristövaikutusten laskennasta on siten rajattu ulkopuolelle 1) kaatopaikkojen päästöt vesiin ja ilmaan ja 2) kaatopaikkojen, läjitysalueiden ja vastaavien rakentamisesta aiheutuvat vaikutukset ja päästöt. (PIRTU-käyttöopas s.a.).

Rakentamisen aikaisen energian kulutuksen ja ilmapäästöt voi laskea molemmilla työkaluilla. PIRTU laskee rakentamisen aikaista ympäristövaikutusta sen mukaan, kuinka monta tonnia maa-ainesta on kaivettu ja kuinka monta tonnia maa-ainesta on levitetty alueella. SEFA sen sijaan laskee ympäristökuormituksen sen mukaan, kuinka monta tuntia kaivinkone tai muu laite on tehnyt työmaalla työtä. Liitteessä 1 on esitetty kaivettujen maa-ainesten määrät ja arvioitu työmaiden kesto tunteina.

Materiaalin (kuten korvaavan maa-aineksen) kuljetus työmaalle voidaan ottaa huomioon molemmissa laskentatyökaluissa. Tässä tapaustutkimuksessa otetaan huomioon vain sen maa-aineksen kuljetus, joka korvaa todellisuudessa hyödynnettyjä maa-aineksia, kun ne tutkimuksen skenaarioissa 2-4 viedään ulkopuoliseen sijoituspaikkaan. Korvaava maa-aines laskettiin tuotavan työmaille 20 kilometrin päästä. Etäisyys valittiin sen perusteella, että etäisyydellä voisi sijaita lähin maa-ainesten ottopaikka.

Välineistön kuljettamisen työmaalle sekä työntekijöiden työmatkojen aiheuttamat päästöt oli mahdollista määrittää vain SEFA:n avulla. Lähtökohtana tutkimuksessa oli se, että laskentatyökaluja ei diplomityön puitteissa muokata ja koska tutkimuksen tavoitteena oli myös vertailla laskentatyökaluja toisiinsa, työntekijöiden työmatkoja eikä välineistön kuljetuksia otettu huomioon laskennassa. Maa-ainesten käsittelystä johtuva energian kulutus kaatopaikalla ei ollut mukana laskennassa, koska molempien työkalujen kehittämissaiheissa se on rajattu laskennan ulkopuolelle.

Energia, joka kuluu hyödyntämiskohdetta rakentaessa, ei ollut mukana laskennassa. Tämä voidaan perustella sillä, että hyödyntämiskohde olisi rakennettu joka tapauksessa. Pilaantuneiden maa-ainesten sijoittamiseen vaadittujen eristerakenteiden materiaalien ympäristövaikutukset eivät olleet luotettavasti laskettavissa diplomityöhön käytetyn ajan puitteissa eivätkä käytettävissä olevilla työkaluilla ilman niiden muokkausta. Täten ne rajattiin laskennan ulkopuolelle. Sen sijaan eristerakenteiden rakentamiseen käytettyä energiaa arvioitiin SEFA:ssa kirjaamalla työmaalle enemmän kaivinkoneen käyttämiä tunteja kuin loppusijoituksen skenaariossa. PIRTU:ssa tämä ei ollut mahdollista ilman työkalun muokkausta, joten rakentamisen ympäristövaikutuksia ei arvioitu.

Maa-aineksen seassa etenkin Jätkäsaassa oli betonia, tiiliä, asfalttia ja louhetta. Niiden määriä ja kuljetusten aiheuttamia ympäristövaikutuksia ei oteta huomioon. Materiaalit hyödynnettiin joko hyötykäyttöalueella tai meritäytöissä. Niiden muodostumismääristä tai hyödyntämismääristä ei pidetty selkeää kirjanpitoa. Määrien laskeminen tämän työn puitteissa olisi täten mahdotonta. Betonin, tiilen, asfaltin ja louheen käyttö olisi sama kaikissa skenaarioissa, joten niiden pois jättäminen on perusteltua.

Vaikka elinkaariajattelussa pyritään selvittämään hankkeen ympäristövaikutukset koko elinkaaren osalta ja SEFA:n laskentatyökalulla olisi voinut laskea tutkimusten, työmaan henkilöliikenteen ja mahdollisen seurannan päästöjä ja ympäristökuormitusta, nämä jätettiin pois tapaustutkimuksen laskuista. Päätös perustui siihen, että PIRTU ei laskennassaan ota huomioon kyseisiä tekijöitä ilman työkalun muokkausta ja laskentamenetelmien välillä haluttiin saavuttaa mahdollisimman hyvä vertailtavuus. Päätöstä tukee myös se, että edellä mainitut tekijät eivät ole oletettavasti merkittäviä ympäristökuormitusten lähteitä suurissa kunnostushankkeissa.

### **3.4 Kustannuslaskenta**

Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostamisen kustannukset koostuvat pääosin maaperätutkimusten kustannuksista, suunnittelukustannuksista, maa-ainesten loppusijoituksen kustannuksista ja työmaakustannuksista. Selkeästi suurin osa kustannuksista liittyy maa-ainesten loppusijoitukseen ja kuljetuskustannuksiin. (Kautto 2007.) Tässä tapaustutkimuksessa kunnostushankkeiden kustannukset laskettiin saatujen toteutuneiden kustannustietojen perusteella Jätkäsaaren ja Vuosaaren hyödyntämiskohteista. Ida Aalbergin puiston kustannuksia ei laskettu, koska kyseessä oli kuvitteellinen eikä todellinen hyödyntämiskohde.

Tapaustutkimuksessa Vuosaaren työmaan kustannusten laskennassa otettiin huomioon pilaantuneen maa-aineksen kuljetuksen kustannukset, hyödyntämisalueen rakentamisen kustannukset, hyödyntämisen ylimääräiset suunnittelu- ja valvontakustannukset sekä seurantakustannukset. Maa-ainesten loppusijoituksen kustannukset laskettiin Helsingin kaupungin vuoden 2006 puitesopimushinnaston avulla käyttäen toteutuneita sijoituspaikkoja ja maa-ainesmääriä sekä maa-ainesten pitoisuustietoja. Skenaariossa, jossa Vuosaaren alueen pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan, melusteeseen pilaantuneiden maa-ainesten sijasta tuotujen neitseellisten maa-ainesten hinta arvioitiin aiempien hankkeiden perusteella. Korvaavien maa-ainesten kuljetusten kustannukset laskettiin työmaan aikaisten Helsingin kaupungin tilaamien kuljetusten hinnan perusteella.

Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston hyödyntämisalueen rakentamiskustannukset määritettiin käyttämällä Vuosaaren rakennetun eristerakenteen yksikköhintaa. Maa-ainesten loppusijoitus molemmilla skenaarioilla laskettiin toteutuneilla maa-ainesten määrillä, pitoisuustiedoilla ja loppusijoituskohteilla. Koska hyötykäyttöalueelle kuljetettujen maa-ainesten pitoisuuksia ei ole luokiteltu lieviin tai voimakkaisiin, kustannukset skenaariossa 2 määritettiin siten, että 50 % maa-aineksista oli lievästi pilaantuneita ja 50 % voimakkaasti pilaantuneita. Loppusijoituksen kustannukset laskettiin Helsingin kaupungin vuoden 2010–2012 puitesopimushinnaston avulla riippuen vastaanottopaikasta. Korvaavan maa-aineksen kuljetuksen kustannukset laskettiin työmaan aikaisten kuljetusten yksikköhinnoilla. Korvaavan maa-aineksen ostohinta määritettiin vuoden 2016 hinta-arviolla.

## 4 Kyselytutkimus

### 4.1 Kyselytutkimuksen tavoite

Pilaantuneiden maa-ainesten paikalliseen hyödyntämiseen liittyviä näkemyksiä tutkittiin kyselytutkimuksella. Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli löytää ne tekijät hyödyntämisen toimintaympäristöstä, jotka aiheuttavat haasteita ja toisaalta tuovat hyötyjä. Kysely toteutettiin monivalintakyselynä. Kyselytutkimus lähetettiin Suomen kymmenen suurimman kunnan ympäristöpuolen asiantuntijoille, ELY-keskusten ympäristöasiantuntijoille, Suomen suurimpien pilaantuneiden maa-alueiden suunnittelua tekevien konsulttitoimistojen ympäristöasiantuntijoille sekä ympäristöministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen edustajille. Lisäksi kysely lähetettiin kahden loppusijoituskohteen edustajalle ja kolmelle pilaantuneisiin maa-aineksiin liittyviä projekteja tilaaville henkilöille.

Tässä luvussa esitetään kyselytutkimuksen tutkimusmenetelmät, aineisto ja analyysin periaatteet. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää pilaantuneiden maiden parissa työskentelevien asiantuntijoiden näkemyksiä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen toimintaympäristöstä. Koska tarkoituksena oli kerätä tietoa tietyltä joukolta standardoidusti (Vehkalahti 2008; Hirsjärvi ym. 2009, s.193), kyselytutkimus sopi tutkimuksen tarkoitukseen hyvin. Kyselytutkimuksella pyritään saamaan tietoa esimerkiksi ilmiöistä, toimintatavoista tai mielipiteistä (Brace 2008). Kyselytutkimuksen tulokset ovat usein määrällisiä, mikä toteutuu erityisesti käyttämällä suljettuja kysymyksiä ja vastausvaihtoehtoja. Tässä diplomityössä käytettiin monivalinta- ja avoimia kysymyksiä. Kyselyn tulokset ja työn aineisto ovat täten määrällisessä ja laadullisessa muodossa.

### 4.2 Aineiston keruu

Kyselytutkimus toteutettiin strukturoituna kyselynä Webropol-kyselytyökalulla. Kyselyn vastaanottajiksi valittiin Suomen kymmenen suurimman kunnan pilaantuneiden maiden asiantuntijahenkilöt, kaikkien Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskusten (ELY) pilaantuneiden maiden asiantuntijahenkilöt, suurimpien konsulttitoimistojen asiantuntijoita, PIMA-hankkeiden tilaajia, loppusijoituspaikkojen asiantuntijoita sekä ympäristöministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijoita. Kysely lähetettiin yhteensä 44 henkilölle.

Koska kyselytutkimuksen kysymysten asettelu saattaa vaikuttaa tutkimustuloksiin, kysymykset muotoiltiin mahdollisimman neutraaliin sävyyn. Kysymykset pyrittiin esittämään niin, että ne ovat ymmärrettävissä vain yhdellä tavalla. Kysymysten muotoilulla pyrittiin tilanteeseen, jossa kyselyyn on nopea ja vaivaton vastata. Tällä haettiin kyselyyn korkeaa vastausprosenttia.

Kyselyssä oli yhteensä 14 kysymystä (liite 4). Ensimmäiset neljä käsittelivät pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen toteutettuja ja suunniteltuja hankkeita. Näillä kysymyksillä oli tarkoitus selvittää maanlaajuisesti hyödyntämisen tilanne ja yleisyys. Kysymysten 5 ja 6 tavoitteena oli selvittää vastaajien näkemys siitä, mitkä ovat pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen etuja ja mitkä asiat kannustavat tällä hetkellä hyödyntämiseen. Kysymykset 7 ja 8 pyrkivät selvittämään vastaajien näkemyksiä siitä, millä haitta-aineilla pilaantuneet maa-ainekset ovat soveltuvia hyödyntämiseen ja min-kälaisilla alueilla hyödyntämistä saisi toteuttaa. Kysymysten 9-13 tarkoituksena oli puretua hyödyntämisprosessin ongelmiin selvittämällä ajallisia sekä osaamiseen, sääntelyyn ja resurssien puutteeseen liittyviä haasteita. Viimeinen kysymys oli avoin kysy-

mys, johon vastaajat saivat esittää näkemyksiään pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen tulevaisuudesta.

Kysymykset 5-13 toteutettiin strukturoituna siten, että vastaajalle tarjottiin eri vaihtoehtoja. Tarjottujen vastausvaihtoehtojen rinnalla annettiin mahdollisuus kirjata vapaavalmintainen vastaus. Tällä pyrittiin minimoimaan virhe, että jokin olennainen asia olisi jäänyt kirjaamatta vastausvaihtoehdoksi.

Kysely toteutettiin elo-syyskuussa 2016. Kysely toimitettiin vastaajille sähköpostitse käyttäen jokaiselle henkilökohtaista linkkiä. Vastaajille annettiin ensimmäisessä vaiheessa 1,5 viikkoa vastausaikaa. Vastausajan umpeuduttua niille, jotka eivät olleet vielä vastanneet, lähetettiin maksimissaan kaksi muistutusviestiä, joissa toivottiin vastaamaan mahdollisimman pian. Yhteensä kysely oli auki 30 päivää.

### **4.3 Tulosten analysointi**

Kyselyn tuloksista saatu aineisto oli määrällisessä ja laadullisessa muodossa. Määrällisestä aineistosta pyrittiin analyysilla selvittämään asiantuntijoiden näkemysten syyseuraussuhteita, eri näkemysten yleisyyttä ja niiden välisiä yhteyksiä. Kyselytutkimuksesta saatua määrällistä aineistoa vertailtiin kirjallisuuteen ja tapaustutkimuksen hyödyntämishankkeisiin. Määrällistä aineistoa käsiteltiin tutkimalla eri kysymyksissä esiintyviä samoja vastausvaihtoehtoja yhdessä, jotta kysymysten väliset yhteydet olisivat selkeämmin nähtävissä. Määrälliset vastaukset lajiteltiin myös sen mukaan, missä asemassa vastaaja oli. Vastaajaryhmät olivat tilaaja, konsultti, loppusijoituskohteen edustaja, ELY-keskuksen viranhaltija ja kaupungin viranhaltija.

Laadullista aineistoa käsiteltiin temaattisella analyysilla. Teemoittelu on Hirsjärven ym. (2009, s. 224) mukaan yksi yleisimmistä laadullisen aineiston analysointimenetelmistä. Avoimet vastaukset ryhmiteltiin aluksi teemojen alle, jotka olivat resurssit, byrokratia, osaaminen ja asenteet. Vastaukset ryhmiteltiin myös sen mukaan, missä asemassa vastaaja oli. Vastaajaryhmät olivat samat kuin määrällisessä analyysissä. Ryhmittelyn tarkoituksena oli löytää vastauksista painotuksia tai alateemoja. Analyysivaiheessa kyselyn avoimia vastauksia selkeytettiin lauserakenteiden ja kielen osalta luettavuuden parantamiseksi.

Tulosten tulokinnassa pyrittiin selkeyttämään analyysissa esiin nousseita yhteneväisyyksiä. Samalla teemojen merkitystä pohdittiin ja tuloksista pyrittiin Hirsjärven ym. (2009, s. 229-230) mukaisesti muodostamaan synteesejä, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiin. Johtopäätökset perustettiin tutkimuksessa näihin synteeseihin. Synteetit muodostettiin monivalinta- ja avointen kysymysten osalta.



## 5 Tapaustutkimuksen tulokset

### 5.1 Tulosten esitys

Tässä luvussa esitetään tapaustutkimuksen tulokset. Tutkimuksen tuloksia on havainnollistettu kaavioiden avulla. Numeroarvot on pyöristetty kahden merkitsevän numeron tarkkuuteen lukemisen helpottamiseksi. Tulokset on esitetty alkaen tutkimuksen päätuloksista siirtyen lopulta jokaisen tapaustutkimuskohteen yksityiskohtaisempiin tuloksiin.

Tapaustutkimuksen tulosten mukaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisestä aiheutui vähemmän ympäristövaikutuksia Jätksäsaassa ja Vuosaassa molemmilla työkaluilla laskettuna, kun verrataan tilanteeseen, jossa pilaantuneet maa-ainekset olisi viety ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin. Ida Aalbergin puistossa hyödyntämisellä olisi ollut vähemmän ympäristövaikutuksia, kuin toteutuneella tilanteella, jossa pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin. Pilaantuneiden maa-ainesten paikallisella hyödyntämisellä vähennettiin tai olisi vähennetty päästöjä ilmaan, energian kulutusta, jätteen määrää ja neitseellisen maa-aineksen käyttöä. Tapaustutkimus osoitti myös, että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen vähensi kustannuksia. Kustannussäästö oli selkeä Jätksäsaassa ja Vuosaassa. Ida Aalbergin kohteelle ei määritetty kustannuksia.

### 5.2 Kustannukset

Kustannuslaskennan tulokset Jätksäsaaresta ja Vuosaaresta on esitetty liitteessä 6. Jätksäsaassa kustannuksia säästettiin yhteensä 2,4 miljoonaa euroa hyödyntämällä pilaantuneita maa-aineksia Hyväntoivonpuiston rakentamiseen. Vuosaassa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen melusteessa toi säästöjä 3,3 miljoonan euron edestä.

Kustannukset koostuivat puiston ja meluesteen rakentamiskustannuksista, maa-ainesten kuljetuksen ja loppusijoituksen kustannuksista sekä korvaavan maa-aineksen hankinnan kustannuksista. Pilaantuneen maa-aineksen hyödyntäminen nosti molemmissa tapaustutkimuskohteissa rakentamiskustannuksia, mutta vähensi muita kustannuksia selkeästi.

#### 5.2.1 Vuosaaren meluste

Vuosaaren vanhan telakka-alueen kunnostuskustannukset olivat yhteensä n. 10 miljoonaa euroa sisältäen maan kaivun, kuljetuksen ja maa-ainesten vastaanottokustannukset (Golder Associates 2009). Meluesteen, jonka kustannukset olivat telakka-alueesta erilliset, rakentamisen kustannukset olivat yhteensä 3,1 miljoonaa euroa (Parviainen 2016). Jos melusteessa ei olisi hyödynnetty pilaantuneita maa-aineksia, sen rakentamisen kustannukset olisivat pienentyneet 1,2 miljoonalla eurolla. Tämä kustannussäästö sisältää säästetyt eristerakenteet, niiden suunnittelun ja ylimääräisen valvonnan. (Tengvall 2009.)

Pilaantuneiden maa-ainesten sijoittaminen ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin nostaa loppusijoitus-skenaarioiden kustannuksia kolmella miljoonalla eurolla. Yhteensä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä säästettiin noin 3,3 miljoonaa euroa verrattuna vaihtoehtoon, jossa hyödynnetyt maa-ainekset olisi viety Helsingin puitesopimusten mukaisesti vastaanottopaikkoihin. Liitteessä 6 on esitetty skenaarioiden kustannuslas-

kelmat. Taulukossa 8 on esitetty keskeiset kustannusluokat ja niiden muuttuminen eri skenaarioilla.

*Taulukko 8 Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen kustannusvaikutukset Vuosaaressa.*

	<b>Skenaario 1, hyödyntäminen [€]</b>	<b>Skenaario 2, kaato- paikkasijoitus [€]</b>
Meluesteen rakentamisen kustannukset	3 100 000	1 900 000
Pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoituksen kustannukset	800 000	3 800 000
Korvaavan maa-aineksen hankintakustannukset	-	1 500 000
<b>Yhteensä</b>	<b>3 900 000</b>	<b>7 200 000</b>

### 5.2.2 Jätkäsaaren Hyvätoivonpuisto

Jätkäsaaren Hyvätoivonpuiston pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisalueen rakentamisen ja asemakaava-alueen 1 kaivettujen hyödyntämiseen soveltumattomien pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoituksen kustannukset olivat yhteensä noin 1,9 miljoonaa euroa. Hyvätoivonpuiston rakentamisen kustannukset olisivat olleet 590 000 euroa, eli eristerakenteiden kustannusten verran pienemmät, jos pilaantuneet maa-ainekset olisi sijoitettu kaatopaikoille. Toisaalta kaikkien pilaantuneiden maa-ainesten sijoittaminen ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin olisi nostanut kustannuksia 2,3 miljoonalla eurolla. Yhteensä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä säästettiin noin 2,4 miljoonaa euroa verrattuna vaihtoehtoon, jossa hyödynnetyt maa-ainekset olisi viety ulkopuoliseen vastaanottopaikkaan. Liitteessä 6 on esitetty skenaarioiden kustannuslaskelmat ja taulukossa 9 on esitetty keskeiset kustannusluokat ja niiden muuttuminen eri skenaarioilla.

*Taulukko 9 Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen kustannusvaikutukset Jätkäsaarella.*

	<b>Skenaario 1, hyödyntäminen [€]</b>	<b>Skenaario 2, kaato- paikkasijoitus [€]</b>
Puiston hyödyntämisalueen rakentamisen kustannukset	1 500 000	920 000
Pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoituksen kustannukset	350 000	2 400 000
Korvaavan maa-aineksen hankintakustannukset		920 000
<b>Yhteensä</b>	<b>1 900 000</b>	<b>4 300 000</b>

### 5.3 Ympäristövaikutukset

SEFA:lla lasketut energian käytön, haitallisten aineiden ilmapäästöjen, pienhiukkaspäästöjen, kasvihuonekaasupäästöjen sekä typen ja rikin oksidien päästöjen tulokset on esitetty liitteessä 5. PIRTU:lla lasketut energian käytön, hiilimonoksidin, hiilidioksidin, dityppioksidin, typen oksidien, rikkidioksidin, pienhiukkasten, VOC-päästöjen ja kasvi-

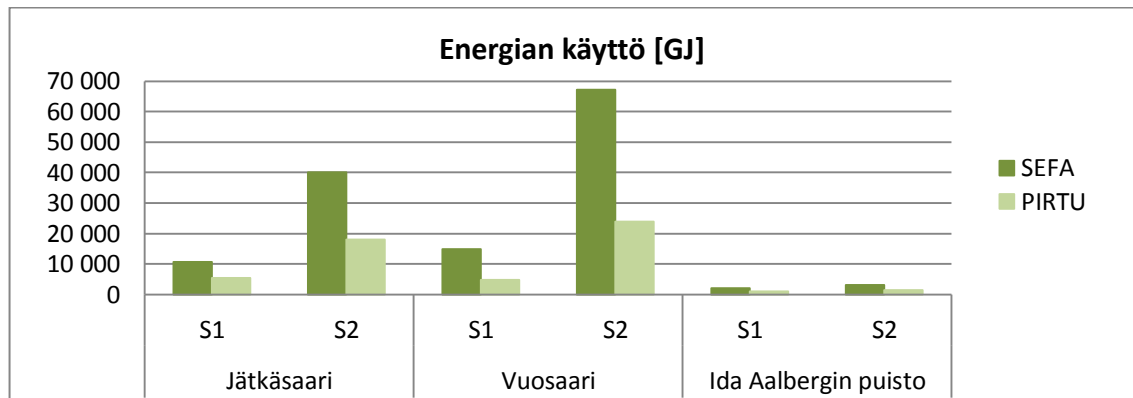
huonekaasupäästöjen tulokset on esitetty liitteessä 5. Taulukossa 8 on esitetty tapaustutkimuksessa käytetyt skenaariot 1-5 sekä työmaat ja niihin sovelletut laskentamenetelmät.

Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä vähennettiin ympäristökuormitusta selkeästi Jätkäsaarella ja Vuosaarella. Ida Aalbergin puiston kohteessa hyödyntämisellä olisi tulosten mukaan vähennetty ympäristökuormitusta. Kuormitusta arvioitiin kaikille kolmelle kohteelle kahdessa skenaariossa. Skenaariossa 1 (jatkossa S1) kaikki soveltuvat pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja skenaariossa 2 (jatkossa S2) pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin loppusijoituskohteisiin.

### 5.3.1 Energian käyttö

Suurin ero energian käytössä skenaarioiden välillä havaittiin Vuosaaren kohteessa, jossa energian käyttö väheni lähes 80 %. Jätkäsaarella energian käyttö väheni yli 70 % ja Ida Aalbergin puiston kohteessa energian käyttö olisi vähentynyt yli 30 %. Kuvassa 19 esitetään energian käytön määrä kohteissa molemmissa skenaarioissa ja määritettynä molemmilla laskentamenetelmillä.

Absoluuttisissa tuloksissa laskentamenetelmien välillä on selvä ero. PIRTU arvioi energian käytön systemaattisesti pienemmäksi kuin SEFA. Prosentuaalinen vähenemä skenaarioiden välillä on kuitenkin molemmilla laskentamenetelmillä samaa suuruusluokkaa. Molemmilla työkaluilla laskettuna Vuosaarella saavutettiin prosentuaalisesti suurimmat säästöt energian kulutuksessa. Ida Aalbergin puistossa säästö oli prosentuaalisesti pienintä skenaarioiden välillä.

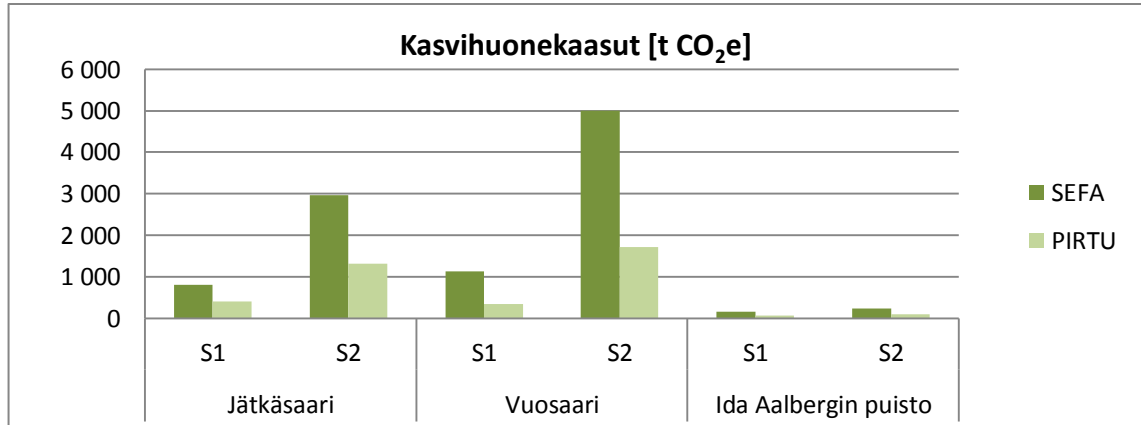


Kuva 19 Energian käytön erittely tapaustutkimuksessa. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljetettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

### 5.3.2 Ilmapäästöt

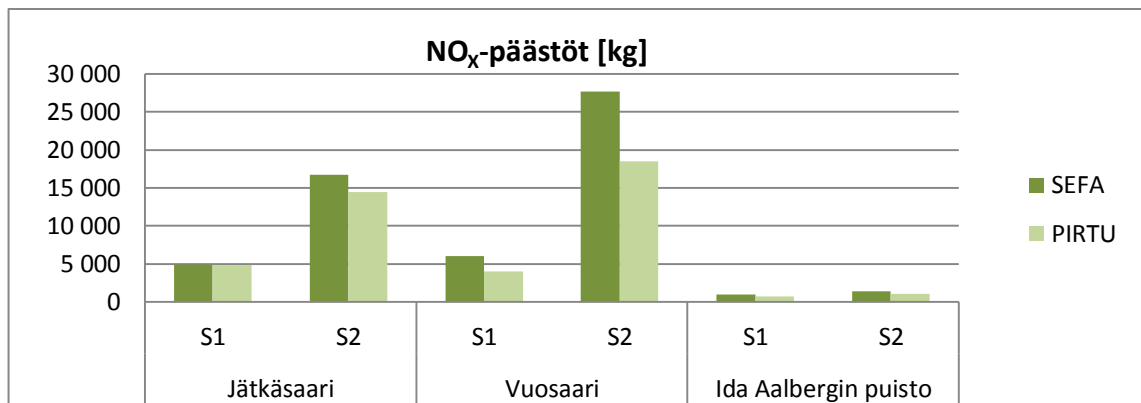
Pilaantuneita maa-aineksia hyödyntämällä säästettiin Jätkäsaarella n. 70 % kasvihuonekaasupäästöjä (CO<sub>2</sub>e). Vuosaarella säästö oli n. 80 % ja Ida Aalbergin puistossa säästö olisi ollut noin 33 %. Säästöjen suuruusluokka oli sama molemmilla laskentamenetelmillä laskettuna. Kuvassa 20 esitetään kasvihuonekaasujen päästöt, kun pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin alueella (S1) ja kun pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin (S2). SEFA arvioi päästöt selkeästi suuremmiksi kuin PIRTU kaikissa kolmessa kohteessa ja molemmilla skenaarioilla. Suhteet päästövähenyksissä ovat kuitenkin kaikilla kolmella kohteella samaa suuruusluokkaa lasken-

tatyökalujen välillä. Vuosaaren kohteen kunnostustoimien päästöt olivat molemmilla työkaluilla laskettuna suurimmat näistä kolmesta kohteesta, kun skenaariona oli pilaantuneiden maa-ainesten sijoittaminen kaatopaikoille. Sen sijaan kun skenaariona oli hyödyntäminen, Jätkäsaaren päästöt olivat suurimmat PIRTU:lla laskettuna. SEFA:lla laskettuna Vuosaaren päästöt olivat suuremmat myös hyödyntämiskenaariossa.



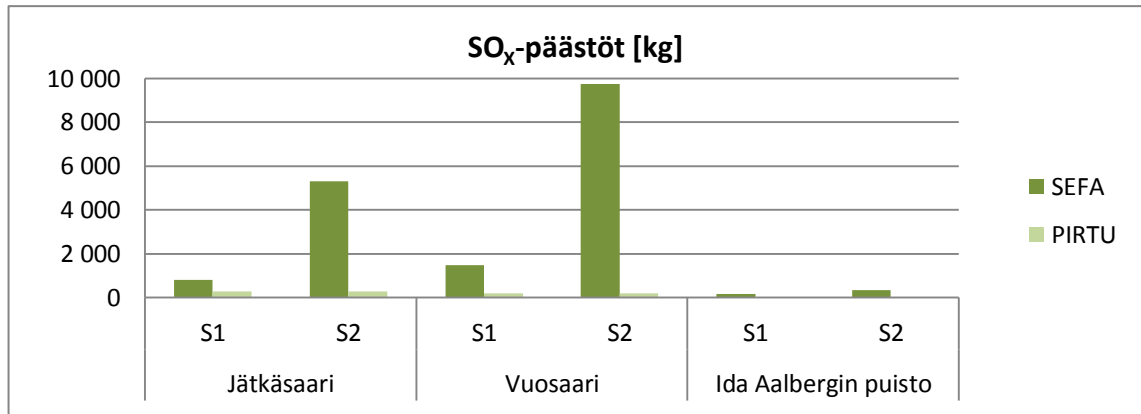
Kuva 20 Kasvihuonekaasupäästöjen erittely tapaustutkimuksessa. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

Hyödyntämällä pilaantuneita maa-aineksia säästettiin typen oksidien päästöjä ilmaan Jätkäsaarella lähes 70 %. Vuosaarella päästövähenys oli 70 % ja Ida Aalbergin puistossa vähenys olisi ollut noin 30 %. Kuvassa 21 on esitetty typen oksidien päästöt kahdessa skenaariossa kaikissa tapaustutkimuskohteissa molemmilla työkaluilla laskettuna. Molemmat työkalut arvioivat typen oksidien päästöjen olevan samaa suuruusluokkaa kaikissa kohteissa molemmilla skenaarioilla.



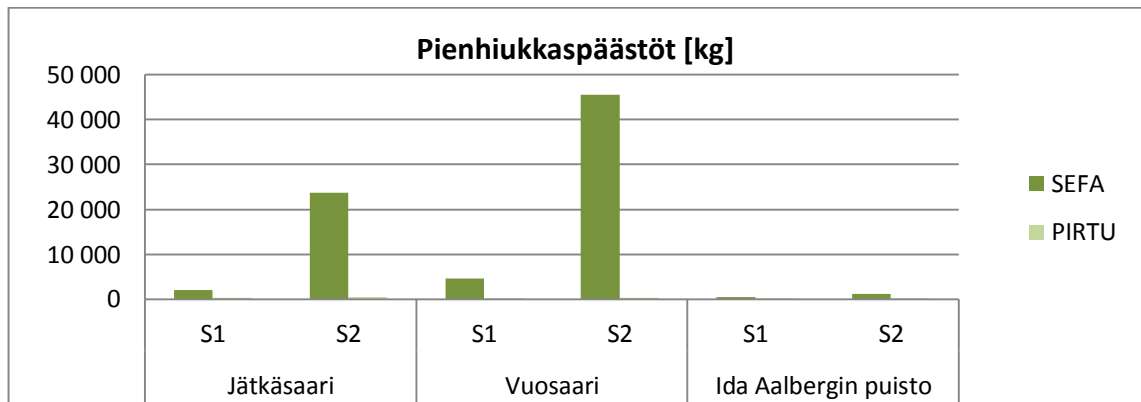
Kuva 21 Typen oksidien päästöjen erittely tapaustutkimuskohteissa. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

Rikin oksidien päästöt SEFA arvioi tapaustutkimuskohteissa moninkertaisesti suuremmiksi kuin PIRTU. SEFA:lla laskettuna Jätkäsaarella säästettiin rikin oksidien päästöjä 4 500 kg ja Vuosaarella 8 300 kg. Ida Aalbergin puistossa olisi säästetty 170 kg. PIRTU:lla laskettuna säästöt vaihtelivat 0-13 kg välillä. Myös suhteellisen vähenemän ero on työkalujen välillä suuri. Kuvassa 22 tulokset on havainnollistettu. PIRTU:n laskelmissa mukana on vain rikkidioksidi, kun SEFA ottaa huomioon myös muut rikin oksidit, rikkidioksidin ollessa kuitenkin komponenteista suurin (U.S. EPA 2008).



Kuva 22 Rikin oksidien päästöjen erittely tapaustutkimuskohteissa. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

Pienhiukkasten määrä kasvoi n. kymmenkertaiseksi Jätkäsaarella ja Vuosaarella SEFA:lla laskettuna, kun pilaantuneita maa-aineksia ei hyödynnety. Ida Aalbergin puistossa hyödyntäminen olisi vähentänyt pienhiukkasten päästöjä ilmaan n. 800 kg. PIRTU:lla laskettuna Jätkäsaarella ja Vuosaarella pienhiukkasten määrä väheni hyödyntämisellä 100–160 kg. Ida Aalbergin puistossa hyödyntäminen olisi vähentänyt pienhiukkasten päästöjä vain 4 kg. Kuvassa 23 on esitetty pienhiukkaspäästöjen erittely eri skenaarioilla. SEFA ottaa pienhiukkasten laskemisessa huomioon kaikki ne hiukkaset, jotka olivat halkaisijaltaan alle 10 µg. PIRTU:ssa hiukkasten kokoa ei ole määritetty.



Kuva 23 Pienhiukkaspäästöjen erittely eri tapaustutkimuskohteissa. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

### 5.3.3 Käytetyn maa-aineksen määrä

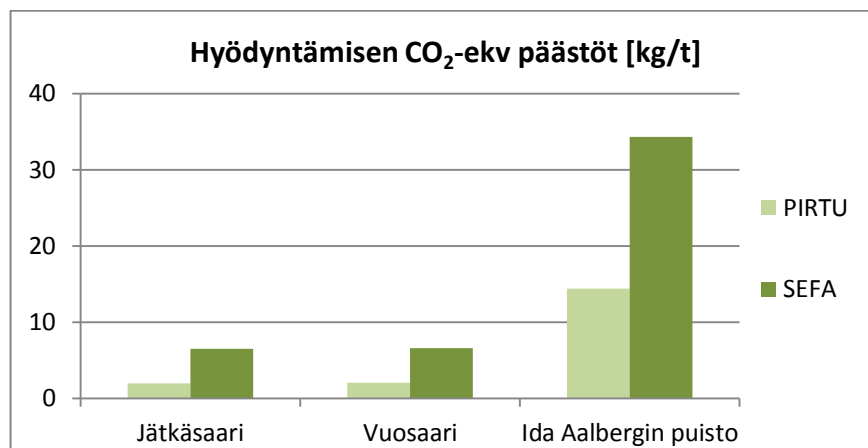
Kaikille tapaustutkimuskohteille laskettiin tuotetun jätteen määrä ja säästetyn neitseellisen maa-aineksen määrä. SEFA ja PIRTU tuottivat samat tulokset. Jätkäsaarella hyödynnettiin yhteensä 84 000 t pilaantuneita maa-aineksia. Jos pilaantuneita maa-aineksia ei olisi hyödynnety, tilalle olisi pitänyt tuoda sama määrä pilaantumaton maa-ainesta. Samoin, jos hyödyntämistä ei olisi tapahtunut, pilaantuneet maa-ainekset olisi viety jätteenä loppusijoitukseen. Maa-aineksia säästettiin siis 84 000 t ja jätteen määrä väheni 84 000 t.

Vuosaarella pilaantuneita maa-aineksia hyödynnettiin yhteensä 150 000 t. Koska meluste olisi pitänyt joka tapauksessa rakentaa, maa-aineksia säästettiin hyödynnety mää-

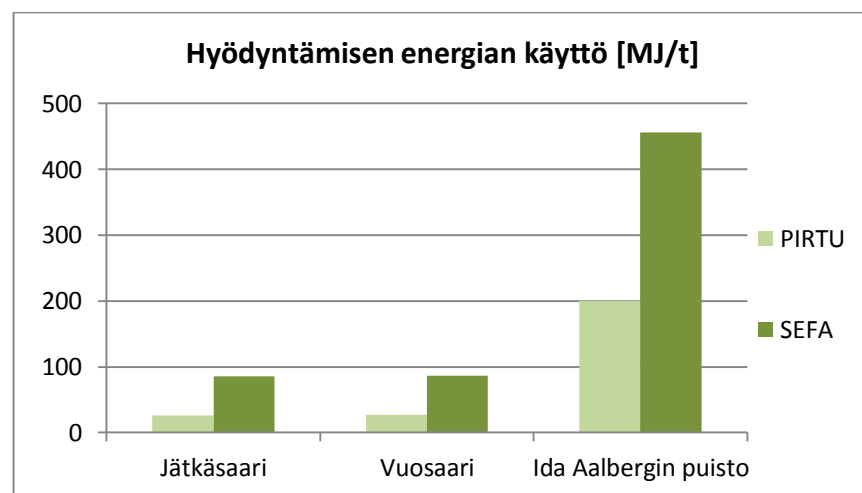
rä, 150 000 tonnia. Jos hyödyntämistä ei olisi tapahtunut, 150 000 t maa-aineksia olisi viety jätteenä loppusijoitukseen. Ida Aalbergin puistossa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä olisi voitu säästää pilaantumattomien maa-ainesten käyttöä yhteensä 4 100 tonnilla. Samoin jätteen määrä olisi vähentynyt 4 100 tonnilla.

### 5.3.4 Kasvihuonekaasupäästöjen ja energian käytön määrä suhteessa hyödynnettyyn maa-ainekseen

Tapaustutkimuskohteiden kasvihuonekaasupäästöjä ja energian käyttöä vertailtiin yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden. Vertailu tehtiin vain skenaariolle 1, jossa hyödynnettiin, tai Ida Aalbergin puiston ollessa kyseessä, olisi hyödynnetty pilaantuneita maa-aineksia. Jätkäsaarella ja Vuosaarella tuotettiin 2–7 kg kasvihuonekaasupäästöjä yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden laskentamenetelmästä riippuen. Ida Aalbergin puiston työmaalla kasvihuonekaasupäästöt olivat 14–34 kg yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden. Energian käyttö suhteutettuna hyödynnettyyn maa-ainekseen määrään noudatti samaa kaavaa. Jätkäsaarella ja Vuosaarella käytettiin energiaa 26–86 MJ yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden. Ida Aalbergin puistossa vastaava tulos oli 200–460 MJ/t. Kuvissa 24–25 esitetään kasvihuonekaasupäästöt ja energian kulutus kaikissa tapaustutkimuskohteissa molemmilla laskentatyökaluilla laskettuna.



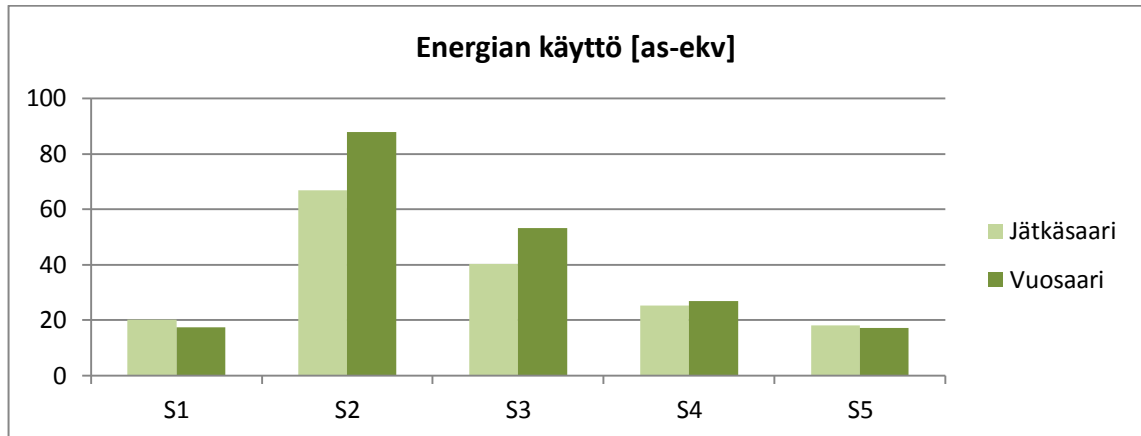
Kuva 24 Kasvihuonekaasupäästöt suhteutettuna hyödynnetyn maa-aineksen määrään, laskentatyökaluna PIRTU ja SEFA.



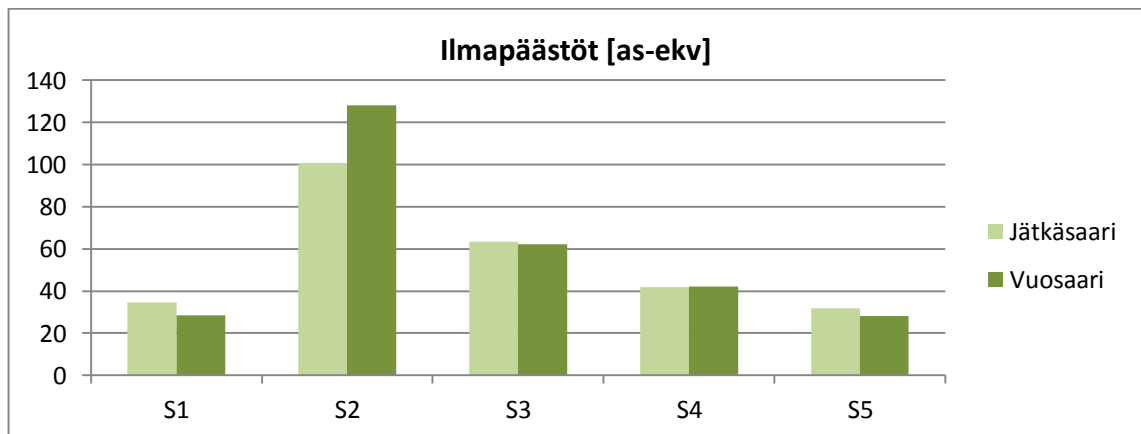
Kuva 25 Energian käyttö suhteutettuna hyödynnetyn maa-aineksen määrään, laskentatyökaluna PIRTU ja SEFA.

### 5.3.5 Loppusijoituskohteiden etäisyyden merkitys

Viiden skenaarion vertailussa todettiin, että pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoitus esimerkiksi kaatopaikalle on energian käytön ja kasvihuonekaasupäästöjen kannalta kannattavampaa kuin hyödyntäminen, jos loppusijoituskohte sijaitseisi Jätkäsaaresta 5 kilometrin etäisyydellä tai Vuosaaresta 7 kilometrin etäisyydellä. Kuvissa 26 ja 27 esitetään energian kulutuksen ja ilmapäästöjen vertailu skenaarioilla 1-5. Tulokset on laskettu PIRTU:lla. Viiden skenaarion tarkastelua ei tehty Ida Aalbergin puiston kohteesta.



Kuva 26 Loppusijoituskohteiden etäisyyden suhde energian käyttöön. S1 vastasi toteutunutta tilannetta ja S2:ssa maa-ainekset vietiin puitesopimusten mukaisiin loppusijoituskohteisiin. S3:ssa loppusijoituspaikat sijaitsivat maksimissaan 50 km päässä, S4:ssä 10 km päässä ja S5:ssä Jätkäsaaresta 5 km päässä ja Vuosaaresta 7 km päässä.



Kuva 27 Loppusijoituskohteiden etäisyyden vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin. S1 vastasi toteutunutta tilannetta ja S2:ssa maa-ainekset vietiin puitesopimusten mukaisiin loppusijoituskohteisiin. S3:ssa loppusijoituspaikat sijaitsivat maksimissaan 50 km päässä, S4:ssä 10 km päässä ja S5:ssä Jätkäsaaresta 5 km päässä ja Vuosaaresta 7 km päässä.

## 5.4 Kohdekohtaiset tulokset

### 5.4.1 Vuosaaren meluaste

Liitteessä 5 on esitetty Vuosaaren meluasteen ympäristökuormitustulokset kahdessa eri skenaariossa molemmilla laskentatyökaluilla laskettuna. Lisäksi liitteessä 5 on esitetty PIRTU:lla laskettuna kolmen lisäskenaarion tulokset. Ensimmäisessä skenaariossa

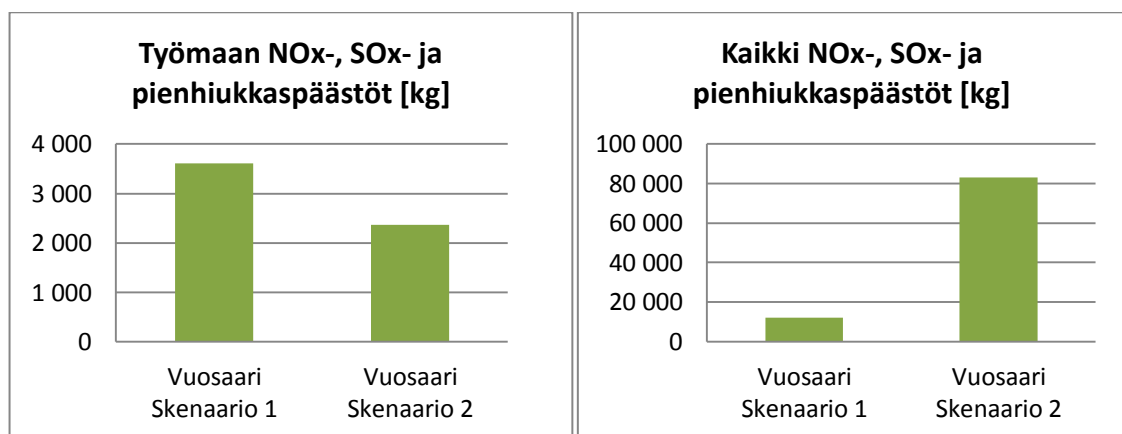
kaikki soveltuvat pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin melusteessa ja toisessa kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin Helsingin puitesopimuskaatopaikoille. Kuvitteellisten skenaarioiden 3-5 avulla tarkasteltiin, millä teoreettisella loppusijoituskohteen etäisyydellä kohteesta loppusijoitus olisi energian käytön ja ilmapäästöjen kannalta parempi vaihtoehto kuin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen kohteessa.

Vuosaaren melusteen työmaalla pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen energian käyttöä ja kasvihuonekaasupäästöjä saatiin pienennettyä n. 80 % hyödyntämällä pilaantuneita maa-aineksia melusteessa sen sijaan, että massat olisi sijoitettu Helsingin puitesopimuskaatopaikoille. Molemmat työkalut arvioivat vähenemän prosentuaalisesti samaan suuruusluokkaan. Taulukossa 10 esitetään SEFA:n ja PIRTU:n avulla laskettu energian käytön vähenemä, kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä sekä absoluuttiset päästöt ja energian kulutus.

*Taulukko 10 Vuosaari: energian käyttö ja kasvihuonekaasupäästöt hyödynnettäessä pilaantuneita maa-aineksia.*

	Energian käyttö			Kasvihuonekaasupäästöt		
	[GJ] PIMA:t hyödynnetty	[GJ] PIMA:t kaa- topaikoille	%	[t CO <sub>2</sub> e] PIMA:t hyödynnetty	[t CO <sub>2</sub> e] PIMA:t kaa- topaikoille	%
SEFA	15 000	67 000	-78	1 100	5 000	-78
PIRTU	4 600	24 000	-81	350	1 700	-80

SEFA laski typen oksidien, rikin oksidien ja pienhiukkasten päästöjä eritellen työmaalla tapahtuvat päästöt ja kaikki päästöt. Kuvassa 28 esitetään Vuosaaren typen ja rikin oksidien sekä pienhiukkasten päästöt tarkemmin. Vuosaarella typen ja rikin oksidien päästöt olivat hyödynnettäessä 80–85 % pienemmät kuin pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoituksessa. Pienhiukkaspäästöt olivat hyödyntämisvaihtoehdossa jopa 90 % pienemmät. Työmaalla aiheutuvat typen ja rikin oksidien päästöt sen sijaan olivat 13 % korkeammat silloin, kun pilaantuneita maa-aineksia hyödynnettiin alueella.

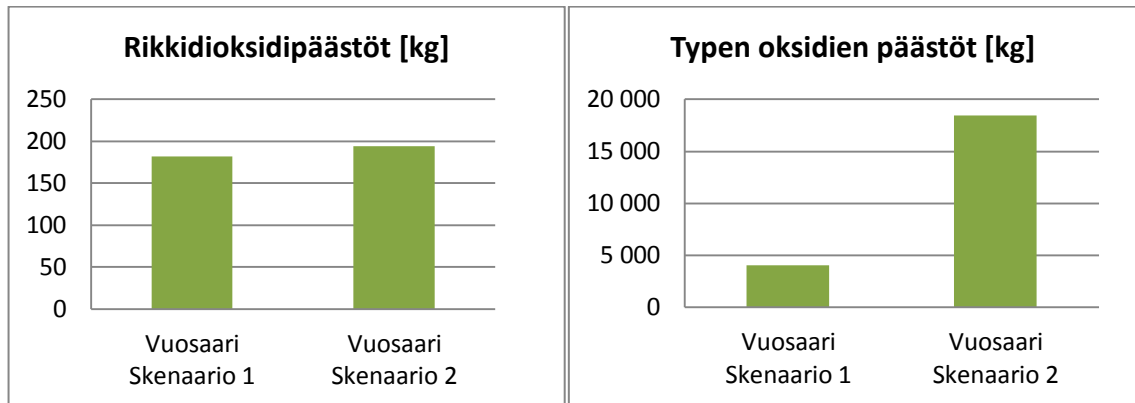


*Kuva 28 Typen ja rikin oksidien sekä pienhiukkasten päästöt SEFA-työkalulla laskettuna. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljetettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.*

Kuvassa 29 esitetään tarkemmin Vuosaaren alueen kunnostuksen rikkidioksidipäästöt ja typen oksidien päästöt PIRTU:lla laskettuna. Hyödyntäminen säästi esimerkiksi hiilidioksidin ja typen oksidien ilmapäästöjen määrää jopa 80 %. Pienhiukkasten, hiilimonoksidin ja VOC-yhdisteiden päästöt olivat 40–50 % pienemmät hyödyntämällä pilaantu-



neita maa-aineksia. Sen sijaan rikkidioksidin päästöt olivat vain 7 % pienemmät kuin skenaariossa 2.



Kuva 29 Rikkidioksidin ja typen oksidien päästöt PIRTU-työkalulla laskettuna. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljetettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

#### 5.4.2 Jätkäsaaren Hyväntoivonpuisto

Liitteessä 5 on esitetty Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston kohteen ympäristökuormitustulokset kahdessa eri skenaariossa. Lisäksi liitteessä 5 on esitetty PIRTU:lla laskettuna kolmen lisäskenaarioiden tulokset. Ensimmäisessä skenaariossa kaikki soveltuvat pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin Hyväntoivonpuistossa ja toisessa kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin Helsingin puitesopimuskatopaikoille. Kuvitteellisten skenaarioiden 3-5 avulla tarkasteltiin, millä teoreettisella loppusijoituskohteen etäisyydellä työmaalta loppusijoitus olisi energian käytön ja ilmapäästöjen kannalta parempi vaihtoehto kuin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen kohteessa.

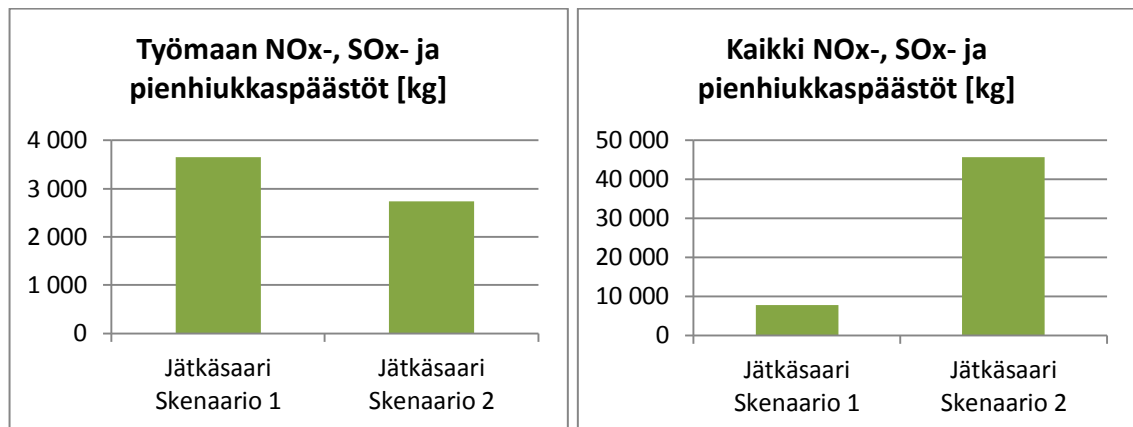
Jätkäsaaren työmaalla pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen energian kulutusta ja kasvihuonekaasupäästöjä saatiin pienennettyä 50–60 % hyödyntämällä pilaantuneita maa-aineksia puiston rakenteissa sen sijaan, että massat olisi sijoitettu Helsingin puitesopimuskatopaikoille. Taulukossa 11 esitetään SEFA:n ja PIRTU:n avulla laskettu energian käytön vähenemä ja kasvihuonekaasujen vähenemä sekä mallinnusten absoluuttiset tulokset. SEFA:lla laskettuna päästöjen vähenemä hyödyntämällä oli pienempää prosentuaalisesti, mutta suurempaa absoluuttisesti kuin PIRTU:lla laskettuna.

Taulukko 11 Jätkäsaari: energian käyttö ja kasvihuonekaasupäästöt hyödynnettäessä pilaantuneita maa-aineksia.

	Energian käyttö			Kasvihuonekaasupäästöt		
	PIMA:t hyödynnetty [GJ]	PIMA:t kaatopaikoille [GJ]	%	PIMA:t hyödynnetty [t CO <sub>2</sub> e]	PIMA:t kaatopaikoille [t CO <sub>2</sub> e]	%
SEFA	26 000	50 000	-48	1 900	3 700	-47
PIRTU	7 900	21 000	-62	590	1 500	-61

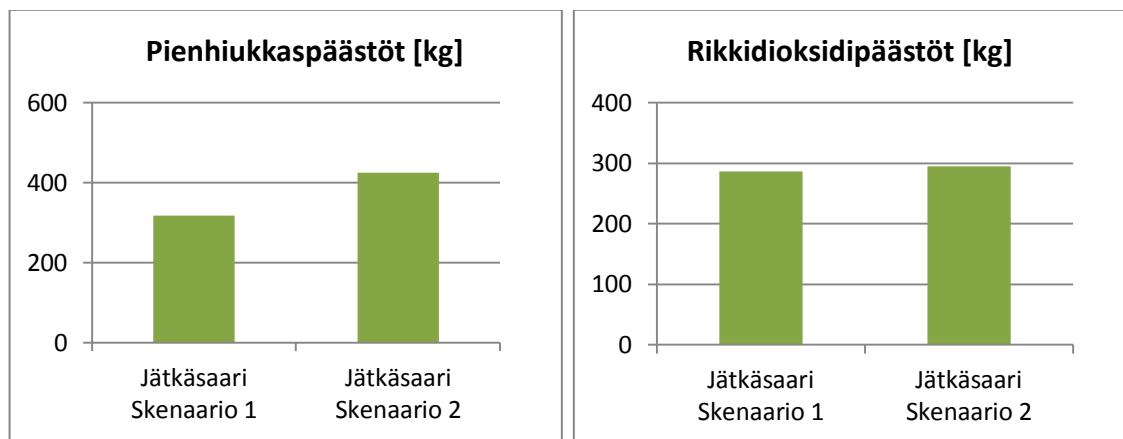
SEFA:lla laskettuna hyödyntämällä pilaantuneita maa-aineksia typen oksidien päästöt olivat n. 40 % ja rikin oksidien n. 70 % pienemmät kuin tilanteessa, jossa pilaantuneet maa-ainekset olisi viety kaatopaikoille. Työmaalla aiheutuvat typen ja rikin oksidien päästöt sen sijaan olivat 30 % suuremmat hyödyntämisvaihtoehdossa. Eniten Jätkäsaarissa hyödyntämisellä vähenivät pienhiukkaspäästöt ja vaarallisten aineiden päästöt

(84–90 %). U.S. EPA (2005) on eritellyt lasketut vaaralliset aineet. Kuvassa 30 on esitetty vertailu rikin ja typen oksideista ja pienhiukkaspäästöistä.



Kuva 30 Typen ja rikin oksidien sekä pienhiukkasten päästöt SEFA-työkalulla laskettuna. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljetettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

PIRTU:lla laskettuna hyödyntäminen vähensi esimerkiksi hiilidioksidin ja typen oksidien määrää jopa 70 %. Pienhiukkasten, hiilimonoksidin ja VOC-yhdisteiden päästöt vähenivät sen sijaan vain 20–30 %. Rikkidioksidin päästöt vähenivät hyödyntämisellä PIRTU:n mukaan vain 3 %. Kuvassa 31 on esitetty Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston kahden eri skenaarion rikkidioksidipäästöt ja pienhiukkaspäästöt.



Kuva 31 Pienhiukkasten ja rikkidioksidin päästöt PIRTU-työkalulla laskettuna. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljetettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

### 5.4.3 Ida Aalbergin puisto

Liitteessä 5 on esitetty Ida Aalbergin puiston kunnostuksen ympäristökuormitustulokset kahdessa eri skenaariossa. Ensimmäisessä skenaariossa kaikki soveltuvat pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin puiston rakenteissa. Toisessa skenaariossa, joka vastasi toteutunutta tilannetta, kaikki pilaantuneet maa-ainekset kuljetettiin Helsingin puitesopimuskaatopaikoille.

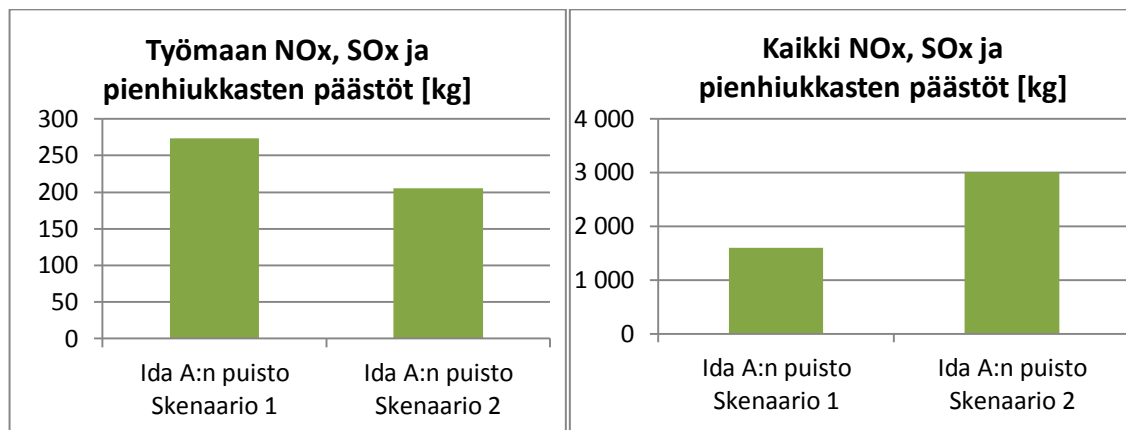
Ida Aalbergin puiston työmaalla pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen energian käyttöä ja kasvihuonekaasupäästöjä olisi saatu pienennettyä n. 30 % hyödyntämällä pilaantuneita maa-aineksia puistossa sen sijaan, että massat sijoitettiin Helsingin puitesopi-

muskaatopaikoille. Taulukossa 12 on esillä SEFA:n ja PIRTU:n avulla laskettu energian käytön ja kasvihuonekaasujen vähenemä. Molemmat työkalut laskivat päästöjen vähenemäksi saman 33 % molemmissa kategorioissa.

*Taulukko 12 Energian käytön ja kasvihuonekaasupäästöjen erittely Ida Aalbergin puiston kunnostuksessa.*

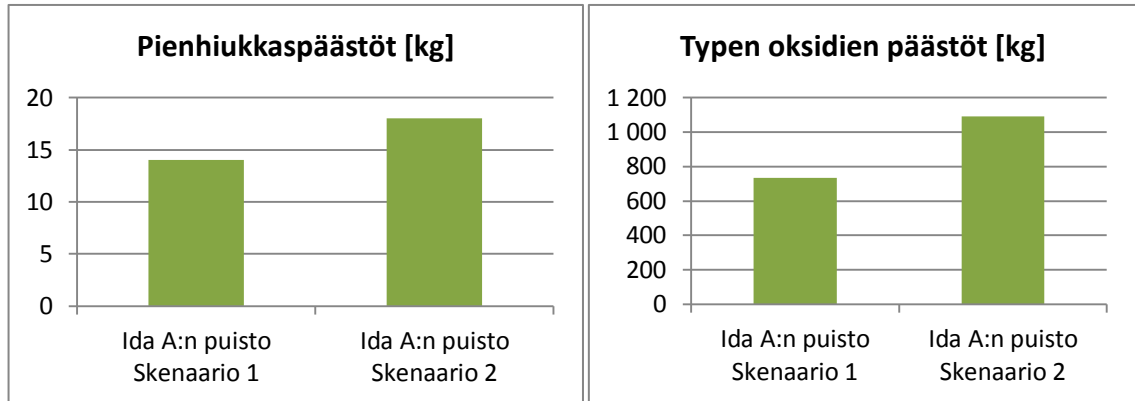
	Energian käyttö			Kasvihuonekaasupäästöt		
	[GJ] PIMA:t hyödynnetty	[GJ] PIMA:t kaa- topaikoille	%	[t CO <sub>2</sub> e] PIMA:t hyödynnetty	[t CO <sub>2</sub> e] PIMA:t kaa- topaikoille	%
SEFA	2160	3234	-33	162	241	-33
PIRTU	950	1423	-33	68	102	-33

SEFA:lla laskettuna typen oksidien päästöt olisivat vähentyneet hyödyntämisen ansiosta n. 30 % ja rikin oksidien n. 50 %. Pienhiukkaspäästöt olisivat vähentyneet jopa 65 %. Työmaalla aiheutuvat typen ja rikin oksidien päästöt sen sijaan olivat kuvitteellisessa hyödyntämisvaihtoehdossa 25 % suuremmat. Kuvassa 32 on esitetty typpi- ja rikkioksidien sekä pienhiukkasten päästöjen vertailu SEFA:lla laskettuna.



*Kuva 32 Ida Aalbergin puiston työmaan typen ja rikin oksidien sekä pienhiukkasten päästöt SEFA-työkalulla laskettuna. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljetettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.*

PIRTU:lla laskettuna hyödyntäminen olisi vähentänyt hiilidioksidin ja typen oksidien sekä metaanin päästöjä noin 30 %. Pienhiukkasten, hiilimonoksidin ja VOC-yhdisteiden päästöt olisivat vähentyneet noin 20 %. Kuvassa 33 on esitetty Ida Aalbergin puiston kahden eri skenaarion pienhiukkaspäästöjen ja typen oksidien päästövertailu.



Kuva 33 Ida Aalbergin puiston pienhiukkasten ja typen oksidien päästöt PIRTU-työkalulla laskettuna. S1 kuvaa tilannetta, jossa pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin kohteessa ja S2 tilannetta, jossa ne kuljetettiin kaatopaikoille loppusijoitukseen.

## 6 Kyselytutkimuksen tulokset

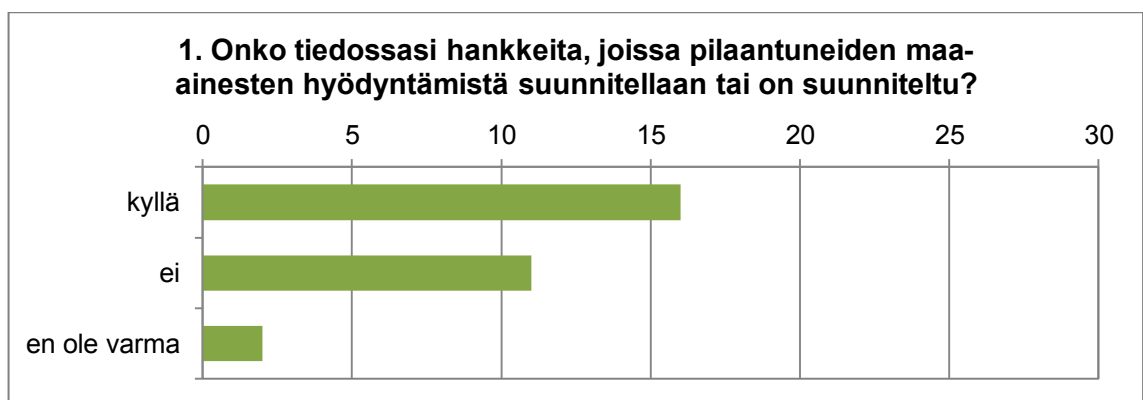
### 6.1 Saadut vastaukset

Kysely lähetettiin yhteensä 44 henkilölle, jotka toimivat 39 organisaatiossa. Näistä henkilöistä kolme ilmoitti perustellusti, ettei vastaa kyselyyn. Perusteluna oli se, ettei kyseinen henkilö tai organisaatio hoida pilaantuneisiin maihin liittyviä asioita. Kysely ohjattiin vastaajien toimesta henkilölle, joka oli jo vastaanottajien listassa. Täten kyselyn mahdollisia vastaajia oli yhteensä 41, joista vastasi 29. Kyselyn vastausprosentti oli 71. Kysymyksiin vastasi vaihtelevasti 21–29 vastaajaa. Kysymyksen tyhjäksi jättäminen saattoi tarkoittaa useaa eri asiaa, esimerkiksi sitä, että vastaajalla ei ollut mielipidettä tai sitä, että vastaaja ei kokenut hyödyntämisprosessissa olevan ongelmia. Kyselyn kaikki annetut avoimet vastaukset on esitetty liitteessä 7.

Kyselyn mukaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen nähtiin vielä haasteellisenä. Haasteina nähtiin rakennushankkeiden kiireiset aikataulut, jotka eivät sovi yhteen kaavoituksen ja lupaprosessien hitaampiin aikatauluihin. Ympäristölupaprosessi tunnistettiin kyselyssä erityisen haasteelliseksi ajan käytön, viranomaisresurssien, osaamisen ja sääntelyn suhteen. Myönteisintä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisessä nähtiin erityisesti kustannussäästöt ja ympäristökuormituksen pieneneminen.

### 6.2 Hyödyntämishankkeiden yleisyys

Vastaajista 16 ilmoitti tietävänsä hankkeita, joissa pilaantuneita maa-aineksia oli hyödynnetty tai suunniteltu hyödynnettävän. Useampi vastaaja totesi, että useassa pienehkössä hankkeessa toteutetaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä kaivetuilla maa-aineksilla, joissa pitoisuudet ovat alle kunnostustavoitteen. Lisäksi pilaantuneita maa-aineksia oli hyödynnetty meluvalleissa ja ampumaratojen sivuvalleissa. Kuvissa 34 ja 35 on esitetty tarkemmin kysymysten 1 ja 3 vastaukset. Molempiin kysymyksiin vastasivat kaikki 29 vastaajaa. Kysymykset 2 ja 4 olivat avoimia kysymyksiä, joiden vastaukset löytyvät liitteestä 7.



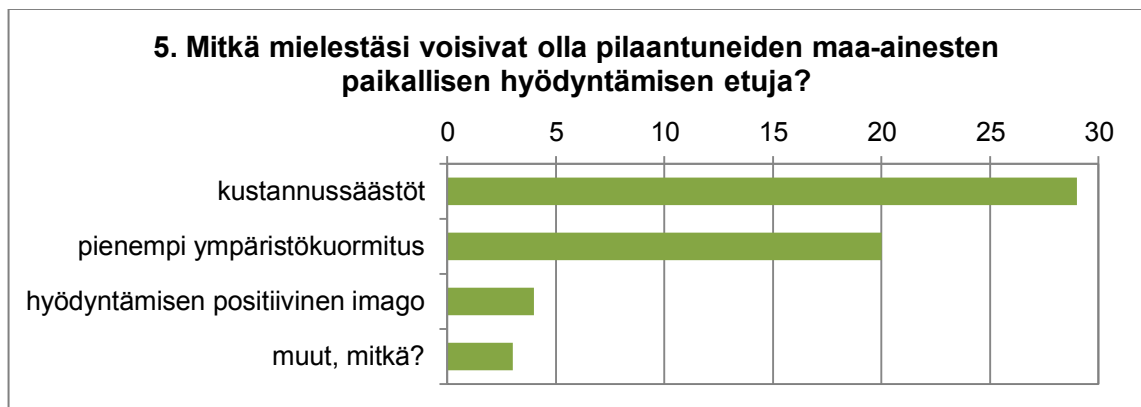
Kuva 34 Kysymys 1, vastausten jakautuminen.



Kuva 35 Kysymys 3, vastausten jakautuminen.

### 6.3 Hyödyntämisen edut ja kannusteet

Kysymysten 5 ja 6 vastausten perusteella kustannussäästöt ovat tällä hetkellä suurin kannustin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen. Kaikki 29 vastaajaa näkivät kustannussäästöjen olevan yksi hyödyntämisen eduista. Kustannusten ohella pienempi ympäristökuormitus oli 20 vastaajan mielestä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen etu. Sen sijaan vain 7 vastaajaa näki ympäristönsuojelullisen edun kannustavan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen. Kuvissa 36 ja 37 on esitetty tarkemmin kysymysten 5 ja 6 vastausten jakautuminen. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen muita etuja ja kannustimia nähtiin olevan luonnonvarojen säästö ja jätelain etusijajärjestyksen toteutuminen.



Kuva 36 Kysymys 5, vastausten jakautuminen.



Kuva 37 Kysymys 6, vastausten jakautuminen.

#### 6.4 Soveltuvat hyödyntämiskohteet ja maa-ainesten sisältämät haitta-aineet

Vastaajien keskuudessa ei ollut selkeää yksimielisyyttä niistä kohteista, jotka sopivat pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen. Meluvallit, ampumaratojen suojavallit ja parkkipaikat olivat vastausten mukaan sopivia alueita pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseksi. Myös puistot, tierakenteet ja kentät saivat noin puolet vastaajista kannalleen. Muita hyödyntämiseen sopivia alueita todettiin olevan satamat ja rautateiden huoltotiet. Kysymykseen jätti vastaamatta yksi henkilö. Kuvassa 38 on esitetty vastaajien näkemykset tarkemmin.



Kuva 38 Kysymys 7, vastausten jakautuminen.

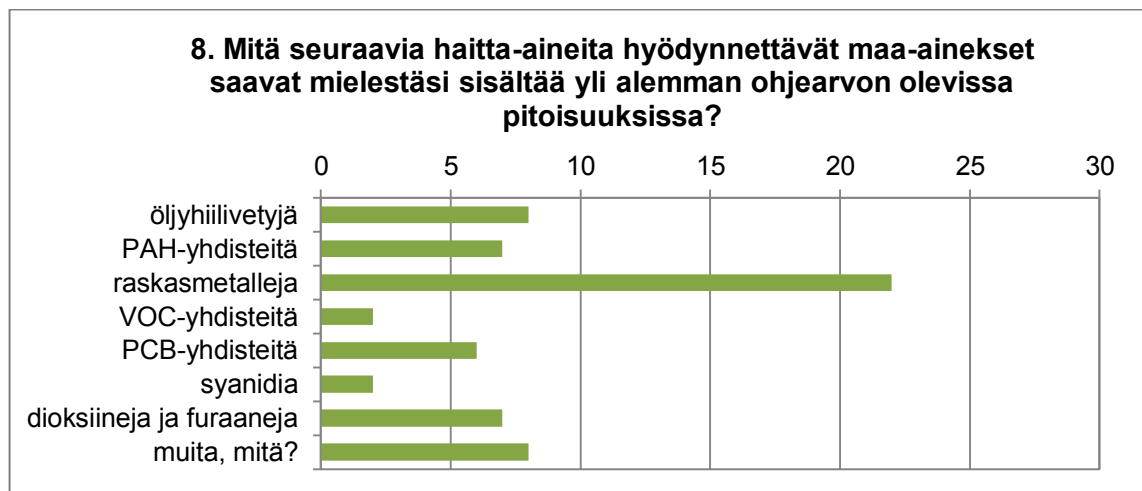
Kuvassa 39 on esitetty vastaukset kysymykseen 8, joka käsitteli haitta-aineiden sallittavuutta hyödynnettävissä maa-aineksissa. Kysymyksen vastaajista 81 % oli sitä mieltä, että hyödynnettävät pilaantuneet maa-ainekset saavat sisältää raskasmetalleja. Öljyhiilivedyt, PAH-yhdisteet ja dioksiinit sekä furaanit olivat kysymykseen vastanneista 26–30 % mielestä sallittavia haitta-aineita hyödynnettävissä maa-aineksissa. Kysymykseen jätti vastaamatta kaksi henkilöä. Avoimissa vastauksissa otettiin kantaa erityisesti hait-

ta-aineiden liukenevuuteen, haihtuvuuteen ja hajuun. Useampi vastaaja kommentoi, että maa-ainesten soveltuvuus hyödyntämiseen tulee aina pohtia kohdekohtaisesti, jolloin kaikkia haitta-aineita sisältäviä maa-aineksia on teoriassa mahdollista hyödyntää:

*"Maa-aineen käyttökelpoisuus tulee ratkaista kohdekohtaisesti" (ELY:n viranhaltija 3)*

*"Tämä on olosuhdesidonnainen asia. Yleistä linjausta ei ole mahdollista tehdä, vaan pitoisuustasot ja haitta-aineiden laatu on arvioitava kohdekohtaisesti." (Konsultti 1)*

*"Periaatteessa kaikkia, jos asia osoitetaan riskinarvioinnilla" (Kaupungin viranhaltija 5)*



Kuva 39 Kysymys 8, vastausten jakautuminen.

## 6.5 Hyödyntämiseen liittyvät haasteet

Kysymyksestä 9 eteenpäin kyselyssä käsiteltiin hyödyntämisen haasteita. Vastaukset jakautuivat kysymyksessä 9 kuvan 40 mukaisesti. Kysymykseen vastasi 28 henkilöä. Yleisesti pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen ongelmana nähtiin tasaisesti hyödyntämisen prosessin vaativuus, prosessin vaatima aika sekä pilaantuneiden maa-ainesten aiheuttamat ympäristö- ja terveysriskit. Myös lupatekniset asiat ja sosiaaliset riskit nähtiin haasteena, mikä tuli ilmi avoimissa vastauksissa. Maankäytön muutokset tulevaisuudessa tuovat epävarmuutta siihen, miten hyödyntäminen tulisi toteuttaa. Viranomaisiin liittyvissä kommentoissa näkyi huoli tiedon puutteesta ja ennakkoluuloista hyödyntämistä kohtaan:

*"Viranomaisasenteet estävät/haittaavat hyödyntämismahdollisuuksia" (Tilaaaja 1)*

*"Viranomaiset eivät ole vielä omaksuneet lainsäädännön antamia mahdollisuuksia ja valtakunnan strategioita vielä siten, kuten ne olisi mahdollista huomioida." (ELY:n viranhaltija 1)*

*"Liika varovaisuus etenkin luvituksessa" (Konsultti 3)*



Yleisesti viranomaisilla itsellään oli kuitenkin myönteinen asenne hyödyntämiseen. Vain yksi virnaomainen kommentoi pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä negatiiviseen sävyyn.

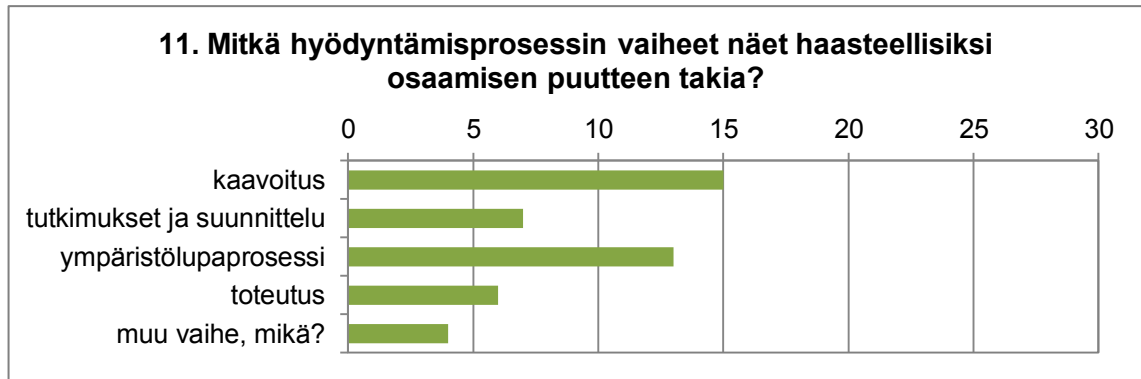


Kuva 40 Kysymys 9, vastausten jakautuminen.

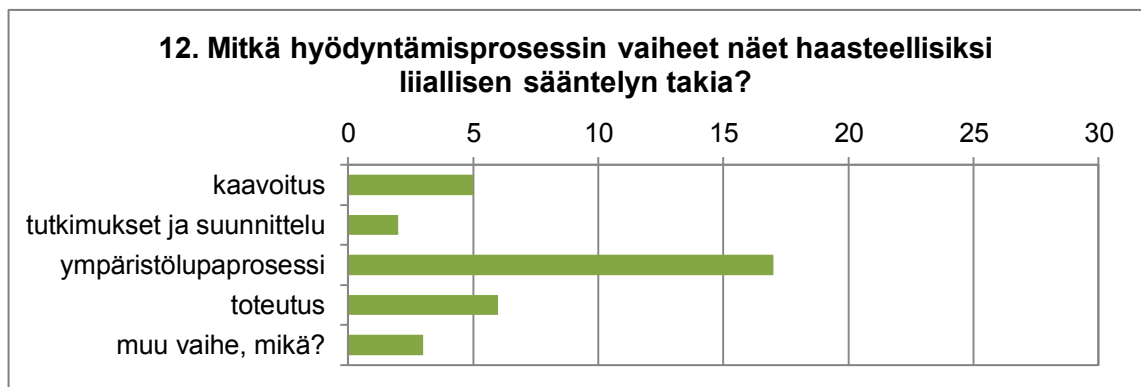
Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisprosessi jaettiin kyselyssä neljään osaan: kaavoitukseen, tutkimuksiin ja suunnitteluun, ympäristölupaprosessiin ja toteutukseen. Kuvat 41–44 esittävät tarkemmin vastaajien näkemykset eri vaiheisiin liittyvistä haasteista. Ympäristölupaprosessi ja kaavoitus aiheuttavat vastaajien näkemysten mukaan etenkin ajallisia ja osaamisen puutteeseen liittyviä haasteita. Ympäristölupaprosessi nähdään haasteelliseksi myös liiallisen sääntelyn ja resurssien puutteen takia. Kysymys 12, jossa kysyttiin liiallisen sääntelyn vaikutusta hyödyntämisprosessiin, keräsi kyselystä vähiten, vain 21 vastausta. Avoimissa vastauksissa esiin tuli tiedon puute ja ennakkoluulot, viranomaisten asenteet, henkilöresurssien puute hyödyntämiskohteiden etsimisessä ja koetoimintaluvan tiukkuus.



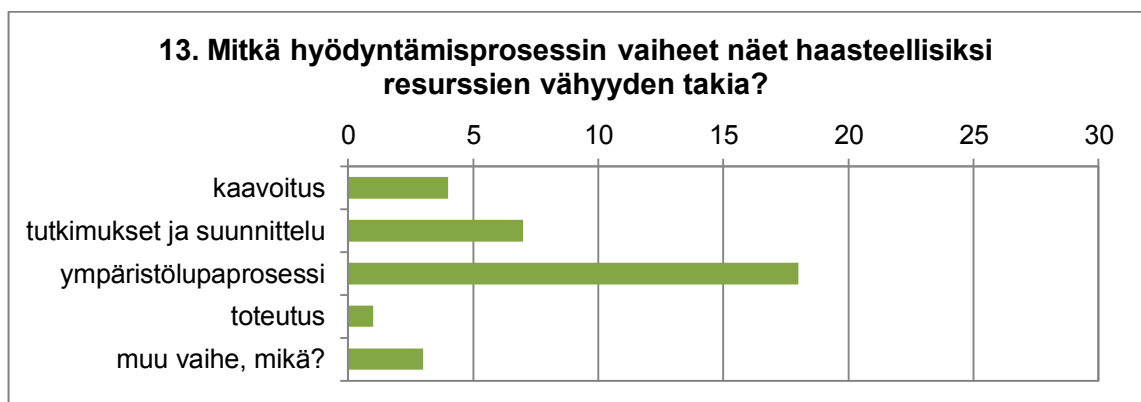
Kuva 41 Kysymys 10, vastausten jakautuminen.



Kuva 42 Kysymys 11, vastausten jakautuminen.



Kuva 43 Kysymys 12, vastausten jakautuminen.



Kuva 44 Kysymys 13, vastausten jakautuminen.

## 6.6 Avoimet vastaukset

Kysymys 14 oli avoin kysymys, jossa pyydettiin näkemyksiä pilaantuneiden maainesten hyödyntämisen tulevaisuudesta. Kaikki kysymyksen 14 avoimet vastaukset on esitetty liitteessä 7. Yleisesti asenteet hyödyntämistä kohtaan olivat myönteisiä. Hyödyntämisessä nähtiin kuitenkin useita haasteita, jotka liittyivät etenkin terveystarpeisiin, lainsäädäntöön, ympäristölupaprosessiin ja kaavoitukseen. Hyödyntämisen ympäristövaikutukset herättivät mielipiteitä muun muassa seuraavasti:

*"On kestävän kunnostuksen periaatteiden mukaista, jos pilaantuneita maita voidaan osittain käyttää kunnostuskohteessa." (ELY:n viranhaltija 7)*

*"Olisi erittäin järkevää pystyä laajemmin hyödyntämään rakennushankkeissa syntyviä kaivumassoja, niin pilaantuneita kuin pilaantumattomiakin." (Konsultti 1)*

Pilaantuneiden maa-ainesten mahdolliset terveysriskien koettiin huolestuttavan rakentajia ja alueen asukkaita mm. seuraavasti:

*"Etenkin asuinrakentamisen yhteydessä rakentajilla on suuri pelko siitä, että jollain alkaa pöytä särkeä ja sen jälkeen etsitään syytä ja pahimmillaan ollaan lehtien otsikoissa." (Konsultti 5)*

*"Asuinalueilla hyödyntämistä ei voi suositella imagosyistä, koska on olemassa ihmisiä, jotka suhtautuvat hysterisesti kaikkiin 'myrkyihin' maaperässä." (Kaupungin viranhaltija 4)*

## 7 Tulosten tarkastelu

### 7.1 Ympäristövaikutukset

Kahdessa toteutetussa hyödyntämiskohteessa rakennusvaiheen ympäristökuormitus oli pienempi, kun pilaantuneita maa-aineksia hyödynnettiin kunnostuskohteessa. Myös kolmannessa kuvitteellisessa kohteessa ympäristökuormitus olisi ollut pienempi pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä. Kaikissa kolmessa kohteessa vertailtiin skenaarioon, jossa kaikki pilaantuneet maa-ainekset olisi kuljetettu ulkopuolisiin vastaanotto-paikkoihin. Kaksi kolmesta kyselytutkimuksen vastaajista näki pienemmän ympäristökuormituksen etuna pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisessä. Suuri osa kyselyn vastaajista näyttäisi siis olevan tietoisia tapaustutkimuksessa todetusta pienemmästä ympäristökuormituksesta pilaantuneita maa-aineksia hyödynnettäessä.

PIRTU-laskentatyökalulla saatujen tulosten mukaan Jätkäsaassa hyödyntämisvaihtoehdon ympäristökuormitus oli suurempi kuin Vuosaassa, vaikka pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämismäärä oli pienempi. Sen sijaan SEFA:n tulosten mukaan Vuosaaren kunnostustoimien ympäristökuormitus oli suurempi. Tilannetta voi selittää se, että Jätkäsaassa kaikkien kaivettujen maa-ainesten määrä oli 50 % suurempi Vuosaaren määrään verrattuna, joka nostaa hyödyntämisvaihtoehdon ympäristökuormitusta. Sen sijaan tilanteessa, jossa maa-ainekset vietiin ulkopuolisiin vastaanotto-paikkoihin, Vuosaaren työmaalla käytettiin enemmän energiaa ja kasvihuonekaasupäästöt sekä ty-pen oksidien päästöt olivat suuremmat. Vuosaaren suurempi kuormitus tässä skenaariossa voisi selittyä sillä, että ulkopuoliseen vastaanotto-paikkaan vietyjä maa-aineksia oli melkein kaksinkertainen määrä Jätkäsaaren työmaahan verrattuna. Tämä nostaa kuljetusten ja samalla ympäristökuormituksen määrää. Ida Aalbergin puiston kohde oli selkeästi pienempi kuin Jätkäsaaren ja Vuosaaren kohteet, joten sen tuloksia ei ole jär-kevä tarkastella tässä kontekstissa.

Tulosten mukaan ympäristönsuojelulliset edut kannustavat hyödyntämiseen tällä hetkel-lä vain 25 % kyselyyn vastanneen mielestä. Luonnonvarojen säästö tuli ilmi positiivise-na tekijänä kysymysten avoimissa vastauksissa. Tapaustutkimuksessa laskettiin suoraksi luonnonvarojen säästökseen hyödynnetty maa-ainesmäärä. On kuitenkin mahdollista, että pilaantumattomia ylijäämämaita olisi käytetty kohteiden rakentamisessa neitseellisten maa-ainesten sijasta, joten suora luonnonvarojen säästö voi olla tutkimuksessa ylimitoi-tettu. Kuten mm. Harbottle ym. (2006), Blanc ym. (2004) ja Page ym. (1999) ovat to-denneet, kaikkien ympäristökuormitukseen vaikuttavien asioiden laskeminen ja arvioin-ti on hyvin vaikeaa. Tässä tapaustutkimuksessa pyrittiin kuitenkin ottamaan huomioon kaikki ne tekijät, jotka luovat merkittävää ympäristökuormitusta hankkeiden kokoluok-kaan nähden.

Tapaustutkimuskohteiden kasvihuonekaasupäästöjä ja energian käyttö laskettiin myös yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden. Tarkastelu tehtiin vain skenaariolle 1, jossa maa-aineksia hyödynnettiin tai olisi hyödynnetty kohteissa. Jätkäsaaren ja Vuosaaren tapaustutkimuskohteissa kasvihuonekaasupäästöt yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden olivat hyvin lähellä toisiaan. Sen sijaan Ida Aalbergin puiston kohteessa kasvi-huonekaasupäästöt olivat reilusti suuremmat yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia koh-den. Energian käyttö ei tehnyt poikkeusta, vaan Jätkäsaaren ja Vuosaaren tulokset olivat samaa luokkaa, kun Ida Aalbergin puiston toteuma oli suurempi.

Ida Aalbergin puiston suuremmat kasvihuonekaasupäästöt ja energian käyttö yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden selittyy osittain sillä, että alueella käytettiin hyödynnettyä paljon maa-aineksia, jotka tuotiin kohteen ulkopuolelta. Näiden maa-ainesten kaivamista ei laskettu ympäristökuormituksen laskentaan mukaan, sillä kuormitus ei tapahtunut suunnittelualueella. Sen sijaan niiden sijoittaminen alueelle oli mukana ympäristökuormituslaskennassa. Muualta tuotujen maa-ainesten määrä oli moninkertainen verrattuna alueella kaivettujen maa-ainesten määrään, joten niiden laskeminen mukaan olisi muuttanut paikallista tarkastelua. Ympäristövaikutusten tarkempi laskenta olisi vaatinut laajempaa alueellista tarkastelua, johon tässä diplomityössä ei ollut mahdollisuutta.

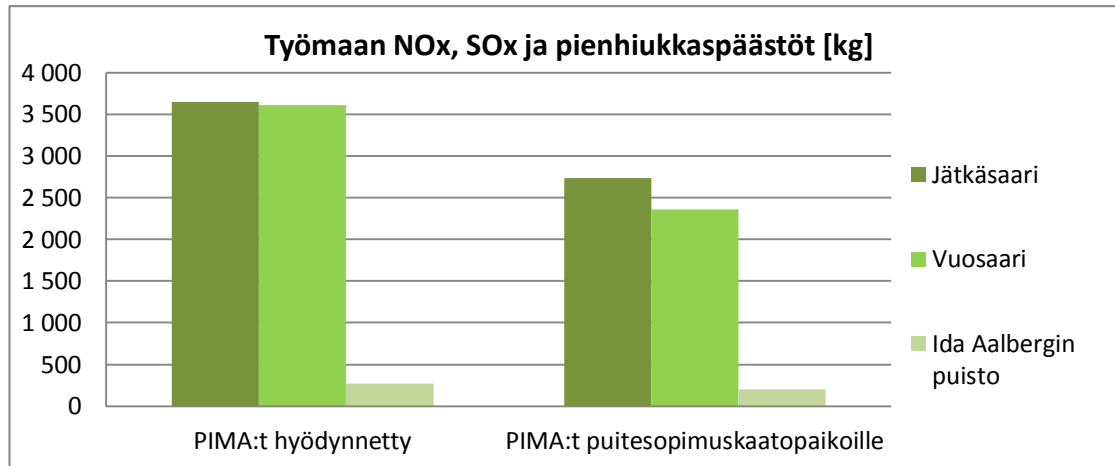
Toisaalta Ida Aalbergin puisto oli kokoluokaltaan pieni verrattuna Jätkäsaaren ja Vuosaaren työmaihin. Ida Aalbergin puiston työmaan kesto suhteessa kaivettuihin ja hyödynnettyihin maa-ainemääriin oli kuitenkin suurempi kuin Vuosaarella tai Jätkäsaarella, mikä nosti ympäristökuormitusta yhtä hyödynnettyä maa-ainestonnia kohden. On mahdollista, ettei hyödyntäminen välttämättä ole kannattavaa näin pienessä kohteessa. Eräs kyselyn vastaaja pohtikin pienen työmaan soveltumista hyödyntämiseen myös seurantavelvoitteiden ja vastuiden kautta:

*"Pienimuotoinen, massamäärällisesti vähäinen hyödyntäminen ei ole järkevää, koska hyödyntämisestä seuraa seurantavelvoitteita, vastuita maa-alueen haltijalle / omistajalle sekä tiedonhallinnan ja sen välittämisen haasteita." (Kaupungin viranhaltija 1)*

Rikkidioksidin päästöjen kasvu skenaarioiden vaihtuessa oli PIRTU:lla laskettuna hyvin pientä verrattuna muihin haitta-aineisiin tai SEFA:n rikin oksidien päästöihin. Kun muiden haitta-aineiden päästöt ilmaan kasvoivat 20–80 % skenaarion muuttuessa hyödyntämisestä loppusijoitukseen, rikkidioksidin päästöt kasvoivat vain 3–7 %. Tilanne johtuu siitä, että PIRTU:lla laskettaessa kaivinkoneista aiheutuvat rikkidioksidin päästöt ovat moninkertaisia verrattuna kuorma-autoista aiheutuviin päästöihin. Koska kaivetun maa-aineksen määrä on skenaarioissa sama, huomattavaa eroa ei pääse syntymään skenaarioiden välille pelkästään kuljetusten osalta. Samaa tilannetta on nähtävissä myös VOC-yhdisteiden ja pienhiukkasten päästöissä. Näissä ero ei kuitenkaan ole yhtä suuri.

### 7.1.1 Päästöjen paikkasidonnaisuus

SEFA erotteli typen ja rikin oksidien sekä pienhiukkasten päästöt tuloksissa työmaalla aiheutuneisiin päästöihin ja kaikkiin päästöihin. Työmaalla tapahtuvat päästöt olivat kuvan 45 mukaisesti Jätkäsaarella 25 % pienemmät siinä skenaariossa, jossa pilaantuneita maita ei hyödynnetty työmaalla. Vastaava luku oli Vuosaarella 35 % ja Ida Aalbergin puistossa 25 %.



Kuva 45 Työmaiden typen ja rikin oksidien sekä pienhiukkasten päästöjen erittely SEFA-työkalulla laskettuna.

Työmaan typen- ja rikin oksidien sekä pienhiukkaspäästöjen kategoria oli ainut, jossa päästöt olivat suuremmat hyödyntämisvaihtoehdolla. SEFA:lla laskettuna hyödyntämiskäyttöön menevät maa-ainekset luokiteltiin käytettävän hyödyksi työmaalla (reused/recycled on site). Tästä syystä SEFA laski paikallisista kuljetuksista aiheutuneet päästöt työmaalla aiheutuviin päästöihin. Kun maa-ainekset kuljetetaan kohteen ulkopuolelle, päästöt lasketaan työmaan ulkopuolella syntyviksi. PIRTU:ssa ei ole mahdollista jaotella päästöjä työmaan sisäisiin ja työmaan ulkopuolisiin kuten SEFA:ssa, joten päästöjen sijainnin arvioitiin vain toisen työkalun avulla. Täten tuloksen luotettavuus ei välttämättä ole yhtä pitävä kuin jos tulos olisi laskettu molemmilla työkaluilla.

SEFA laski työmaan ympäristökuormituksen myös sen perusteella, kuinka monta tuntia kaivinkone oli alueella tekemässä töitä. Työkoneiden käyttämä aika arvioitiin hyödyntämisvaihtoehdossa loppusijoitusskenaariota suuremmaksi, jotta alueelle rakennettujen eristerakenteiden ympäristövaikutuksia voitaisiin kuvata ympäristökuormituksen laskennassa. Eristerakenteiden materiaalien ympäristökuormitusta ei laskettu puuttuvien lähtötietojen takia. Eristeiden materiaalien ympäristökuormituksen ei kuitenkaan arvioitu olleen merkittävä osuus hankkeiden kokonaispäästöistä.

Hankkeiden kestävyysarvioinnissa on tarpeellista pohtia, missä päästöt tapahtuvat. On eri asia aiheuttaa haitta-aineiden päästöjä ilmaan maantiellä kaukana asutuksesta tai toisaalta jopa asutuksen keskellä, kuten tämän tutkimuksen kohteissa. Asutuksen keskellä tapahtuva rakentaminen ja maa-ainesten kuljetukset voidaan lukea hyödyntämisen negatiivisiksi vaikutuksiksi etenkin Jätkäsaarella ja Ida Aalbergin puistossa. Ilmansaasteille altistuminen on suurta erityisesti vilkkaasti liikennöityjen teiden läheisyydessä (HSY 2015). Täten on syytä arvioida sitä, kuinka paljon pilaantuneiden maa-ainesten kuljettamisen päästöistä ilmaan aiheutuu kaupunkialueella asuinalueiden läheisyydessä. Ilmansaasteiden pitoisuudet laskevat nopeasti, kun etäisyys tiehen kasvaa. Taustapitoisuuden tasolla saasteet ovat jo 200–300 metrin etäisyydellä päästölähteestä. (HSY 2015.)

Vuosaaren työmaan välittömässä läheisyydessä ei ollut asuinalueita, joihin olisi voinut kohdistua merkittävää haittaa työmaan sisäisistä kuljetuksista. Vuosaaren satamasta ajettiin kunnostuksen aikaan pois joko Vuotien tai Niinisaarentien kautta, joiden varrella on asuinrakennuksia. Kaupunkiajtoa arvioidaan olleen n. 2,5 km Vuosaaresta lähdeä. Kun kokonaisajomatka vaihtelee 85–300 km välillä, kaupunkiajtoa on maksimissaan 3 % ajomatkasta. Koska sisäisten kuljetusten välittömässä vaikutuspiirissä ei ole asuin-

rakennuksia, vaihtoehto, jossa pilaantuneet maa-ainekset viedään ulkopuoliseen vastaanottoipaikkaan, voidaan arvioida haitallisemmaksi alueen asukkaille.

Jätkäsaari sen sijaan sijaitsee Helsingin keskustassa ja työmaiden välittömässä läheisyydessä on paljon asuinrakennuksia. Täten työmaan sisäiset ajot altistavat alueella asuvat ihmiset haitallisten ilmapäästöjen kasvaneelle määrälle. Työmaalta vastaanottoipaikkoihin lähteneillä pilaantuneiden maa-ainesten kuljetusajoilla oli n. 4 km kaupunkiajtoa. Kokonaisajomatka vaihteli 110–160 km välillä, joten kaupunkiajtoa oli maksimissaan 4 %. Ida Aalbergin puisto sijaitsee Pohjois-Haagan lähiöalueella, ja puistosta maantielle on matkaa n. 1,5 km. Lähin vastaanottoipaikka sijaitsi 55 km päässä, joten kaupunkiajtoa tuli maksimissaan 3 % ajomatkoista. Ida Aalbergin puistoon tuotiin kuitenkin maa-aineksiä etenkin Jätkäsaaresta, josta kaupunkiajtoa voitiin katsoa olevan koko 10 km matka.

Kuorma-autot kuluttavat selkeästi enemmän energiaa ja aiheuttavat ilmaan enemmän haitallisia päästöjä kaupunkiajossa kuin maantieajossa (Motiva 2012). Helsingissä oli vuonna 2010 puitesopimuksia loppusijoituskohteiden kanssa, jotka sijaitsivat 30–150 km etäisyydellä Helsingistä (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2010). Täten tapaustutkimuskohteiden vastaanottopaikat sijaitsivat suhteellisen kaukana Helsingistä. Puitesopimusten mukaiset vastaanottopaikat vaihtelevat vuosittain, mutta niiden etäisyys Helsingistä tulee luultavasti kasvamaan tulevaisuudessa, kun kaatopaikkoja ajetaan alas. Tapaustutkimuksessa todettiin, että loppusijoitus olisi ollut ilmapäästöjen ja energian kulutuksen kannalta kannattavampaa, jos loppusijoituskohde olisi sijainnut Jätkäsaaresta 5 km ja Vuosaaresta 7 km päässä. On kuitenkin huomioitava, että laskettu etäisyys ei ole realistinen loppusijoituspaikan sijainti Helsingissä tai muissa isoissa kaupungeissa.

### 7.1.2 Laskentatyökalujen vertailu

Laskentamenetelmissä on eroja, jotka aiheuttivat vaihtelua tulosten välillä. Yksi selkeä eroavaisuus on se, että SEFA laskee työmaalla tuotetut päästöt sen mukaan, kuinka monta tuntia työkonet ovat olleet paikan päällä tekemässä töitä. PIRTU sen sijaan laskee energian kulutuksen kaivetun massamäärän avulla. Se, että työmaat ovat olleet käynnissä Jätkäsaaresta ja Vuosaaresta useamman vuoden aiheutti hankaluuksia työkohteiden käyttämän tuntimäärän arvioimiseen. Tilanne voikin nostaa työmaan ympäristökuormituksen laskennan virhemarginaalia. Toisaalta, SEFA:n tulosten mukaan suurin osa päästöistä aiheutuu maa-ainesten kuljetuksista, joten työmaan päästöt eivät selitä mahdollisia eroja täysin.

PIRTU on Suomessa kehitetty laskentamenetelmä, joten sen parametrit ja tausta-arvot on määritelty Suomeen sopiviksi. SEFA sen sijaan on kehitetty Yhdysvalloissa, jossa esimerkiksi matkat loppusijoituspaikkoihin ovat vielä pidempiä kuin Suomessa. Tilanne näkyy esimerkiksi siinä, että SEFA:ssa on mahdollisuus valita jätteen kuljetusmuodoksi lentokone, juna tai kuorma-auto. Kuorma-autoilla toteutettavien kuljetuksien kautta laskevaa PIRTU:a voidaan tällä perusteella pitää tapaustutkimuksen kohteisiin sopivampana.

PIRTU on rakennettu ympäristövaikutusten osalta yksinkertaiseksi. SEFA sen sijaan ottaa huomioon useampia eri kategorioita, kuten henkilöliikenteen. Vaikka tässä työssä tapaustutkimuskohteita tarkasteltiin lähtökohtaisesti elinkaariajattelun periaatteita noudattaen, ja esimerkiksi henkilöliikenne ja kunnostusta varten tehdyt maaperätutkimukset kuuluvat PIMA-hankkeen elinkaareen, ne päätettiin jättää pois SEFA:n laskennasta tu-

losten vertailtavuuden vuoksi. Koska suurin osa hankkeiden päästöistä syntyy työko-  
neista ja maa-ainesten kuljetuksista, merkittävimmät päästölähteet on otettu laskennassa  
huomioon. PIRTU on rakennettu avoimeksi, joten myös maaperätutkimusten ja henkilö-  
liikenteen päästöt olisi ollut mahdollista laskea ympäristökuormitukseen mukaan. Työs-  
sä työkaluja haluttiin kuitenkin käyttää siinä muodossa kuin ne olivat.

U.S. EPA:n julkaisemalla SEFA:lla laskettuna ympäristökuormitus oli systemaattisesti  
suurempi kuin Suomen ympäristökeskuksen kehittämällä PIRTU:lla laskettuna. Lem-  
ming ym. (2016) toteavat, että pilaantuneiden maa-alueiden kunnostusten ympäristö-  
kuormitusarviointien ei ole ikinä tarkoitus toimia absoluuttisina mittareina. Sen sijaan  
niiden tulee ohjata päätöksentekoa niin, että voidaan valita tiettyyn kohteeseen sopiva  
menetelmä. Tuloksia pitäisi siis aina tulkita vaihtoehtojen välillä, ei absoluuttisia arvoja  
vertaillen. Kun tuloksia tarkastellaan suhteellisesti, työkalut olivat linjassa kaikissa ske-  
naarioissa ja kohteissa. Työkaluja voidaankin pitää eri kunnostusvaihtoehtojen vertai-  
luun sopivina.

Yksittäisiä yhdisteitä tai yhdisteryhmiä koskevia eroja aiheuttavat myös työkalujen  
omat rajaukset. Pienhiukkasten suhteen SEFA ottaa huomioon kaikki halkaisijaltaan 10  
µm pienemmät hiukkaset. PIRTU sen sijaan ei määrittele pienhiukkasten kokoa, joten  
voi olla, että raja-  
us on eri. Ylipäänsä työkalujen ja liikenteen hiukkaspäästöjen doku-  
mentointi voi olla puutteellista, jolloin laskentamenetelmät pitää kehittää sillä tiedolla,  
jota on saatavilla. Kasvihuonekaasupäästöjen (CO<sub>2</sub>e) osalta molemmissa työkaluissa oli  
sama raja-  
us. Molemmat työkalut laskivat CO<sub>2</sub>-ekvivalenttiin hiilidioksidin, metaanin ja  
dityppioksidin. Typen oksidien suhteen työkalut eivät tarkkaan määritelleet sitä, miten  
summapitoisuus lasketaan.

## 7.2 Kustannusvaikutukset

Kustannussäästöt olivat kyselytutkimuksen kaikkien vastaajien mielestä pilaantuneiden  
maa-ainesten hyödyntämisen tärkeimpiä etuja. Vastaajista 86 % koki, että tälläkin het-  
kellä kustannussäästöt kannustavat pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen. Kyse-  
lytutkimuksen tulokset siis tukevat tapaustutkimuksen tuloksia, joiden mukaan Jätkäsa-  
arella ja Vuosaarella saavutettiin huomattavat säästöt pilaantuneiden maa-ainesten hyö-  
dyntämisellä. Yksi kyselyn vastaaja pohti taloudellisen hyödyn merkitystä seuraavasti:

*"Hyödyntämisestä pitäisi tulla selkeää taloudellista hyötyä, muuten jää  
kauniiksi ajatuksiksi. Tällöin ohjaus tulisi tapahtua esim. verotuksen kaut-  
ta." (Konsultti 5)*

Se, mikä on selkeää taloudellista hyötyä, riippuu etenkin kohteen kokoluokasta. Helsin-  
gin pilaantuneista maista aiheutuneet kokonaiskustannukset ovat olleet noin 13–15 mil-  
joonaa euroa vuodessa (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2010). Kun Vuosaaren  
työmaan yhteiskustannukset olivat yhteensä noin 10 miljoonaa euroa neljän vuoden  
aikana, voidaan puhua merkittävistä summista. Vuosaaren mahdolliset kustannukset  
olisivat voineet nousta jopa 14 miljoonaan euroon, jos pilaantuneita maita ei olisi hyö-  
dynnetty alueella. Jätkäsaaren kohteen lasketut kustannussäästöt olivat 2,4 miljoonaa,  
kun pilaantuneet maa-ainekset hyödynnettiin Hyvätoivonpuistossa. Eräs kyselyn vastaa-  
ja koki, että luonnonmateriaalien edullisuus on este hyödyntämiselle:



*"Luonnonmateriaalit (sora, murske jne.) ovat edelleen liian halpoja. On helppo rakentaa kuten aikaisemminkin. Rakennusala on vanhoillinen, ei halua perehtyä kierrätysmateriaaleihin." (Konsultti 3)*

Vaikka hyödyntämisellä saavutettavat kustannussäästöt tuntuvat olevan kyselyn vastaajilla tiedossa, hyödyntämistä ei toteuteta laajamittaisesti. Yksi syy on varmasti yhden kyselyyn vastanneenkin (Tilaaaja 1) toteama: rakennushankkeita suunnitellaan ja toteutetaan kiireellä, jolloin hyödyntäminen ei ole aikataulun takia mahdollista. Tällöin on kokonaisuudessaan edullisempaa saada rakentaminen käyntiin, vaikka se nostaisikin pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyn kustannuksia.

Vaikka rakennusalalla Jätkäsaaren 2,4 miljoonan euron säästöt ja Vuosaaren 3,3 miljoonan euron säästöt eivät ole suuret koko kaava-alueiden kokonaiskustannuksiin nähden, hyödyntämisen voidaan sanoa olleen kannattavaa. Tätä johtopäätöstä tukee myös se, että tässä tapaustutkimuksessa myös ympäristökuormituksen kannalta hyödyntäminen oli parempi vaihtoehto. Kustannussäästöt eivät tässä tapaustutkimuksessa johtaneet heikompaan rakentamistapaan tai muihin kompromissiratkaisuihin.

Kustannuslaskentaan ei tässä tapaustutkimuksessa voitu kuitenkaan ottaa huomioon kaikkia mahdollisia kustannusluokkia. Jätkäsaaren hyödyntämisalueen rakentamisen kustannuksia ei ollut erikseen dokumentoitu, joten hankkeen kustannukset laskettiin yksikköhinnoilla, jotka kerättiin Vuosaaren kohteesta.

### **7.3 Toimintaympäristö**

Kuten kyselyn viimeisen, avoimen kysymyksen, vastauksista kävi ilmi, moni vastaaja koki, että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä tulisi lisätä tai se tulee lisääntymään tulevaisuudessa. Etenkin menettelyjen yhtenäistäminen, maa-aineksen luokittelun lainsäädännön kehittäminen, ympäristölupaprosessin keventäminen sekä isojen pilottihankkeiden järjestäminen koettiin ratkaisuksi hyödyntämisen lisäämiseen. Myös suunnittelijoille, kaavoittajille ja viranomaisille tehdyt selkeät ohjeistukset lisäisivät pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella etenkin valtakunnallinen PIMA-strategia kannustaa kaavoittajia merkitsemään alueita maa-ainesten käsittelyä varten. Strategia myös kannustaa hyödyntämään maa-aineksia tehokkaasti kaivukohteessa. Samankaltaisuus kyselytutkimuksen vastauksissa ja PIMA-strategian tavoitteissa on ilmeinen. Näyttää siltä, että alan asiantuntijoilla on suhteellisen yhtenäinen näkemys siitä, mihin suuntaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen pitäisi tulevaisuudessa mennä. Yksi vastaaja kommentoi etenemistä seuraavasti:

*"Asia ei etene ilman riittävän lukuisia ja riittävän isoja pilottihankkeita. Ohjeistus suunnittelijoille, kaavoittajille ja myös viranomaisille pitää saada selkeäksi ja riittävän yksinkertaiseksi." (Kaupungin viranhaltija 5)*

Ei ole tiedossa, onko kyseinen kaupungin viranhaltija tutustunut esimerkiksi tässä tutkimuksessa esille tuotuihin hyödyntämishankkeisiin. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen edistämiseksi voisikin olla tarpeellista tuoda esille hyödyntämishankkeita ja niistä tehtyjä raportteja. Toisaalta, sellaisia selvityksiä, joissa hyödyntämisen eri osia alueita tutkitaan systemaattisesti, ei ole Suomessa aiemmin juuri tehty.

Kun vastaajilta kysyttiin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen ongelmista, mikään yksittäinen vastausvaihtoehto ei saanut yli kymmentä vastaajaa kannalleen. Tasaisesti ongelmia nähtiin hyödyntämisprosessin vaativuus ja sen vaatima aika sekä pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen aiheuttamat ympäristö- ja terveysriskit. Kysymyksessä suosituin vastausvaihtoehto oli "muu, mikä", mikä saattoi johtua esimerkiksi olennaisen vastausvaihtoehdon puuttumisesta. Kysymyksen vastausvaihtoehtoja voidaan pitää hieman epäonnistuneina. Kolme avointa vastausta käsitteli rohkeutta tehdä hyödyntämispäätöksiä. Rohkeutta toivottiin niin rakennuttajilta, suunnittelijoilta kuin lupaviranomaisiltakin. Tähän liittyen yksi vastaaja (Kaupungin viranhaltija 6) nosti esille myös kokemuksen puutteen. Jos kaupungissa tai maakunnassa ei ole ikinä hyödynnetty pilaantuneita maa-aineksia, kynnys hyödyntämiselle voi olla suuri.

Tuloksissa tuli ilmi se, että hyödyntämisellä koetaan olevan vielä "lainsäädännöllisiä esteitä" (ELY:n viranhaltija 4). Ympäristölupaprosessi tunnistettiin kyselyssä ongelmalliseksi osaamisen, resurssien, ajan käytön ja liiallisen sääntelyn osalta. Kaupunkien viranhaltijoista 90 % oli sitä mieltä, että ympäristölupaprosessissa esiintyy ajallisia haasteita. Sama prosenttiluku oli ELY:n viranhaltijoilla 60 %. Sen sijaan tilaajista, loppusijoituskohteiden edustajista ja konsulteista kaikki olivat sitä mieltä, että ympäristölupaprosessissa esiintyy ajallisia haasteita. Ympäristölupaprosessiin käytetty aika tunnistettiin jo kirjallisuusosuudessa mahdolliseksi haasteeksi, joten tulos voidaan todeta odotetuksi.

Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisprosessin vaiheista kaavoitus nähtiin haasteelliseksi osaamisen puutteen takia. Myös kaavoituksen ajallinen kesto nähtiin haasteena, kuten alla olevasta sitaatista käy ilmi:

*"Hyödyntäminen onnistuisi varmasti monessa muussakin kohteessa, mutta käsittäkseni kaavoitusasiat ja kaavamutokset rajoittavat hyödyntämistä tai ainakin hidastavat sitä liikaa" (Kaupungin viranhaltija 2)*

Suurin osa konsulteista ja ELY-keskuksen viranhaltijoista näki, että ympäristölupaprosessissa esiintyy ongelmia resurssien vähyeden takia. Kaupunkien edustajat sen sijaan painottivat etenkin osaamisen puutetta ympäristölupaprosessin haasteissa. Tulokset olivat odotettuja, sillä kuten kirjallisuuskatsauksessa tuli ilmi, kaavoitusprosessit ovat suhteellisen valitusherkkiä ja ympäristölupaprosessien ajallinen kesto on pitkä. Yleis- ja asemakaavojen valituskierrokset lisäävät prosessiin kuluvaan aikaan merkittävästi.

Osaamisen puutteen lisäksi avoimissa vastauksissa tuli ilmi tiedon puute, joka aiheuttaa ennakkoluuloja läpi linjan asiantuntijoista alueiden asukkaisiin. Konsultit painottivat resurssien vähyeden lisäksi etenkin liiallista sääntelyä, kuten seuraavassa sitaatissa käy ilmi:

*"Tällä hetkellä ympäristölupaprosessin kesto ja vaatimukset aiheuttavat sen, että pilaantuneiden maiden hyötykäyttö on realismia vain isohkoissa ja pitkäkestoisissa hankkeissa." (Konsultti 4)*

Esitetty mielipide tukee aiempaa pohdintaa siitä, onko hyödyntäminen järkevää pienissä kohteissa. Toisaalta, jos pilaantuneisiin maa-alueisiin liittyvät hankkeet osataan ennakoita esimerkiksi vähintään vuotta etukäteen, pienissäkin hankkeissa ympäristölupaprosessin vaatima aika ei muodostuisi ongelmaksi.

Liiallinen sääntely tai byrokratia tuli ilmi myös viranhaltijoiden avoimissa vastauksissa kautta linjan. Sen sijaan siitä, pitäisikö lupakäytäntöä tehdä helpommaksi vai ei, oltiin eri mieltä:

*"Ympäristölupaprosessia tulee keventää merkittävästi, jotta pilaantuneen maan hyödyntämistä voidaan tehostaa nykyisestä." (ELY:n viranhaltija 8)*

*"Pilaantuneiden maiden hyödyntämistä koskevaa lupaprosessia itsessään ei kannata ehkä keventää, koska kohteet vaihtelevat ja hyödyntämismahdollisuus tulee kuitenkin arvioida tapauskohtaisesti." (Kaupungin viranhaltija 4)*

Tulosten mukaan viranomaisten toiminta ja lainsäädännölliset ongelmat olivat vahvasti arvostelun alla. Strukturoitujen kysymysten tulosten perusteella ympäristölupaprosessin ongelmat liitettiin etenkin liialliseen sääntelyyn, resurssien vähyteen ja osaamisen puutteeseen. Voi siis olla, että ympäristölupaprosessin sääntelyn ja ajan käytön haasteet johtuvat nimenomaan resurssien ja osaamisen puutteesta, ei niinkään viranomaisten asenteista. Tätä todistaa se, että viranomaisten kommentit hyödyntämiseen liittyen olivat yleisesti positiivisia. Toisaalta, jos ympäristölupaviranomaisten resursseja lisätään esimerkiksi palkkaamalla lisää työntekijöitä, tilanne ei automaattisesti parane. Tällöin yhden hakemuksen käsittelyaika on oletettavasti edelleen yhtä pitkä, hakemuksia ainoastaan pystytään käsittelemään useampi vuodessa. Toki resursseja lisäämällä saadaan lupahakemuksen odotusaikaa lyhyemmäksi, jos niitä on jonossa useampia.

Kun kaavoittaja tai ympäristölupaviranomainen saa valmiin suunnitelman pöydälleen, siihen vaikuttaminen on jo vaikeaa. Jos keskusteluyhteys on avattu jo suunnittelun alkuvaiheessa ja viranomaisen ehdottamia muutoksia käydään läpi suunnittelun aikana, on pienempi todennäköisyys sille, että lupa hyödyntämiselle evätään. Myös Tohmo ja Takala (2011) ottivat esille yhteistyön tärkeyden kaavoittajan ja ympäristölupaviranomaisten kanssa. Ympäristölupaprosesseissa on nykyään käytössä ennakkoneuvotteluja, joiden tulisi sujuvoittaa ympäristölupaprosessia. Viranomaiset eivät kuitenkaan voi ennakkoneuvotteluissa ennakoida kantaansa (mm. Järvinen 2015, Rönn ym. 2014). Täten neuvotteluiden todellinen hyöty ei välttämättä ole merkittävä. Toki neuvottelut voivat ohjata suunnittelijoita lupahakemuksessa käsiteltäviin asioihin.

Osaamisen puute voi johtaa ennakkoluuloihin, joita sivuttiin myös kyselyn avoimissa vastauksissa. Ennakkoluulot ovat omiaan hankaloittamaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä, kun rohkeita suunnitelmia, puoltavia ympäristölupapäätöksiä tai hyödyntämistä kannustavaa kaavoitusta ei uskalleta tehdä. Osaamista voidaan parantaa esimerkiksi ympäristöhallinnon julkaisemilla ohjeilla, joissa selitetään hyödyntämisen periaatteet ja mahdolliset edut. Myös selkeä lainsäädäntö voi auttaa niin, ettei lakien erilaisille tulkinnoille jää suurta varaa.

### **7.3.1 Hyödynnettävissä maa-aineksissa sallitut haitta-aineet**

Kyselyn tuloksissa tuli ilmi, että yleisesti raskasmetallit ovat haitta-aineryhmä, jota hyödynnettävät maa-aineet saivat sisältää. VOC-yhdisteet ja syanidi olivat selkeästi pienimmän vastaajajoukon mielestä sallittuja maa-aineksissa, joita hyödynnetään. Avoimissa vastauksissa painotettiin kohdekohtaisen riskinarvion tärkeyttä.

Myös uusimmissa alan ohjejulkaisuissa todetaan, että kohdekohtainen riskinarviointi on tärkeä osa kunnostushanketta, sillä sen avulla pystytään määrittämään juuri tietyn alu-

een kriittiset haitta-aineet (Ympäristöministeriö 2014a). Tapaustutkimuksessa Jätkäsaarella ja Vuosaarella oli hyödynnetty maa-aineksia, joiden pilaantuneisuus oli aiheutunut metalleista (Vuosaari) tai metalleista, PAH-yhdisteistä ja/tai öljyhiilivedyistä (Jätkäsaari). Ida Aalbergin puistossa olisi hyödynnetty metalleilla pilaantuneita maa-aineksia. Tapaustutkimuskohteissa hyödynnetyt maa-ainekset toteuttavat täten yleistä mielipidetä kyselyn osalta.

Kyselyn tuloksissa tuli ilmi myös se, että hyödynnettävässä maa-aineksessa olevat haitta-aineet eivät saisi haihtua tai haista. Haju olikin säädetty esteeksi Jätkäsaaren hyödyntämisalueella, jossa sai hyödyntää myös maa-aineksia, jotka sisälsivät orgaanisia haitta-aineita. Haitta-aineiden aiheuttamien terveysriskien mahdollisuus oli huolestuttanut osaa vastaajista. Asiaan otettiin kantaa mm. seuraavasti:

*"Samalla on tärkeää, ettei rakenneta mitään "pommia" tuleville sukupolville. Haitta-aineille asetettavat riskiperusteiset pitoisuusrajat perustuvat aina sen hetkiseen parhaaseen ymmärrykseen ja on täysin mahdollista, että jonkun haitta-aineen osalta tilanne muuttuu paljonkin tulevaisuudessa." (Konsultti 1)*

Esimerkiksi bentseenin, joka on monoaromaattinen ja helposti haihtuva hiilivety, kynnyksen ja ohjearvot on määritelty aikana, jolloin haitattomaksi pitoisuudeksi sisäilmassa määriteltiin  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Reinikainen 2007). Tällä hetkellä kyseinen arvo on  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ympäristöministeriö 2014a), joten vastaajan esittämä huoli voi olla aiheellinen. Eräs vastaaja esitti näkemyksen, jonka mukaan voimakkaasti pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen kaivualueilla ei lähtökohtaisesti ole kestävää kunnostusta:

*"Pilaantuneiden maiden hyödyntäminen sellaisenaan, oli se sitten kohteissa tai kaatopaikkarakenteissa, silloin kun maa-ainepitoisuudet ovat suuret (esim. yli YOA), ei mielestäni ole perusteltua eikä kestävää kunnostamista. Em. toiminta estää ko. pilaantuneiden maa-ainesten käsittelymenetelmien kehittymisen, koska hyödyntäminen sellaisenaan (tai vain kevyesti jalostamalla) on usein edullisempaa kuin menetelmä, jossa samoja haitta-ainepitoisuuksia maa-ainessä pyritään pienentämään." (Loppusijoituskohteen edustaja 1)*

Kuten kirjallisuusselvityksessä todettiin, alkuaineina esiintyvien raskasmetallien poistaminen maaperästä voi olla hyvin hankalaa (Lindroos 2008). Raskasmetallit ovat harvoin liukenevassa muodossa, eikä niistä pitäisi aiheutua riskiä maa-aineksia hyödynnettäessä. Yllä olevan vastaajan näkemys koskee kuitenkin luultavasti etenkin orgaanisia yhdisteitä, joita on mahdollista poistaa maaperästä erilaisilla käsittelymenetelmillä. Vastaajan näkemys voi myös perustua omaan liiketoimintaan loppusijoituskohteen edustajana.

Vuosaaren ja Jätkäsaaren hyötykäyttöalueisiin liittyvät ympäristöluvut edellyttivät alueen vesien seurantaan rakenteiden valmistumisen jälkeen. Vuosaarella meluesteen alueen pohja-, pinta- ja suotovesissä on havaittu ympäristölaatumien ylityksiä ja kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Vesitarkkailujen yhteydessä on kuitenkin todettu, että kohonneet pitoisuudet johtuvat suurimmalta osin viereisestä pohjatuhkan hyötykäyttöalueesta, ei meluesteeseen sijoitetuista pilaantuneista maa-aineksista. Toisaalta pohjavesitarkkailupisteessä, joka on suunniteltu ainoastaan meluesteelle, on havaittu metallien ympäristölaatumien ylityksiä (Leskinen & Taipale 2009; Pöyry & Taipale 2012;

Pöyry ym. 2015.) Alueella hyödynnettyjen maa-ainesten sisältämien haitta-aineiden, kuparin, nikkelin, arseenin ja koboltin, pitoisuuksilla ei kuitenkaan ole ollut nousevaa trendiä tarkkailun aikana. Tästä syystä pohjaveden laadun mahdollinen heikentyminen ei todennäköisesti johdu melusteesta hyödynnetyistä maa-aineksista.

Jätkäsaassa Hyväntoivonpuiston ympäristöstä otettujen pohjavesinäytteiden mukaan alueen pohjaveden laatu ei ole muuttunut merkitsevästi hyödyntämisen seurauksena. Pohjavedessä mitattiin haitta-aineiden, etenkin PAH-yhdisteiden, kohonneita pitoisuuksia jo ennen hyödyntämisen aloittamista. Kloorattuja hiilivetyjä on todettu pohjavesissä vain hyödyntämistoiminnan aloittamisen jälkeen. Koska Hyväntoivonpuistossa ei saanut hyödyntää maa-aineksia, jotka sisältävät kloorattuja hiilivetyjä, pitoisuudet eivät todennäköisesti johdu hyötykäyttöalueesta. (Kovanen & Leskinen 2010; 2011; Hämäläinen & Leskinen 2012; 2013; 2014; 2015; 2016.)

### 7.3.2 Hyödyntämiseen sopivat alueet

Tapaustutkimuksen kohteissa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämialueet ovat virkistyskäytössä. Kahdessa kohteessa hyödyntämialue sijaitsee, tai olisi sijainnut, puistossa ja yhdessä kohteessa meluvallin alueella. Kyselyn tulosten perusteella eniten suosiota sopivina pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämialueina saivat meluvallit, ampumaratojen suojavallit ja parkkipaikat. Toimitila- ja asuintontit eivät kyselyn tulosten perusteella lähtökohtaisesti sovi hyödyntämiseen. Kirjallisuustutkimuksessa löydettiin useampi kohde, joissa pilaantuneita maa-aineksia oli hyödynnetty. Alueen käyttö hyödyntämisen jälkeen oli kohteissa puistoalue ja yhdessä ampumaradan suojavalli. Myös kyselyn avoimissa vastauksissa tuli ilmi ainakin yksi ampumaratakohde lisää.

Mahdollisia hyödyntämiseen sopivia alueita on siis useita. Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostustoimien yhteydessä hyödyntämialueiden etsiminen on kuitenkin ajankäytöllisesti mahdotonta. Kuten eräs vastaaja kommentoi resurssien vähyyteen liittyen, maa-ainesten tarpeen ja niiden tuottamisen koordinointi näyttäisi olevan tarpeen:

*"Henkilöresurssien vähyyys potentiaalisten hyödyntämiskohteiden etsimiseksi" (Loppusijoituskohteen edustaja 1)*

Kyselytutkimuksen tuloksissa tuli ilmi näkemyksiä ja pohdintaa siitä, mitä tapahtuu maankäytön muuttuessa. Jos hyödyntämialueella halutaan myöhemmin tehdä kaivutöitä, onko tieto pilaantuneista maista varmasti hyvin dokumentoitu. Toisaalta yksi vastaaja oli sitä mieltä, että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä nimenomaan tulee lisätä, koska rakenteet ja kadut rakennetaan joka tapauksessa uudestaan 30–50 vuoden syklillä. Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen on esimerkiksi Jätkäsaassa merkitty jo asemakaavaan. Tällöin voidaan olettaa, että kaivutilanteessa tiedetään pilaantuneiden maa-ainesten olemassaolosta. Toisaalta taas Vuosaassa kaavassa on merkintä vain meluvallista, ja pilaantuneiden maa-ainesten läjitys valliin on pitänyt dokumentoida muulla tavoin. Hyödyntämisen sosiaaliset riskit nousivat esiin myös seuraavassa kommentissa kysyttäessä hyödyntämiseen liittyviä ongelmia:

*"Sosiaaliset riskit, hyödynnettyjen pilaantuneiden maa-ainesten sijaintitiedon hallinta ja tiedon jakaminen kaikille sitä tarvitseville tahoille hyödyntämisen jälkeen (esim. alueella myöhemmin tehtävät kaivutyöt, korjaukset, maankäytön muutokset jne.)" (Kaupungin viranhaltija 1)*

Sosiaalisia riskejä voidaankin pitää pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen yhtenä ongelmakohtana. Valtakunnallista MATTI-rekisteriä käytetään hyödyksi pilaantuneiden alueiden sijaintitiedon hallintaan. Kun alueiden nykytila pidetään ajan tasalla rekisterisä, pilaantuneiden maa-ainesten olemassaolon pitäisi olla tiedossa tulevaisuudessakin. Hyödyntämishetkellä oleva maanomistaja on kuitenkin sikäli hankalassa tilanteessa, ettei maa-alueita voi myydä myöhemmin ilman rajoituksia. Toisaalta, jos hyödyntämis-kohteet ovat isoja ja alueet ovat esimerkiksi kaupunkien omistuksessa, ne suunnitellaan tavalla, jossa maankäytön muutos on tuskin tarpeellinen hyvin pitkään aikaan.

#### **7.4 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi**

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavat useat tekijät. Luotettavuus tutkimuksessa tarkoittaa sitä, että tutkimuksen tulokset ovat toistettavissa ja sitä, että tutkimusmenetelmä kykenee tutkimaan juuri sitä asiaa, mitä halutaan tutkia. (Hirsjärvi 2009, s. 231.)

Tämän diplomityön tapaustutkimuksessa käytettiin kahta eri laskentatyökalua, joista toinen on kehitetty Suomessa ja toinen Yhdysvalloissa. Vaikka kumpaakin laskentatyökalua on käytetty erilaisissa julkaistuissa projekteissa, kumpaakaan työkalua ei ollut laajasti käytetty eikä arvioitu vertaisarvioituissa tutkimuksissa. Laskentatyökaluihin syötettävät muuttujat koottiin tutkimuskohteiden raporteista, joten työkaluihin syötettävät lähtöarvot olivat pääosin samat. Tutkimus olisi myös sellaisenaan toistettavissa. Koska molemmat laskentatyökalut antoivat kaikkiin kolmeen tapaustutkimuskohteeseen samankaltaiset tulokset, tuloksia voidaan pitää tältä osin luotettavina.

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen ympäristövaikutuksia. Se, miten valitut laskentamenetelmät arvioivat tätä, vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen. Ympäristövaikutuksia voitaisiin arvioida hankkeissa laajimmillaan esimerkiksi YVA-lain (468/1994) mukaisesti. Koska diplomityön tekemiseen käytetty aika on rajallinen, työssä tutkittiin vain merkittävimmiksi arvioituja ympäristövaikutuksia: ilmaan tapahtuvia päästöjä, energian kulutusta ja jätteiden muodostumista. Valitut laskentatyökalut laskivat tulokset kyseisille muuttujille, joten tätä osaa tutkimuksesta voidaan pitää luotettavana.

Kustannuslaskentaa varten kerättiin toteutuneita kustannuksia projektien loppuraportteista ja henkilökohtaisilla tiedonannoilla, joten aineistoa voidaan pitää luotettavana. Jätksaaren työmaan kustannukset arvioitiin Vuosaaresta saaduilla yksikköhinnoilla, joten kustannuslaskentaa ei voida pitää täysin tarkkana. Vuosaaren ja Jätksaaren vastaanotto- ja kuljetuskustannukset laskettiin kunnostuksen aikana voimassa olevilla kaupungin puitesopimushinnastoilla, joten ne ovat luotettavia. Tapaustutkimuksen kustannuslaskentaa voidaan yleisesti pitää luotettavana.

Tapaustutkimuksen yleistettävyyteen liittyviä keskeisiä rajoittavia tekijöitä tunnistettiin kaksi: 1) tapausten lukumäärä ja 2) tapausten erityispiirteet. Koska tapaustutkimuskohteita oli kolme, joista kaksi oli huomattavan suuria, tulosten ei voida katsoa edustavan pilaantuneiden maa-alueiden hankkeiden enemmistöä. Tapausten erityispiirteenä oli myös se, että kaikki kohteet sijaittivat Helsingissä. Koska Helsinki on kaupunkina erityinen Suomen mittakaavassa, tuloksia ei voida yleistää koko Suomen mittakaavassa.

Kyselytutkimuksen osalta luotettavuuteen vaikuttaa etenkin se, ovatko vastaajat ymmärtäneet kysymykset niin kuin tutkija on ne tarkoittanut (Hirsjärvi ym. 2009, s. 232). Kyselyyn saatiin vastauksia laajasti eri puolilla kenttää toimivilta asiantuntijoilta. Kysely

pyrittiin muotoilemaan siten, että kysymykset olisi ymmärrettävissä vain yhdellä tavalla. Myös vastausprosentti ja vastaajien määrä vaikuttavat kyselytutkimuksessa siihen, ovatko tulokset luotettavia. Kyselytutkimuksen vastausprosenttia (71 %) voidaan pitää hyvänä ja 29 vastaajan otosta aiheen suhteen laajana. Kyselyyn myös vastattiin ripeästi heti ensimmäisen viestin tai muistutuksen jälkeen, joten kyselyn aiheita pidettiin mielenkiintoa herättävänä. Kyselytutkimuksen pitäisi olla sinällään toistettavissa ja odotuksena on, että tulokset olisivat samansuuntaisia. Täten kyselytutkimuksen luotettavuutta voidaan pitää hyvänä.

## 8 Johtopäätökset

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen ympäristö- ja kustannusvaikutuksia sekä toimintaympäristön rajoitteita ja kannustimia. Tavoitteisiin vastattiin tapaustutkimuksella ja kyselytutkimuksella. Tapaustutkimuksella selvitettiin Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston, Vuosaaren meluesteen ja Ida Aalbergin puiston hyödyntämisen ympäristövaikutuksia kahdella eri menetelmällä: PIRTU-työkalulla ja SEFA-työkalulla. Lisäksi hyödyntämisen kustannusvaikutuksia laskettiin Jätkäsaaren ja Vuosaaren kohteille yhdellä menetelmällä. Kyselytutkimuksella tutkittiin pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen toimintaympäristöä.

Tapaustutkimuksen tulokset osoittivat, että kaikissa kolmessa tapaustutkimuskohteessa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä oli myönteinen ympäristövaikutus verrattuna pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoitukseen ulkopuolisiin vastaanottopaikkoihin. Jätkäsaarella energian kulutus väheni n. 70 % ja Vuosaarella n. 80 %. Ida Aalbergin puiston kohteessa energian kulutus olisi vähentynyt n. 30 %. Ilmapäästöjä vähennettiin Jätkäsaarella n. 60 % ja Vuosaarella n. 71 %. Ida Aalbergin puistossa ilmapäästöjä olisi vähennetty n. 36 %. Kumpikaan tapaustutkimukseen valituista laskentaohjelmista ei erottele kaupunki- ja maantieajoa toisistaan. Tämä voisi kuitenkin olla järkevää kunnostusvaihtoehtojen ja hyödyntämisen arvioinnissa etenkin niiden kuljetusten osalta, jotka tapahtuvat asuinrakennusten välittömässä läheisyydessä.

Ulkopuoliseen loppusijoituspaikkaan viedyn jätteen määrä väheni Jätkäsaarella 84 000 tonnia ja Vuosaarella 140 000 tonnia. Ida Aalbergin puistossa jätteen määrää olisi vähennetty 4000 tonnia. Ympäristövaikutusten osalta johtopäätöksenä voidaan todeta, että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen kannatti toteuttaa Jätkäsaarella ja Vuosaarella. Hyödyntäminen olisi ympäristövaikutusten osalta kannattanut toteuttaa myös Ida Aalbergin puistossa.

Tapaustutkimuksen tulosten mukaan Jätkäsaarella ja Vuosaarella pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä oli myönteisiä kustannusvaikutuksia verrattuna pilaantuneiden maa-ainesten ulkopuoliseen loppusijoitukseen. Jätkäsaarella pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisellä säästettiin 2,4 miljoonaa euroa ja Vuosaarella 3,3 miljoonaa euroa. Ida Aalbergin puiston kohteesta kustannuslaskentaa ei tehty. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kustannusvaikutusten kannalta pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntäminen kannatti tapaustutkimuksen kohteissa. Tulevaisuutta varten olisi erittäin tärkeää dokumentoida ne kustannukset, jotka suoraan liittyvät pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen. Seurattavia kustannuksia olisivat etenkin suunnittelu-, urakointi-, kuljetus- ja seurantakustannukset. Myös käytetyn neitseellisen tai pilaantumattoman maa-aineksen määrän ja kuljetuskustannusten dokumentointi olisi tärkeää vertailtavuuden takia.

Yleinen luulo siitä, että ympäristöystävälliset ratkaisut olisivat kalliimpia, ei näytä pätevän tämän tapaustutkimuksen perusteella. Aiheesta tulisi kuitenkin tehdä lisätutkimuksia etenkin muualta Suomesta, koska kaikki tämän tutkimuksen kohteet sijaitsivat Helsingissä. Pääkaupunkiseudun ulkopuolella loppusijoituspaikat saattaisivat esimerkiksi sijaita lähempänä kunnostuskohdetta, mikä vähentäisi kuljetusten kustannuksia ja ympäristövaikutuksia.

Kyselytutkimuksen ja sen tulosten analyysin mukaan pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen kannustimina toimivat etenkin kustannussäästöt ja pienemmät ympäristö-



vaikutukset. Hyödyntämisen rajoitteet liittyvät haasteellisena nähtyyn ympäristölupa-prosessiin, aikaa vievään kaavoitukseen, kokemuksen puutteeseen ja vastustaviin asenteisiin. Kyselytutkimuksen analyysissa nousi keskeisesti esiin kolme teemaa: 1) kaavoituksen ja ympäristölupaprosessin merkitys, 2) kohdekohtainen riskinarviointi ja 3) hyödyntämisen prosessin ajoittaminen.

Kohdekohtaista riskinarviota pidettiin oletetusti hyödyntämisen edellytyksenä. Raskasmetalleja sisältävien maa-ainesten hyödyntäminen nähtiin selkeästi sallittavimpana, ja erilaiset vallit sekä parkkipaikat osoittautuivat sopivimmiksi alueiksi hyödyntämiseen. Vaikka kyselyn vastauksissa tuli ilmi viranomaisten hyödyntämistä koskeviin kielteisiin asenteisiin liittyvää kritiikkiä, tutkimuksen mukaan kritiikki saattaa olla ainakin osittain aiheetonta, sillä useimmat kyselytutkimukseen vastanneet viranomaiset suhtautuivat pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen myönteisesti. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen edistämiseksi tarvitaan selkeämpää ohjeistusta sekä hyödyntämisen prosessin kulkuun että soveltuviin kohteisiin ja haitta-aineita sisältäviin maa-aineksiin liittyen.

Pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen liittyvää tutkimusta tulisi jatkossa toteuttaa myös kohteissa, jotka sijaitsevat pääkaupunkiseudun ulkopuolella. Lisäksi tutkimusta tulisi tehdä myös keskikokoisista pilaantuneiden maa-alueista, sillä tässä tutkimuksessa kohteista kaksi oli huomattavan suurta ja yksi suhteellisen pieni. Jotta pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä voisi tutkia mahdollisimman perusteellisesti, sekä kustannusten että ympäristövaikutusten lähtötietojen tulisi olla paremmin tiedossa. Tutkimusta olisikin tarpeen tehdä sellaisista kohteista, joissa kaikki kustannus- ja rakennusvaiheen tiedot on dokumentoitu.

Tutkimuksen tieteellisenä kontribuutiona voidaan pitää pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen kustannus- ja ympäristövaikutuslaskennan tuloksia sekä kyselytutkimuksen tuloksia. Tutkimuksen uutuusarvo on hyvä, koska pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen ympäristö- ja kustannusvaikutuksia tai hyödyntämiseen liittyviä näkemyksiä ei ole Suomessa systemaattisesti tutkittu niin, että tuloksia olisi julkaistu ja ne olisivat vapaasti saatavilla. Tutkimus havainnollistaa kolmen pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiskohteen eroavaisuuksia ja yhteneväisyyksiä. Vaikka kolmen tapaus tutkimuskohteen perusteella ei voida tehdä laajoja yleistyksiä, tutkimuksen tuloksilla voidaan perustella vähintään hyödyntämisen selvittämistä samankaltaisissa kohteissa.

## Lähdeluettelo

- Antikainen, R. (toim.) (2010) *Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet*. Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2010. 86 s. ISBN 978-952-11-3734-1.
- Antikainen, R. & Seppälä, J. (toim.) (2012) *Elinkaarimenetelmät yrityksen päätöksenteon tukena - FINLCA-hankkeen loppuraportti*. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 10/2012. 90 s. ISBN 978-952-11-3990-1.
- ASTSWMO (2012) *State Management and Potential Reuse of Marginally Contaminated Soils*. Association of State and Territorial Solid Waste Management Officials. Saatavilla: [http://astswmo.org/Files/Policies\\_and\\_Publications/CERCLA\\_and\\_Brownfields/2012-05-ASTSWMO\\_State\\_Superfund\\_FG-Marginally\\_Contaminated\\_Soils.pdf](http://astswmo.org/Files/Policies_and_Publications/CERCLA_and_Brownfields/2012-05-ASTSWMO_State_Superfund_FG-Marginally_Contaminated_Soils.pdf).
- Blanc A., Métivier, H., Gourdon, R. & Rousseaux, P. (2004) *Life cycle assessment as a tool for controlling the development of technical activities: application to the remediation of a site contaminated by sulfur*. Advances in Environmental Research 8. s. 613-627.
- Brace, I. (2008) *Questionnaire Design: How to plan, structure and write survey material for effective market research*. 2. painos. London & Philadelphia, Kogan Page. 316 s. ISBN 978-0-7494-5028-1.
- Bäckman, K. (2009) *Metallien terveyst- ja ympäristöriskit maaperässä – riskinarvioinnin lähtökohdat ja merkittävyys*. Diplomityö. Oulun yliopisto, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. 66 s.
- Cappuyns, V. (2013) *Environmental impacts of soil remediation activities: quantitative and qualitative tools applied on three case studies*. Journal of Cleaner Production. Vol 52. S. 145–154.
- Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., Fava, J., Franklin, W., Jensen, A.A., de Oude, N., Parrish, R., Perriman, R., Postlethwaite, D., Quay, B., Séguin, J. & Vigon, B. (1993) *Guidelines for lifecycle assessment: A 'Code of Practice'*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Brussels. 73 s. ISBN 978-905-607-003-8
- Decree 294/2005. *Decree on the conditions of depositing waste in landfills and its use on the surface of the ground and amendments to Decree no. /2001 Coll., on details of waste management*. The Ministry of the Environment, Czech Republic. Saatavilla: [http://www.mzp.cz/ris/vis-legcz-en.nsf/1DAFCD686AD073AAC125759000384704/\\$file/20050294Sb.pdf](http://www.mzp.cz/ris/vis-legcz-en.nsf/1DAFCD686AD073AAC125759000384704/$file/20050294Sb.pdf)
- Diamond, M. L., Page, C. A., Campbell, M., McKenna, S. & Lall, R. (1999) *Life-cycle framework for assessment of site remediation options: method and generic survey*. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol 18:4. S. 788–800.
- Eikelboom, R.T., Ruwiel, E. & Goumans J.J.J.M. (2001) *The building materials decree: an example of a Dutch regulation based on the potential impact of materials on the environment*. Waste Management 21:3. s. 295-302. ISSN 0956-053X.
- Eriksson, P. & Koistinen, K. (2005) *Monenlainen tapaustutkimus*. Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 4:2005. ISBN 951-698-149-6.
- ESAVI (2014) *Ympäristölupapäätös, Pilaantuneiden maa-ainesten sekä sedimenttien että eräiden jätteiden hyödyntämisestä*. Päätös nro 5/2014/1, Dnro ESA-VI/54/04.08/2012.

- Eskola, P., Mroueh, U.-M., Juvankoski, M. & Ruotoistenmäki A. (1999) *Maarakentamisen elinkaariarviointi*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. Tiedotteita 1962. 111 s.
- EU 98/2008. (2008) *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta*. Saatavilla: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=FI>
- EU (2006) *Reference Document of Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries*. European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control.
- de Fraye, J. & Visser E.-L. (2006) *The Interaction between Soil and Waste Legislation in Ten European Union Countries*. NICOLE, A Network for Industrially Contaminated Land in Europe.
- Golder Associates (2009) *Yhteenvetoraportti, Vuosaaren entinen telakka-alue, pilaantuneen maaperän kunnostus (SMRU 4)*. Päivätty 3.2.2009.
- Harbottle, M. J., Al-Tabbaa, A. & Evans, C. W. (2006) *Assessing the true technical/environmental impacts of contaminated land remediation – a case study of containment, disposal and no action*. Land Contamination & Reclamation. Vol. 14:1.
- Helsingin kaupunki (2016) *Karttapalvelu* [verkkosivusto]. Saatavilla: <http://kartta.hel.fi>. Viitattu 21.9.2016.
- Helsingin kaupunki (2015) *Helsingin kaupungin ympäristöraportti*. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsingin keskushallinnon julkaisuja 2016:7. Saatavilla: [www.hel.fi/ymparistoraportti](http://www.hel.fi/ymparistoraportti). ISBN 978-952-331-062-9.
- Helsingin kaupunki (2012) *Rakennusviraston ilmoitus pilaantuneen maaperän puhdistamisesta Haagassa, Ida Aalbergin puiston entisellä ampumarata-alueella*. Helsingin kaupungin ympäristökeskus 6/2012. Dnro HEL-2012-000009 T 11 01 00 06.
- Helsingin kaupunki (2009) *Asemakaava, 20. kaupunginosa Länsisatama*. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, asemakaavaosasto. Saatavilla: <http://kartta.hel.fi>. Viitattu 14.11.2016.
- Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto (2010) *Katsaus Helsingin pilaantuneisiin maihin 2009*. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2010:4. ISSN 1458-9664.
- Helsingin kaupungin rakennusvirasto (2011) *Helsingin ekologisesti kestävä rakentamisen ohjelma 2012 – 2018, B infrarakentaminen*. Lausuntoversio 17.5.2011. Saatavilla: [http://www.portofhelsinki.fi/download/14793\\_18102011\\_ekologisesti\\_kestava\\_rakentaminen.pdf](http://www.portofhelsinki.fi/download/14793_18102011_ekologisesti_kestava_rakentaminen.pdf)
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. 464 s. ISBN 978-951-31-4836-2.
- Huang W.-Y., Hung, W., Vu, C. T., Chen, W.-T., Lai, J.-W. & Lin, C. (2016) *Green and sustainable remediation (GRS) evaluation: framework, standards, and tool. A case study in Taiwan*. Environmental Science and Pollution Research. s. 1-14.
- HSY (2015) *Ilmansaasteiden terveysriskit teiden ja katujen varsilla*. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. HSY:n julkaisuja 2/2015. ISBN 978-952-6604-93-0.
- Hämäläinen S. & Leskinen J. (2016) *Jätkäsaaren aloitusalue, Asemakaava-alue 1. Vuosiraportti 2015*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Hämäläinen S. & Leskinen J. (2015) *Jätkäsaaren aloitusalue, Asemakaava-alue 1. Vuosiraportti 2014*. Ramboll Finland Oy, Espoo.

- Hämäläinen S. & Leskinen J. (2014) *Jätkäsaaren aloitusalue, Asemakaava-alue 1. Vuosiraportti 2013*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Hämäläinen S. & Leskinen J. (2013) *Jätkäsaaren aloitusalue, Asemakaava-alue 1. Vuosiraportti 2012*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Hämäläinen S. & Leskinen J. (2012) *Jätkäsaaren aloitusalue, Asemakaava-alue 1. Vuosiraportti 2011*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Immonen, K. (2001). *Helsingin täyttömaa-alueet. Kartoitus ja ympäristövaikutusten esiselvitys*. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2001.
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Toim.: Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. ISBN 978-1-107-05821-7.
- ISO 14040 (2006) *Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaarianalyysi. Periaatteet ja pääpiirteet*. Viitattu 12.8.2016.
- Johnsen A. R., Wick, Y. W. & Harms, H. (2005) *Principles of microbial PAH-degradation in soil*. Environmental Pollution. Vol. 133:1. S. 71-84.
- Järvinen, K., Valkama, K. & Reinikainen, J. (2010) *Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen yleissuunnitelma*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristö-opas 2010. 76 s. ISBN 978-952-11-3844-7.
- Järvinen, K. (2015) *Hyvä materiaalin hyötykäytön ympäristölupahakemus ja –päätös. Konsultin näkökulma*. Ygoforum 2.11.2015. Saatavilla: <http://ygoforum.webnode.fi/news/seminaarit-ja-workshopit/>
- Järvinen, K. (2010) *Pilaantuneiden maiden hyödyntäminen maarakentamisessa*. Esitys maaperän suunnittelu –päivässä 29.1.2010. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- JL 646/2011. (2011) *Jätelaki*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- Kauppalehti (2016) *Ilmastonmuutoksen haamuraja rikki: "paluuta ei ole"*. Uutinen, 18.6.2016. Viitattu 27.9.2016. Saatavilla: <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/ilmastonmuutoksen-haamuraja-rikki-paluuta-ei-ole/dJEJiYsd>.
- Kautto, P. (2007) *Pilaantuneiden maiden kunnostuskustannukset*. Opinnäytetyö. Lahden Ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. 31.5.2007, Lahti.
- KHO:2004:37 (2004) *Korkeimman hallinto-oikeuden ratkaisu Riikenkulman meluvallista*. 2.4.2004/736. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/oikeus/kho/vuosikirjat/2004/200400736>
- Koivumäki, M. (2013) *Ylijäämämaiden hyötykäyttö ja loppusijoitus suurimmissa kaupungeissa*. Diplomityö. Oulun yliopisto, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Oulu. 145 s.
- Korkiala-Tanttu, L., Juvankoski, M., Kivikoski, H., Eskola, P. & Kiviniemi, M. (2008) *Moreeni tehokäyttöön! HUUMA, Heikkolaatuisten luonnonmateriaalien hyötykäytön tehostaminen infrarakentamisessa*. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. 74 s. Saatavilla: [http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/HUUMA\\_Final.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/HUUMA_Final.pdf).
- Korkiala-Tanttu, L., Tenhunen, J., Eskola, P., Häkkinen, T., Hiltunen, M.-R. & Tuominen, A. (2006) *Väylärakentamisen ympäristövaikutukset ja ekoindikaattorit*. Ehdotus arviointijärjestelmäksi. Tiehallinnon selvityksiä 22/2006. Helsinki. ISBN 951-803-712-4.

- Kovanen S. & Leskinen J. (2011) *Jätkäsaaren aloitusalue, Asemakaava-alue 1. Vuosiraportti 2010*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Kovanen S. & Leskinen J. (2010) *Jätkäsaaren aloitusalue, Asemakaava-alue 1. Vuosiraportti 2009*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Lahtinen, P., Kolisoja, P., Kuula-Väisänen, P., Leppänen, M., Jyrävä, H., Maijala, A. & Ronkainen, M. (2005) *UUMA-esiselvitys*. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 805. ISBN 951-731-354-3.
- Lemming, G., Binning, P. J. & Bjerg, P. L. (2016) *Approaches for assessing sustainable remediation*. Short paper for 6<sup>th</sup> Joint Nordic Meeting on Remediation of Contaminated Sites, Nordrocs 2016.
- Lemming, G., Hauschild M. Z. & Bjerg, P. L. (2010a) *Life cycle assessment of soil and groundwater remediation technologies: literature review*. The international Journal of Life Cycle Assessment. Vol 15:1, s. 115–127.
- Lemming, G., Hauschild, M. Z., Chambon, J., Binning, P. J., Bulle, C., Margni, M. & Bjerg P. L. (2010b) *Environmental Impacts of Remediation of a Trichloroethene-Contaminated Site: Life Cycle Assessment of Remediation Alternatives*. Environmental Science & Technology. Vol. 44:23, s. 9163–9169.
- Leskinen, J. & Taipale, T. (2009) *Vuosaaren suoto-, pohja- ja pintavesien yhteistarkkailu. Yhteistarkkailun kokoomaraportti tarkkailujaksolta 2006–2008*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Lindroos, P. (2008) *Ympäristögeotekniikan perusteet 25.8.2008*. Suomen geoteknillinen yhdistys, Oppimateriaali. Saatavilla: <http://www.getunderground.fi/web/page.aspx?refid=11&hlt=ymp%c3%a4rist%c3%b6geotekniikan>
- Lundén, P. (2008) *Helsingin kaupungin pilaantuneiden maa-alueiden riskienhallinnan ekotehokkuus*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 30/2008. 66 s. ISBN 978-952-11-3261-2.
- Maailmanpankki (2016) *World Development Indicators: Trends in greenhouse gas emissions* [verkkosivusto]. Saatavilla: <http://wdi.worldbank.org/table/3.9>. Viitattu 13.6.2016.
- Motiva (2012) *Auton energiankulutus ei ole vakio*. [verkkosivusto] Tiedotteet 2012, 27.3.2012. Saatavilla: [http://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan\\_tiedotteet/2012/auton\\_energian\\_kulutus\\_ei\\_ole\\_vakio.4835.news](http://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan_tiedotteet/2012/auton_energian_kulutus_ei_ole_vakio.4835.news). Viitattu 4.10.2016.
- MRL 132/1999. (1999) *Maankäyttö- ja rakennuslaki*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- Nerg, N. (2008) *Pilaantuneiden maa-alueiden puhdistamisen ekotehokkuuden mittainen aluetasolla*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 29/2008. ISBN 978-952-11-3256-8.
- Niemeläinen, E. (2013) *Stabiloitujen ylijäämämaiden ympäristökelpoisuus maarakentamisessa*. Diplomityö. Aalto-yliopisto, yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Espoo. 125 s.
- Page, C. A., Diamond, M. L., Campbell, M. & McKenna, S. (1999) *Life-cycle framework for assessment of site remediation options: Case study*. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol. 18:4, s. 801-810.
- Parviainen, A. (2016) Henkilökohtainen tiedonanto, sähköpostikeskustelu 6.9.2016. Helsingin Satama Oy.
- Pilaantuneiden maiden (PIMA) suunnittelun käsikirja kaavoittajalle (s.a.) Central Baltic Interreg IV A Programme, Benchmarking on contaminated sites. Saatavilla: [http://projects.centralbaltic.eu/images/files/result\\_pdf/BECOSI\\_result4\\_2\\_hanbookFIN](http://projects.centralbaltic.eu/images/files/result_pdf/BECOSI_result4_2_hanbookFIN)

- PIRTU-käyttöopas (s.a.) *PIRTU-ekotehokkuustyökälun käyttöopas*. Suomen Ympäristökeskus. Saatavilla: [http://www.syke.fi/fi-fi/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamis\\_hankkeet/Hankkeet/Pilaantuneen\\_maaperan\\_ja\\_pohjaveden\\_riskinhallintaratkaisujen\\_ekotehokkuus\\_PIRRE\\_PIRRE2/PIRTUekotehokkuuslaskentatyokalu](http://www.syke.fi/fi-fi/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamis_hankkeet/Hankkeet/Pilaantuneen_maaperan_ja_pohjaveden_riskinhallintaratkaisujen_ekotehokkuus_PIRRE_PIRRE2/PIRTUekotehokkuuslaskentatyokalu)
- Pyy, O., Haavisto, T., Niskala, K. & Silvola, M. (2013) *Pilaantuneet maa-alueet Suomessa, Katsaus 2013*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 27/2013. ISBN 978-952-11-4219-2.
- Pöyry, A. (2014) *Construction phase greenhouse gas emissions of a low energy building in Finland*. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Kiinteistötalouden ja maankäyttötieteiden laitos. Espoo. 67 s.
- Pöyry, E. (2016) Henkilökohtainen tiedonanto. Suunnittelija, Ramboll Finland. 6.7.2016.
- Pöyry, E., Taipale, T. & Salmi, T. (2015) *Vuosaaren alueen yhteistarkkailu, kolmivuotiskauden seurantaraportti 2012–2014*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Pöyry, E. & Taipale, T. (2012) *Vuosaaren alueen yhteistarkkailu, kokoomaraportti 2009–2011*. Ramboll Finland Oy, Espoo.
- Reinikainen, J. (2007) *Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet*. Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristö 23/2007. 164 s. ISBN 978-952-11-2731-1.
- Rönn, R., Riivari, A. & Junnila, J. (2014) *Ennakkoneuvottelut lupa-asioissa – toimintamalleja; käyttöönoton peruserätyöt*. 14.3.2014. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B0A24B4A5-7FEA-4D07-B690-B4B35B615BF7%7D/101694>
- SAEFL (2001) *Guideline: Reuse of excavated soils*. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAEFL.
- Sarkkila, J., Mroueh, U.-M. & Leino-Forsman, H. (2004) *Pilaantuneen maan kunnostaminen ja laadunvarmistus*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 110, 132 s. ISBN 952-11-1600-5.
- Seppälä, J. (2003) *Life cycle impact assessment based on decision analysis*. Väitöskirja. Teknillisen korkeakoulun systeemianalyysin laboratorio. Espoo. ISBN 951-22-6592-3.
- Sitra (2009) *Kansallinen luonnonvarastrategia*. Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra. 12 s. Saatavilla: [www.sitra.fi/luonnonvarastrategia](http://www.sitra.fi/luonnonvarastrategia). ISBN 978-951-563-667-6.
- Sorvari, J., Antikainen, R., Kosola, M.-L., Jaakkonen, S., Nerg, N., Vänskä, M. & Pyy, O. (2009) *Pilaantuneiden maa-alueiden riskinhallinnan ekotehokkuus*. Suomen Ympäristö 33/2009. ISBN 978-952-11-3552-1.
- Sorvari, J. & Seppälä, J. (2010) *A decision support tool to prioritize risk management options for contaminated sites*. Science of the Total Environment 408. s. 1786-1799.
- Stake, R. E. (1995) *The art of case study research*. Sage: Thousand Oaks. Kalifornia, Yhdysvallat.
- Suomalainen, O. (2013) *Hyväntoivonpuiston PIMA-kapselin rakentaminen*. Loppuraportti. Stara, Läntinen kaupunkitekniikka. 1.3.2013.
- Suomen ympäristökeskus (2013) *PIRTU-ekotehokkuuslaskentatyökälun käyttöopas* [verkkosivusto]. Saatavilla: [http://www.syke.fi/fi-fi/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamis\\_hankkeet/Hankkeet/Pilaantuneen\\_maaperan\\_ja\\_pohjaveden\\_riskinhallintaratkaisujen\\_ekotehokkuus\\_PIRRE\\_PIRRE2/PIRTUekotehokkuuslaskentatyokalu](http://www.syke.fi/fi-fi/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamis_hankkeet/Hankkeet/Pilaantuneen_maaperan_ja_pohjaveden_riskinhallintaratkaisujen_ekotehokkuus_PIRRE_PIRRE2/PIRTUekotehokkuuslaskentatyokalu). Viitattu 10.6.2016.

- Suominen, M. (2015) *Uusiomateriaalien käyttö maarakentamisessa*. Esitys Kehtofoorumilla 14.4.2016. Saatavilla: <http://kuntatekniikka.fi/kehto/kehtofoorumit/15-kehto/>
- SuRF UK (2010) *A framework for assessing the sustainability of soil and groundwater remediation*. UK Sustainable Remediation Forum. Contaminated Land: Applications in Real Environment (CL:AIRE). ISBN 978-1-905046-19-5.
- Tengvall, J. & Leskinen, J. (2015) *Verkkosaari, Kanavan koekaivanto*. Tutkimusraportti. Ramboll Finland Oy.
- Tengvall, J. & Leskinen, J. (2014) *Jätkäsaari AK2, Saukonkanavan koekaivanto*. Tutkimusraportti. Ramboll Finland Oy.
- Tengvall, J. (2009) *Vuosaaren sataman melumäki, Pilaantuneen maan hyötykäyttö*. Esitys MUTKU-päivillä 12.3.2009.
- Tohmo, T. & Takala, J. (2011) *Pilaantuneiden teollisuusalueiden uudelleenkäyttöön ottohanke PIUHA*. Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2011. 110 s. ISBN 978-952-257-292-9.
- Tuomainen, J., Tikkanen S. & Pyy, O. (2009) *Maaperän puhdistamisen toissijainen vastuu- ja rahoitusjärjestelmä*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2009. 113 s. ISBN 978-952-11-3593-4.
- UK EA (2010) *Waste acceptance at landfills*. United Kingdom Environmental Agency. Saatavilla: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/296422/geho1110btew-e-e.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296422/geho1110btew-e-e.pdf)
- UNEP (2012) *Sustainable, Resource Efficient Cities – Making it Happen!* United Nations Environment Programme. ISBN 978-92-807-3270-2.
- UNEP (2009) *Buildings and Climate Change, Summary for Decision Makers*. United Nations Environment Programme. ISBN 987-92-807-3064-7.
- U.S. EPA (2012) *Methodology for Understanding and Reducing a Project's Environmental Footprint*. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Solid Waste and Emergency Response, Office of Superfund Remediation and Technology Innovation. Saatavilla: [www.cluin.org/greenremediation/methodology](http://www.cluin.org/greenremediation/methodology).
- U.S. EPA (2008) *Final Report: Integrated Science Assessment (ISA) for Oxides of Nitrogen and Sulfur Ecological Criteria*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-08/082F.
- U.S. EPA (2005) *Part 63 – National emissions standards for hazardous air pollutants for source categories*. U.S. Environmental Protection Agency, Federal Register. Vol. 70:242. Saatavilla: <https://www3.epa.gov/ttn/atw/pollutants/fr19de05.pdf>
- UUMA 2 (2016) *Ympäristö ja lupaprosessi* [verkkosivusto]. Saatavilla: <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-lupaprosessi-0> Viitattu 10.6.2016.
- Valtioneuvoston kanslia (2016) *Toimintasuunnitelma strategisen hallitusohjelman kärkihankkeiden ja reformien toimeenpanemiseksi*. Hallituksen julkaisuja 2/2016. Saatavilla: [www.vnk.fi/julkaisut](http://www.vnk.fi/julkaisut). ISBN 978-952-287-249-4.
- Vehkalahti, K., (2014). *Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät*. Finn Lectura, Helsinki. 223 s. ISBN 978-951-792-649-2.
- Vepsäläinen, M., Pyy, O., Sjölund, M., Nikunen, S., Rajala, A.-M. & Reinikainen, J. (2016) *Pilaantuneen maa-alueen kunnostushankkeen tilaaminen*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2016. ISBN 978-952-11-4545-2.
- VnA 713/2014. (2014) *Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

- VnA 331/2013. (2013) *Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- VnA 179/2012. (2012) *Valtioneuvoston asetus jätteistä*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- VnA 214/2007. (2007) *Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- VnA 591/2006. (2006) *Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- Yin, R.K. (2004) *Case study methods*. Revised Draft, 20.1.2004. COSMOS Corporation. Saatavilla: <http://www.cosmoscorp.com/docs/aeradraft.pdf>. Viitattu 17.8.2016.
- YK (2012) *The Future We Want: Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development*. Rio +20, United Nations Conference on Sustainable Development. Saatavilla: [www.uncsd2012.org/thefuturewewant.html](http://www.uncsd2012.org/thefuturewewant.html).
- YLE (2016) *Vuoden uusiutuvat luonnonvarat on nyt käytetty – nykykulutuksella tarvitsimme 1,6 maapalloa*. Uutinen, 8.8.2016. Viitattu 27.9.2019. Saatavilla: <http://yle.fi/uutiset/3-9078618>.
- Ympäristöministeriö (2016a) *Maankäytön suunnittelun ohjaus – tavoitteena hyvinvoiva elinympäristö* [verkkosivusto]. Saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Maankayton\\_suunnittelun\\_ohjaus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Maankayton_suunnittelun_ohjaus). Viitattu 13.6.2016.
- Ympäristöministeriö (2016b) *Ympäristölupa* [verkkosivusto]. Saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Luvat\\_ilmoitukset\\_ja\\_rekisterointi/Ymparistolupa](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa). Viitattu 5.7.2016.
- Ympäristöministeriö (2016c) *Ympäristövaikutusten arviointi* [verkkosivusto]. Saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Ymparistovaikutusten\\_arviointi](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi). Viitattu 5.7.2016.
- Ympäristöministeriö (2015a) *Valtakunnallinen pilaantuneiden maa-alueiden riskienhallintastrategia*. Suomen ympäristö 10/2015. ISBN 978-952-11-4470-7.
- Ympäristöministeriö (2015b) *Kaivetut maa-ainekset – jäteluonne ja käsittely*. Ympäristönsuojeluosasto. Muistio 3.7.2015. Saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Jatelainsaadanto/Ohjeet\\_ja\\_oppaat](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Jatelainsaadanto/Ohjeet_ja_oppaat)
- Ympäristöministeriö (2014a) *Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta*. Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014. ISBN 978-952-11-4327-4.
- Ympäristöministeriö (2014b) *Maa-ainesten hyödyntäminen – opas kaivettujen maa-ainesten luokittelusta jätteeksi ja hyödyntämiskelpoisuuden arvioinnista*. Luonnos 20.3.2014.
- Ympäristöministeriö (2013) *Suomi, jonka haluamme 2050 – Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoutus*. Saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava\\_kehitys/Kestavan\\_kehityksen\\_yhteiskuntasitoutus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava_kehitys/Kestavan_kehityksen_yhteiskuntasitoutus).
- Ympäristöministeriö (2007) *Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi*. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007. ISBN 978-952-11-2726-7.
- Ympäristöministeriö (2000) *Kaavamerkinnot*. Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000. Opas 1. ISBN 951-731-240-7.



- YS 674 (2009) *Ympäristölupapäätös, Pilaantuneen maaperän puhdistaminen ja haitta-ainespitoisen maa-aineksen sekä betoni-, tiili- ja asfalttimurskeen hyödyntäminen, Jätkäsaari, Helsinki*. Uudenmaan ympäristökeskus. Dnro UUS-2008-Y-363-114.
- YS 711 (2004) *Ympäristölupapäätös, Meluvallin rakentaminen, Vuosaari, Helsinki*. Uudenmaan ympäristökeskus. Dnro UUS-2004-Y-11-121.
- YSL 527/2014. (2014) *Ympäristönsuojelulaki*. Saatavilla: <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- Öborn, I & Linde, M. (2001) *Solubility and Potential Mobility of Heavy Metals in Two Contaminated Urban Soils from Stockholm, Sweden*. Water, Air and Soil Pollution: Focus. Vol. 1:3. S. 255-265.

**Liiteluettelo**

- Liite 1. Tapaustutkimuskohteiden maa-ainesmäärät ja loppusijoituspaikat. 3 sivua.
- Liite 2. Vuosaaren hyötykäyttöalueen periaatepoikkileikkaus. 1 sivu.
- Liite 3. Jätkäsaaren hyötykäyttöalueen periaatepoikkileikkaus. 1 sivu.
- Liite 4. Kyselytutkimuksen kysymykset. 2 sivua.
- Liite 5. Ympäristövaikutusten laskentatulokset. 3 sivua.
- Liite 6. Kustannusvaikutusten laskentatulokset. 2 sivua.
- Liite 7. Kyselytutkimuksen avoimet vastaukset. 6 sivua.

## Liite 1. Eri skenaarioiden maa-ainesmäärät ja loppusijoituspaikat

*Vuosaaren meluesteen skenaarioiden maa-ainesten määrät ja loppusijoituspaikat etäisyyksiin.*

	<b>Toiminto</b>	<b>Massamäärä [t]</b>	<b>Etäisyys [km]</b>
Skenaario 1	Työmaan kesto [h]	9 200	
	Maan kaivu	200 000	
	Maan kuljetus pois alueelta, Forssa	11 000	130
	Maan kuljetus pois alueelta, Savaterra	650	300
	Maan kuljetus pois alueelta, Soilrem	760	85
	Maan kuljetus pois alueelta, Hausjärvi	4 400	85
	Maan kuljetus pois alueelta, Kivikko	5 400	10
	Maan kuljetus pois alueelta, Ekokem Karhula	330	120
	Maan kuljetus alueelle hyödynnettäväksi	150 000	1
	Maan kuljetus alueelle, kitka-/kynnysarvoma	27 000	1
Skenaario 2	Työmaan kesto [h]	5 400	
	Maan kaivu	200 000	
	Maan kuljetus pois alueelta, aiemmin hyödynnetyt	150 000	130
	Maan kuljetus pois alueelta, Forssa	650	130
	Maan kuljetus pois alueelta, Savaterra	760	300
	Maan kuljetus pois alueelta, Soilrem	4 400	85
	Maan kuljetus pois alueelta, Hausjärvi	5 400	85
	Maan kuljetus pois alueelta, Kivikko	330	10
	Maan kuljetus pois alueelta, Ekokem Karhula	325	120
	Maan kuljetus alueelle, kitka-/kynnysarvoma	27 000	1
Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	150 000	20	
Skenaario 3	Maan kaivu	200 000	
	Maan kuljetus pois alueelta	170 000	50
	Maan kuljetus alueelle, kitka/kynnysarvo	27 000	1
	Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	150 000	20
Skenaario 4	Maan kaivu	200 000	
	Maan kuljetus pois alueelta	170 000	10
	Maan kuljetus alueelle, kitka/kynnysarvo	27 000	1
	Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	150 000	20
Skenaario 5	Maan kaivu	200 000	
	Maan kuljetus pois alueelta	170 000	7
	Maan kuljetus alueelle, kitka/kynnysarvo	27 000	1
	Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	150 000	7

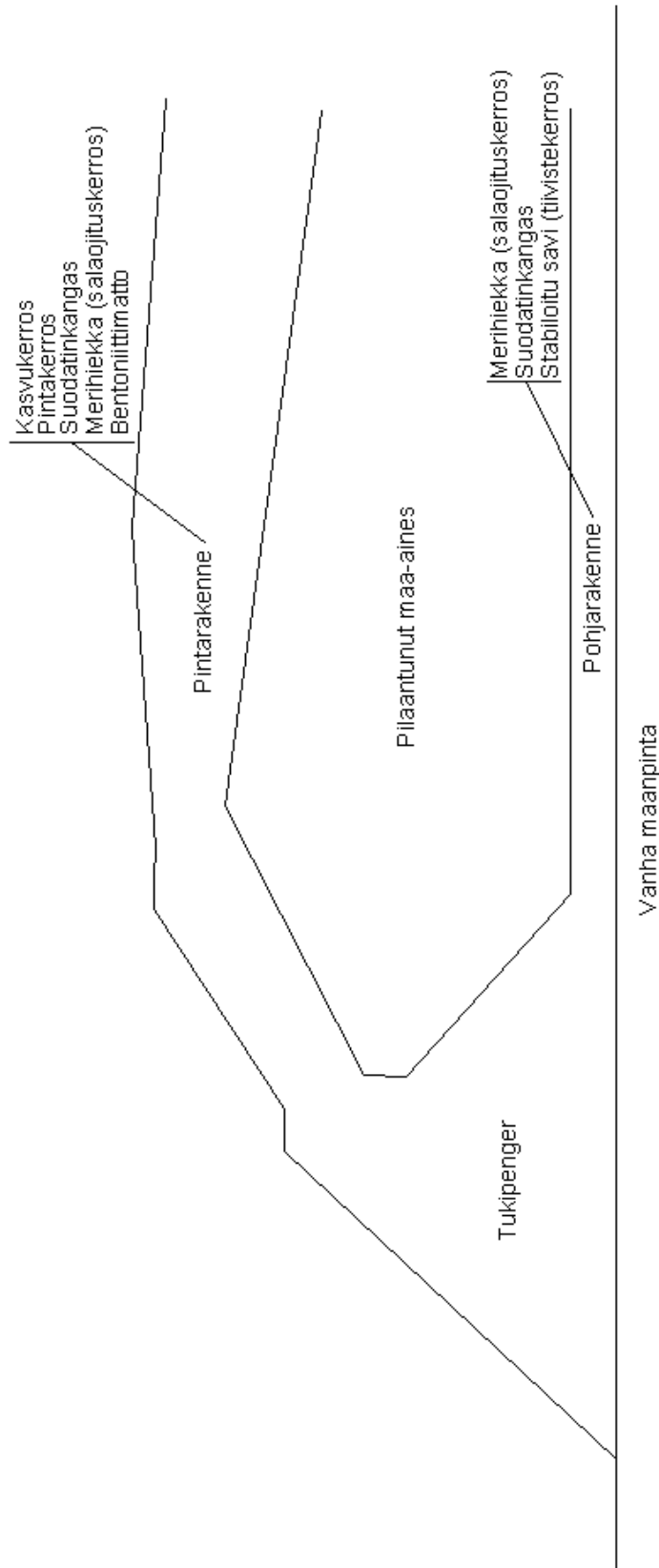
Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston eri skenaarioiden maa-ainesten määrät ja loppusijoituspaikat etäisyyksineen.

	<b>Toiminta</b>	<b>Massamäärä [t]</b>	<b>Etäisyys [km]</b>
Skenaario 1	Työmaan kesto [h]	8 000	
	Maan kaivu	310 000	
	Maan kuljetus pois alueelta (Forssa)	8 000	120
	Maan kuljetus pois alueelta (Kotka)	480	130
	Maan kuljetus pois alueelta (Kouvola)	930	160
	Maan kuljetus pois alueelta (Ekokem Salo)	270	110
	Maan kuljetus alueelle, HTP1:een viedyt	84 000	2
	Maan kuljetus alueelle, VV-alue, kitkamaa	117 000	2
	Maan kuljetus alueelle, VV-alue, kynnysarvo	100 000	2
Skenaario 2	Työmaan kesto [h]	6 000	
	Maan kaivu	310 000	
	Maan kuljetus pois alueelta (Forssa)	8 000	120
	Maan kuljetus pois alueelta (Kotka)	480	130
	Maan kuljetus pois alueelta (Kouvola)	930	160
	Maan kuljetus pois alueelta (Ekokem Salo)	270	110
	Maan kuljetus pois alueelta, aiemmin hyödynnetyt	84 000	120
	Maan kuljetus VV-alueelle, kitkamaa	117 000	2
	Maan kuljetus VV-alueelle, kynnysarvo	100 000	2
	Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	84 000	20
Skenaario 3	Maan kaivu	310 000	
	Maan kuljetus pois alueelta	94 000	50
	Maan kuljetus VV-alueelle, kitkamaa	117 000	2
	Maan kuljetus VV-alueelle, kynnysarvo	100 000	2
	Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	84 000	20
Skenaario 4	Maan kaivu	310 000	
	Maan kuljetus pois alueelta	94 000	10
	Maan kuljetus VV-alueelle, kitkamaa	117 000	2
	Maan kuljetus VV-alueelle, kynnysarvo	100 000	2
	Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	84 000	20
Skenaario 5	Maan kaivu	310 000	
	Maan kuljetus pois alueelta	94 000	5
	Maan kuljetus VV-alueelle, kitkamaa	117 000	2
	Maan kuljetus VV-alueelle, kynnysarvo	100 000	2
	Maan kuljetus alueelle, korvaava maa-aines	84 000	5

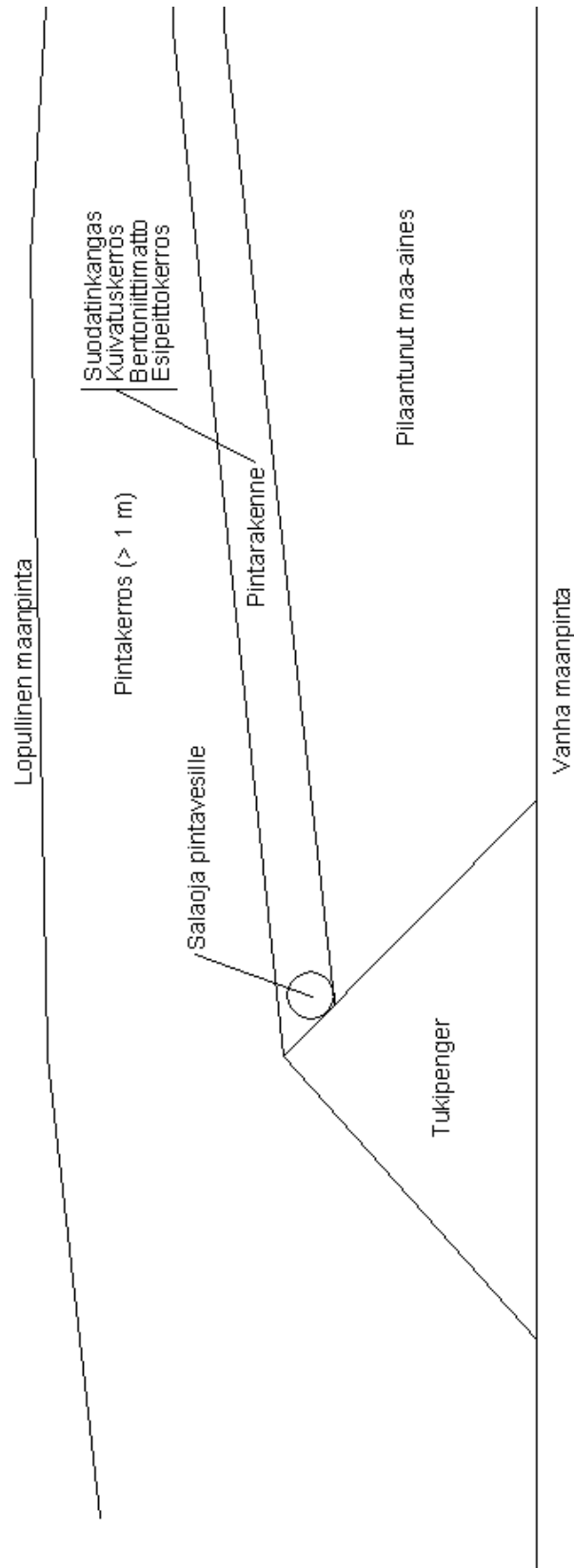
*Ida Aalbergin puiston eri skenaarioiden maa-ainesten määrät ja loppusijoituspaikat etäisyyksiin.*

	<b>Toiminta</b>	<b>Massamäärä</b> <b>[t]</b>	<b>Etäisyys</b> <b>[km]</b>
Skenaario 1	Työmaan kesto [h]	600	
	Maan kaivu	6 900	
	Maan kuljetus pois alueelta, Forssa	1 900	115
	Maan kuljetus pois alueelta, Korvenmäki	200	110
	Maan kuljetus alueelle, kynnsarvo	690	1
	Maan kuljetus alueelle, 2012	34 000	10
	Maan kuljetus alueelle, 2013	21 000	10
	Maan kuljetus alueelle, hyödynnettäväksi menevät	4 000	1
Skenaario 2	Työmaan kesto [h]	450	
	Maan kaivu	6 900	
	Maan kuljetus pois alueelta, Domargård	260	55
	Maan kuljetus pois alueelta, Forssa voimakas	3 600	115
	Maan kuljetus pois alueelta, Forssa vaarallinen	1 900	115
	Maan kuljetus pois alueelta, Korvenmäki	200	110
	Maan kuljetus pois alueelta, Kivikko	160	10
	Maan kuljetus alueelle, kynnsarvo	690	1
	Maan kuljetus alueelle, 2012	34 000	10
Maan kuljetus alueelle, 2013	21 000	10	

## Liite 2. Vuosaaren meluesteen hyötykäyttöalueen periaatepoikkileikkaus



### Liite 3. Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston hyötykäyttö- alueen periaatepoikkileikkaus



## Liite 4. Kyselytutkimuksen rakenne ja kysymykset

Suomessa ei ole laajamittaisesti hyödynnetty kaivettuja pilaantuneita maa-aineksia kunnostuskohteen läheisyydessä. Tämän kyselyn tarkoituksena on selvittää pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisen toimintaympäristön haasteita ja mahdollisuuksia. Kysely on osa Aalto-yliopistoon tekemää diplomityötäni.

Kysymysten 1-4 tavoitteena on saada tietoon niitä kohteita, joissa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä on suunniteltu tai toteutettu. Kysymykset 5-13 koskevat aiheen toimintaympäristöä ja voit vastata niihin merkitsemällä useamman vastausvaihtoehdon. Kyselyn lopussa on avoin kysymys, johon voit vielä kirjoittaa vapaasti mietteitäsi aiheesta.

1. Onko tiedossasi hankkeita, joissa pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä suunnitellaan tai on suunniteltu?
  - a. kyllä
  - b. ei
  - c. en ole varma
2. Jos vastasit edelliseen kyllä, mitkä ovat hankkeiden nimet ja missä kohteet sijaitsevat?
3. Onko tiedossasi hankkeita, joissa on hyödynnetty pilaantuneita maa-aineksia kunnostuskohteessa tai sen läheisyydessä?
  - a. kyllä
  - b. ei
  - c. en ole varma
4. Jos vastasit edelliseen kyllä, mitkä olivat hankkeiden nimet ja missä kohteet sijaittivat?
5. Mitkä mielestäsi voisivat olla pilaantuneiden maa-ainesten paikallisen hyödyntämisen etuja?
  - a. kustannussäästöt
  - b. pienempi ympäristökuormitus
  - c. hyödyntämisen positiivinen imago
  - d. muut, mitkä?
6. Mitkä seuraavista näet kannustavan pilaantuneiden maa-ainesten paikalliseen hyödyntämiseen tällä hetkellä?
  - a. lainsäädäntö
  - b. ohjeet ja oppaat
  - c. viranomaiskäytännöt
  - d. kustannussäästöt
  - e. valtakunnalliset strategiat ja tavoitteet
  - f. ympäristönsuojelulliset edut
  - g. muut, mitkä?
7. Mitkä seuraavista kohteista soveltuisivat mielestäsi pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen?
  - a. puistot
  - b. tierakenteet
  - c. asuintontit
  - d. toimitilarakennusten tontit
  - e. parkkipaikat
  - f. erilaiset kentät (esim. urheilu-, varasto- tai satamakentät)
  - g. meluvallit
  - h. ampumaratojen suojavallit



- i. muu kohde, mikä?
8. Mitä seuraavia haitta-aineita hyödynnettävät maa-ainekset saavat mielestäsi sisältää yli alemman ohjearvon olevissa pitoisuuksissa?
  - a. öljyhiilivetyjä,
  - b. PAH-yhdisteitä,
  - c. raskasmetalleja,
  - d. VOC-yhdisteitä,
  - e. PCB-yhdisteitä,
  - f. syanidia
  - g. dioksiineja ja furaaneja
  - h. muita, mitä?
9. Mitkä seuraavista näet ongelmana pilaantuneiden maa-ainesten paikallisessa hyödyntämisessä?
  - a. hyödyntämisprosessin vaativuus
  - b. hyödyntämisprosessin vaatima aika
  - c. hyödyntämisen suuret kustannukset
  - d. pilaantuneiden maa-ainesten aiheuttamat ympäristöriskit
  - e. pilaantuneiden maa-ainesten aiheuttamat terveysriskit
  - f. muu, mikä?
10. Näetkö että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisprosessin seuraavissa vaiheissa esiintyy ajallisia haasteita?
  - a. kaavoitus
  - b. tutkimukset ja suunnittelu
  - c. ympäristölupaprosessi
  - d. toteutus
  - e. muu vaihe, mikä?
11. Mitkä hyödyntämisprosessin vaiheet näet haasteellisiksi osaamisen puutteen takia?
  - a. kaavoitus
  - b. tutkimukset ja suunnittelu
  - c. ympäristölupaprosessi
  - d. toteutus
  - e. muu vaihe, mikä?
12. Mitkä hyödyntämisprosessin vaiheet näet haasteellisiksi liiallisen sääntelyn takia?
  - a. kaavoitus
  - b. tutkimukset ja suunnittelu
  - c. ympäristölupaprosessi
  - d. toteutus
  - e. muu vaihe, mikä?
13. Mitkä hyödyntämisprosessin vaiheet näet haasteellisiksi resurssien vähyyden takia?
  - a. kaavoitus
  - b. tutkimukset ja suunnittelu
  - c. ympäristölupaprosessi
  - d. toteutus
  - e. muu vaihe, mikä?
14. Miten näet pilaantuneiden maiden hyödyntämisen tulevaisuuden? Sana on vapaa!

## Liite 5. Ympäristövaikutusten laskentatulokset

*Vuosaaren ympäristökuormituksen laskentatulokset skenaarioilla 1-5.*

SEFA												
Energian käyttö	CO <sub>2</sub> -ekv päästöt	Pienhiukkas-päästöt	NO <sub>x</sub> -päästöt	SO <sub>x</sub> -päästöt	NO <sub>x</sub> - ja PM-päästöt	Työmaan NO <sub>x</sub> - ja SO <sub>x</sub> -päästöt						
							GJ	t	kg	kg	kg	kg
PIMA:t hyödynnetty	14 918	1 129	4 603	6 082	1 472	12 157						3 611
PIMA:t puitesopimus-kaatopaikalle	67 240	5 001	45 507	27 683	9 747	82 937						2 362
PIRTU												
Energian käyttö	CO <sub>2</sub> -ekv päästöt	Pienhiukkas-päästöt	NO <sub>x</sub> -päästöt	SO <sub>2</sub> -päästöt	N <sub>2</sub> O-päästöt	VOC-päästöt	CO <sub>2</sub> -päästöt	CO-päästöt	CH <sub>4</sub> -päästöt			
										GJ	t	kg
PIMA:t hyödynnetty	4 714	346	212	4 038	182	9	342 900	861	11			
PIMA:t puitesopimus-kaatopaikoille	23 827	1 712	373	18 460	194	42	1 698 165	1 382	30			
PIMA:t max. 50 km päähän	14 461	1 042	294	11 393	188	26	1 034 067	1 126	21			
PIMA:t max. 10 km päähän	7 301	531	233	5 990	183	13	526 340	931	13			
PIMA:t max. 7 km päähän	4 647	341	211	3 986	182	9	338 086	859	11			

## Jätkäsaaren ympäristökuormituksen laskentatulokset skenaarioilla 1-5.

<b>SEFA</b>											
	Energian käyttö	CO <sub>2</sub> -ekv päästöt	Pienhiukkas-päästöt	NO <sub>x</sub> -päästöt	SO <sub>x</sub> -päästöt	NO <sub>x</sub> - ja PM-päästöt	Työmaan NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> - ja PM-päästöt				
	GJ	t	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	t	kg
PIMA:t hyödynnetty	10 687	804	2 020	4 937	806	7 763	3 650				
PIMA:t puitesopimus-kaatopaikalle	40 172	2 972	23 658	16 703	5 313	45 674	2 737				
<b>PIRTU</b>											
	Energian käyttö	CO <sub>2</sub> -ekv päästöt	Pienhiukkas-päästöt	NO <sub>x</sub> -päästöt	SO <sub>2</sub> -päästöt	N <sub>2</sub> O-päästöt	VOC-päästöt	CO <sub>2</sub> -päästöt	CO-päästöt	CH <sub>4</sub> -päästöt	
	GJ	t	kg	kg	kg	kg	kg	t	kg	kg	
PIMA:t hyödynnetty	5 460	404	319	4 882	287	10	501	401	1 310	15	
PIMA:t puitesopimus-kaatopaikoille	18 114	1 309	425	14 430	295	32	696	1 298	1 656	28	
PIMA:t max. 50 km päähän	10 959	797	365	9 031	290	20	586	791	1 460	21	
PIMA:t max. 10 km päähän	6 837	503	330	5 921	288	13	523	498	1 348	17	
PIMA:t max. 5 km päähän	4 937	367	314	4 487	286	9	493	363 683	1 296	15	

*Ida Aalbergin puiston ympäristökuormituksen laskentatulokset skenaarioilla 1 ja 2.*

<b>SEFA</b>									
Energian käyttö	CO <sub>2</sub> -ekv päästöt	Pienhiukkas-päästöt	NO <sub>x</sub> -päästöt	SO <sub>x</sub> -päästöt	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> - ja PM-päästöt	Työmaan NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> ja PM-päästöt			
GJ	t	kg	kg	kg	kg	kg	kg	t	kg
PIMA:t hyödynnetty	3 234	241	1 248	1 424	334	3 007	205		
PIMA:t puitesopimuskaatopaikoille	2 160	162	439	995	167	1 601	274		
<b>PIRTU</b>									
Energian käyttö	CO <sub>2</sub> -ekv päästöt	Pienhiukkas-päästöt	NO <sub>x</sub> -päästöt	SO <sub>2</sub> -päästöt	N <sub>2</sub> O-päästöt	VOC-päästöt	CO <sub>2</sub> -päästöt	CO-päästöt	CH <sub>4</sub> -päästöt
GJ	t	kg	kg	kg	kg	kg	t	kg	kg
PIMA:t hyödynnetty	1 423	102	18	1 090	7	2	101	64	2
PIMA:t puitesopimuskaatopaikoille	950	68	14	734	7	2	68	52	1

## Liite 6. Kustannusten laskentatulokset

*Vuosaaren työmaan kustannusten erittely kahdessa skenaariossa. €/t-kustannukset sisältävät sekä vastaanottomaksun että kuljetuksen.*

<b>Skenaario 1, hyödyntäminen</b>	<b>€/t</b>	<b>t</b>	<b>€</b>
Meluesteen rakentamisen hinta			3 100 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Forssa	41	11 000	430 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Savaterra	76	650	49 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Soilrem	47	760	36 000
PIMA-ainesten sijoitus (vaarallinen jäte), Hausjärvi	50	4 400	220 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Karhula	37	330	12 000
PIMA-ainesten sijoitus (lievästi pilaantunut), Kivikko	9	5 400	48 000
<b>Yhteensä</b>			<b>3 900 000</b>
<b>Skenaario 2, kaatopaikkasijoitus</b>	<b>€/t</b>	<b>t</b>	<b>€</b>
Meluesteen rakentamisen hinta			1 900 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Forssa	41	11 000	430 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Savaterra	76	650	49 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Soilrem	47	760	36 000
PIMA-ainesten sijoitus (vaarallinen jäte), Hausjärvi	50	4 400	220 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantunut), Karhula	37	330	12 000
PIMA-ainesten sijoitus (lievästi pilaantunut), Kivikko	9	5 400	48 000
PIMA-ainesten sijoitus, aiemmin hyödynnetyt, lievästi pilaantuneet	15	100 000	1 500 000
PIMA-ainesten sijoitus, aiemmin hyödynnetyt, voimakkaasti pilaantuneet	41	37 000	1 500 000
Korvaavan maa-aineksen hankinta ja kuljetus	11	140 000	1 500 000
<b>Yhteensä</b>			<b>7 200 000</b>

*Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston rakentamisen ja pilaantuneiden maa-ainesten käsittelyn kustannusten erittely kahdessa skenaariossa. €/t-kustannukset sisältävät sekä vastaanottomaksun että kuljetuksen.*

<b>Skenaario 1, hyödyntäminen</b>	<b>€/t</b>	<b>t</b>	<b>€</b>
Hyväntoivonpuiston PIMA-alueen rakentamisen hinta	18	84 000	1 500 000
PIMA-ainesten sijoitus, Kotka	36	480	17 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantuneet), Forssa	37	5 000	190 000
PIMA-ainesten sijoitus (vaarallinen jäte), Forssa	34	3 000	100 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantuneet), Kouvola	46	620	28 000
PIMA-ainesten sijoitus (vaarallinen jäte), Kouvola	33	270	9 000
PIMA-ainesten sijoitus, Salo	38	270	10 000
<b>Yhteensä</b>			<b>1 900 000</b>

<b>Skenaario 2, kaatopaikkasijoitus</b>	<b>€/t</b>	<b>t</b>	<b>€</b>
Hyväntoivonpuiston PIMA-alueen rakentamisen hinta	11	84 000	920 000
PIMA-ainesten sijoitus, Kotka	36	480	17 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantuneet), Forssa	37	5 000	190 000
PIMA-ainesten sijoitus (vaarallinen jäte), Forssa	34	3 000	100 000
PIMA-ainesten sijoitus (voimakkaasti pilaantuneet), Kouvola	46	620	28 000
PIMA-ainesten sijoitus (vaarallinen jäte), Kouvola	33	270	9 000
PIMA-ainesten sijoitus, Salo	38	270	10 000
PIMA massat, sijoitus alueen ulkopuolelle (>AOA)	12	42 000	500 000
PIMA massat, sijoitus alueen ulkopuolelle (>YOA)	37	42 000	1 600 000
Korvaavan maa-aineksen tuonti	11	84 000	920 000
<b>Yhteensä</b>			<b>4 300 000</b>

## Liite 7. Kyselytutkimuksen avoimet vastaukset

Tässä liitteessä esitetään kysymysten 2 ja 4-14 avoimet vastaukset. Kysymyksissä 1 ja 3 ei ollut vaihtoehtona avointa vastausta.

### 2. Suunniteltuja hyödyntämishankkeita:

- Useita Puolustusvoimien ampumarata-alueita eri puolilla Suomea. 10 kpl toteutettu ja 4 suunnitelmissa
- Itse asiassa nykyisin kaikissa kunnostushankkeissa pyritään aina hyödyntämään pilaantuneita maita niin kunnostuskohteessa kuin myös toisaalla esim. käsittelypaikalla kenttärakenteiden materiaaleina, soveltuvin osin pintakerroksissa jne.
- Pohdinnassa Koiralahden lievästi pilaantuneiden purumassojen hyödyntäminen maankaatopakan maisemoinnissa, Mikkeli. Pohdinnassa Graanin alue, Mikkeli
- Helsingin kaupungin suunnittelema meluvalli Kehä I:n varrelle (kauan aikaa sitten).
- Kaatopaikkojen tiiviiden rakennekerrosten väliin jäävissä rakennekerroksissa on käytetty pilaantuneita maa-aineita hyödyksi.
- Kaikkien Helsingin isompien pima-kohteiden yhteydessä mietitään olisiko hyödyntäminen mahdollista. Käytännön osalta ei hyödyntäminen ole ollut mahdollista kovin monessa kohteessa.
- Jotain hankkeita on suunniteltu ja mietitty. Epävarmoja, ei vielä julkisia asioita.
- Laajalahden Retail-park (entinen lumenkaatopaikka), Espoo
- Hartola, vanha saha-alue (Pohniemi)
- Jätkäsaaren hyötykäyttöalueet (Hyväntoivonpuisto, 2 kpl), Sepänmäen meluvalli
- Luottamuksellista tietoa valitettavasti. Mutta kohteita on mm. Helsingissä, Turussa, Tampereella ja Hämeenlinnassa.
- Hankkeiden nimiä ei tiedossa, mutta kyselyitä tullut esim. hyödyntämisestä meluvälillä
- Lähes kaikissa kunnostushankkeissa ympäri Suomea pyritään hyödyntämään pilaantuneista maita pienimuotoisesti.
- 1. Kaava-alue, Tuusula, 2. Engelinranta, Hämeenlinna
- Tampere, Härmälänranta ja Ranta-Tampella
- Esim. rautateiden huoltoteissa ja meluvälillä
- Jätkäsaari HTP I ja HTP II, Helsinki

### 4. Toteutuneita hyödyntämishankkeita:

- Useita Puolustusvoimien ampumarata-alueita eri puolilla Suomea. 10 kpl toteutettu
- En pysty sanomaan tarkkaan nimiä, koska näitä pilaantuneita massoja käytetään jo pääsääntöisesti hyödyksi monin tavoin lähes aina, mikäli niitä voidaan ominaisuuksiensa puolesta käyttää hyväksi. Osa toki on haitta-ainepitoisuuksiltaan tai ominaisuuksiltaan sellaisia, ettei niiden hyötykäyttö ole mahdollista ilman esikäsittelyä.
- Huosiuskankaan ampumarata-alue (mm. Pb), massat hyötykäytetty uuden ampumaradan sivuvallissa, Mikkeli ja Haukivuoren satama-alue (lievästi pilaantuneet PCDD-/F-yhdisteet), massat hyötykäytetty uuden ampumaradan taustavallissa. Molemmille sijoittamisille AVI:n lupapäätös. toteutettu 2016.

- Jätkäsaari, Helsinki (mm. virkistysalueeksi suunniteltu mäki).
  - Vaikka EI, koska kysymisessä on kysytty pilaantuneen maa-aineen käytöstä kunnostuskohteessa tai sen läheisyydessä. Maa-aines on pilaantunut, kun siinä olevat haitta-aineet aiheuttavat kohteessaan haittaa tai vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Ympäristönsuojelulaki kieltää maa-perän pilaamisen, joten pilaantuneeksi luokiteltuja maita ei voida sijoittaa muualla, koska niistä pilaantuneena aiheutuu uudessa sijoitus kohteessa pilaantumista.
  - Pajala, Järvenpää, Keskon tontti
  - Vuosaaren meluste, toteutettu 2000-luvun alkupuolella Vuosaaren sataman itäosaan. Jätkäsaaren Hyväntoivonpuistossa toteutettu hyödyntäminen.
  - Onko hyödyntämistä se, että ei kunnosteta esim. vanhaa täyttöaluetta ohjearvojen mukaiseen tasoon? Ympäristöluvitettuja hyödyntämiskohteita kunnostuskohteen ulkopuolella ei ole tiedossa.
  - Vuosaaren satama, melumäki, Helsinki, Jätkäsaaren Hyväntoivonpuiston hyötykäyttöalueet 1 ja 2, Helsinki, Turunväylän perusparannushanke Leppävaaransolmu Espoo ja Kehä III perusparannushanke Vantaankoski-Pakkala, Vantaa
  - Pienimuotoista kaivettujen pilaantuneiden maa-ainesten (pitoisuudet alle kohteen kunnostustavoitteiden) hyödyntämistä ko. kunnostuskohteen kaivantojen täytöissä on tehty useissa pima-kohteissa, esim. puolustusvoimien ampumaradoilla.
  - Jätkäsaaren hyötykäyttöalueet (Hyväntoivonpuisto, 2 kpl), Vuosaaren kaatopaikan sulkemisarakeissa, Vuosaaren meluvalli sataman läheisyydessä (?)
  - Luottamuksellista tietoa valitettavasti. Mutta kohteita on mm. Helsingissä, Turussa ja Hämeenlinnassa.
  - Kaatopaikkarakenteissa, pohjamateriaaleina riskinarvioiden jälkeen
  - Tässä hyödyntämisessä on kyse lähinnä siitä, että massanvaihtokohteissa on hyödynnetty massoja, joiden haitta-ainepitoisuudet ovat alittaneet kunnostukselle määrätyn tavoitetason eli näitä massoja on käytetty kaivantojen täytöissä. Kohteita on paljon ympäri Kymenlaaksoa.
  - Lähes kaikissa kunnostushankkeissa ympäri Suomea pyritään hyödyntämään pilaantuneita maita pienimuotoisesti.
  - Tampere lukuisia kohteita esim. Rantatunneli
  - Ainakin Kuopion Siikaniemessä on teollisuustontin kunnostuksessa vähäisessä määrin läjitetty pilaantuneita maita toiseen kohtaan tonttia ("maisemavalli").
  - Huoltoteissä rautatiealueella
  - Jätkäsaari HTP I ja HTP II, Helsinki
5. Mitkä mielestäsi voisivat olla pilaantuneiden maa-ainesten paikallisen hyödyntämisen etuja?
- Vähentää neitseellisten maa-ainesten tarvetta
  - Jätelain läheisyysperiaatteen toteutuminen
  - Luonnonvarojen säästö
6. Mitkä seuraavista näet kannustavan pilaantuneiden maa-ainesten paikalliseen hyödyntämiseen tällä hetkellä?
- ei avoimia vastauksia
7. Mitkä seuraavista kohteista soveltuisivat mielestäsi pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämiseen?



- Teollisuuden alueet, satamat jne.
  - Rautateiden huoltotiet
8. Mitä seuraavia haitta-aineita hyödynnettävät maa-ainekset saavat mielestäsi sisältää yli alemman ohjearvon olevissa pitoisuuksissa?
- Myös toki muita listan aineitakin hyödyntämiskohteesta/-tavasta riippuen
  - PAH:t eivät kulkeutuvimpien osalta
  - Maa-aineen käyttökelpoisuus tulee ratkaista kohdekohtaisesti
  - Yhdisteet, jotka eivät liukene, haihdu tai haise
  - Hassu kysymys
  - Tämä on olosuhdesidonnainen asia. Yleistä linjausta ei ole mahdollista tehdä, vaan pitoisuustasot ja haitta-aineiden laatu on arvioitava kohdekohtaisesti.
  - Periaatteessa kaikkia, jos asia osoitetaan riskinarvioinnilla
  - Riippuu hyödyntämiskohteesta. Raja-arvojen asetus kuuluu ympäristöviranomaiselle.
9. Mitkä seuraavista näet ongelmana pilaantuneiden maa-ainesten paikallisessa hyödyntämisessä?
- Viranomaisten asenteet
  - Viranomaiset eivät ole vielä omaksuneet lainsäädännön antamia mahdollisuuksia ja valtakunnan strategioita vielä siten, kuten ne olisi mahdollista huomioida. Edellä mainitusta johtuen konsultit eivät varmaankaan uskalla vielä selvästi esittää aina hyötykäyttöä, vaikka siihen olisi mahdollisuus.
  - Rakentajien pelko käyttäjien oireiluista
  - Sosiaaliset riskit, hyödynnettyjen pilaantuneiden maa-ainesten sijaintitiedon hallinta ja tiedon jakaminen kaikille sitä tarvitseville tahoille hyödyntämisen jälkeen. Esim. alueella myöhemmin tehtävät kaivutyöt, korjaukset, maankäytön muutokset jne.
  - Lupatekniset asiat
  - Rohkeus suunnitella ja tehdä hyödyntämisen mahdollistavia päätöksiä
  - Vähäiset kokemukset
  - Mikäli alueen tuleva käyttö on epäselvä, on hyödyntäminen haastava suunnitella siten, ettei se häiritse käyttötarkoituksen muuttuessa. Muut riskit ovat hallittavissa, toki riippuen kohteesta, haitta-aineesta ja sen pitoisuuksista.
  - Liika varovaisuus erityisesti luvituksessa, ehkä myös rakennuttajan suhteen
  - Epäselvät käytännöt ja vaatimukset sekä imagokysymykset
  - Ympäristölupaprosessin byrokraattiset haasteet -> aikatauluongelmat
10. Näetkö että pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämisprosessin seuraavissa vaiheissa esiintyy ajallisia haasteita?
- Lakimuutokset, eli että vanhan lain mukaan on ollut ok, mutta lakimuutoksen jälkeen tarvitaan toimenpiteitä. Se että pilaantuneisiin maihin kiinnitetään huomiota liian myöhäisessä vaiheessa hanketta, ettei enää ehditä tehdä muuta kuin massanvaihto.
11. Mitkä hyödyntämisprosessin vaiheet näet haasteellisiksi osaamisen puutteen takia?
- Läpi hankkeen jatkuva rakennuttaminen ja asian ajaminen
  - En osaa sanoa

- Enemmän on kyse tiedon puutteesta. Tiedon puute taas synnyttää ennakkoluuloja ja pelkoja, jotka vaikeuttavat pilaantuneiden maa-ainesten hyödyntämistä.
  - Joidenkin yhdisteiden liikkumisen hallinta voi estää hyödyntämisen. Joidenkin yhdisteiden laskennallisten mallien puute tai huono soveltuminen.
12. Mitkä hyödyntämisprosessin vaiheet näet haasteellisiksi liiallisen sääntelyn takia?
- Mahdolliset muutokset kaavoihin voivat nousta ongelmaksi.
  - En osaa sanoa
  - Koetoimintaluvan tiukkuus. Viranomaisen merkintä maankäyttörajoitteesta voi olla kiinteistön omistajalle liian suuri kynnyks, sekä ostajalle pilaantuneen maan maine, vaikka kyse olisi alemman ohjearvon alle jäävistä pitoisuuksista.
13. Mitkä hyödyntämisprosessin vaiheet näet haasteellisiksi resurssien vähyden takia?
- Henkilöresurssien vähyys potentiaalisten hyödyntämiskohteiden etsimiseksi
  - Valvonta
  - Kokonaiskokemuksen puute kyseisestä menetelmästä
14. Miten näet pilaantuneiden maiden hyödyntämisen tulevaisuuden? Sana on vapaa!
- Periaatteessa edellytykset ovat olemassa. Suomalainen pilaantuneiden maiden kunnostuskulttuuri ja hankkeiden kiire/suunnittelemattomuus sekä viranomaisasenteet estävät/haittaavat hyödyntämismahdollisuuksia.
  - Hyödyntämistä pitää lisätä ja menettelyjä yhtenäistää.
  - Pilaantuneiden maiden hyödyntäminen sellaisenaan, oli se sitten kohteissa tai kaatopaikkarakenteissa, silloin kun maa-ainepitoisuudet ovat suuret (esim. yli YOA), ei mielestäni ole perusteltua eikä kestävä kunnostamista. Em. toiminta estää ko. pimojen käsittelymenetelmien kehittymisen, koska hyödyntäminen sellaisenaan (tai vain kevyesti jalostamalla) on usein edullisempaa kuin menetelmä, jossa samoja haitta-ainepitoisuuksia maa-ainessä pyritään pienentämään.
  - Maa-ainesjätteen luokittelua koskevan lainsäädännön puute. Termien sekavuus, joka käy ilmi edellä olevasta. On määritettävä mitä tarkoitetaan pilaantuneella maa-aineella, haitta-ainepitoisella maa-aineella, puhtaalla maa-aineksella jne.
  - Hyödyntämisestä pitäisi tulla selkeää taloudellista hyötyä, muuten jää kauniiksi ajatukseksi. Tällöin ohjaus tulisi tapahtua esim. verotuksen kautta. Toinen vaihtoehto on, että lainsäädäntö tai viranomaiset edellyttäisi hyödyntämään maa-aineksia. Tällä hetkellä kunnostetaan usein rakentamisen takia ja etenkin asuinrakentamisen yhteydessä rakentajilla on suuri pelko siitä, että jollain alkaa päätää särkeä ja sen jälkeen etsitään syytä ja pahimmillaan ollaan lehtien otsikoissa.
  - Pilaantuneen maan hyödyntäminen varmasti lisääntyy. Haasteena siinä on tiedon hallinta hyödyntämispaikkojen sijainnista + sijaintitiedon jakaminen sitä myöhemmin tarvitseville. Hyödynnettävät massat on merkittävä siten, että alueella joskus vuosien päästä kaivutöitä tekevä ymmärtää kaivavansa pilaantunutta maata ja osaa toimia sen mukaisesti. Pilaantuneet maa-ainekset eivät välttämättä erotu tavallisesta maamateriaalista, joten niiden sekaantuminen pilaantumattomiin massoihin kaivutöiden yhteydessä on myöhemmin tehtävien kaivujen yhteydessä mahdollis-

- ta. On tarpeen myös määritellä minkälaisia lupaprosesseja hyödyntämisalueella myöhemmin tehtävät kaivutyöt edellyttävät.
- Maa-alueiden käyttömuoto ei ole vakio vaan se muuttuu ja elää, joten hyödyntämisalueita mahdollisesti kehitetään myöhemmin muuhun käyttöön. Lisäksi myös korjaustöitä täytyy tehdä esim. kenttä-, puisto- ja katurakenteisiin, joten sellaisiin kohteisiin, jossa korjaustöitä on usein odotettavissa, ei pilaantuneita maa-aineksia kannata hyödyntää. Pienimuotoinen, massamäärällisesti vähäinen hyödyntäminen ei ole järkevää, koska hyödyntämisestä seuraa seurantavelvoitteita, vastuuta maa-alueen haltijalle / omistajalle sekä tiedonhallinnan ja sen välittämisen haasteita.
  - Ympäristölupaprosessia tulee keventää merkittävästi, jotta pilaantuneen maan hyödyntämistä voidaan tehostaa nykyisestä. Pilaantuneen maan käsittely- ja vastaanottoaikat vähenevät ja kuljetusmatkat ovat kohtuuttoman pitkät, eli pilaantuneen maan hyödyntämistä tulee kehittää.
  - Pilaantuneiden maiden hyödyntämistä koskevaa lupaprosessia itsessään ei kannata ehkä keventää, koska kohteet vaihtelevat ja hyödyntämismahdollisuus tulee kuitenkin arvioida tapauskohtaisesti.
  - Asuinalueilla hyödyntämistä ei voi suositella imagosyistä, koska on olemassa ihmisiä, jotka suhtautuvat hysterisesti kaikkiin 'myrkkyyhin' maa-perässä. Tosin suuria massamääriä taitaa nykyään tulla entisten suurten kaupunkien vanhojen teollisuusalueiden kunnostamisesta nimenomaan asuinalueeksi, joten yhtälölle olisi hyvä löytää ratkaisu.
  - Hyödyntämistä voitaisiin tehdä huomattavasti enemmän. Lainsäädännön esteet vaikeuttavat hyödyntämistä.
  - Varmasti joillekin massoille hyödyntäminen on hyvin mahdollista, mutta etenkin sellaisissa kohteissa missä pilaantunut maa-aines sisältää muita jättejakeita runsaasti, on hyödyntäminen haasteellisempaa. Usein kunnostuskohteissa ei saa/ehdi seuloa ja massat pitäisi viedä jonnekin muualle, esim. kaatopaikka-alueelle, seuloavaksi niin sieltä ei sitten maita enää voikaan viedä eteenpäin kun ne kerran on sinne tuotu.
  - Hyödyntäminen onnistuisi varmasti monessa muussakin kohteessa, mutta käsittääkseni kaavoitusasiat ja kaavamuutokset rajoittavat hyödyntämistä tai ainakin hidastavat sitä liikaa, jolloin eivät käytännössä onnistu, jos asiaan on herätty liian myöhään. Alueille, joissa pilaantumista jää joka tapauksessa syvempiin kerroksiin, voisi myös hyödyntämistä toteuttaa laajemmin, jos riskit pysyvät vähäisinä. Mutta hyödyntäminen pitää ottaa huomioon riskinarvioinnissa jo alusta lähtien. Pilaantumattomia alueita ei kuitenkaan tulisi hyödyntämisen kautta pilata, mikä rajoittaa hyödyntämistä.
  - Olisi erittäin järkevää pystyä laajemmin hyödyntämään rakennushankkeissa syntyviä kaivumassoja, niin pilaantuneita kuin pilaantumattomiamkin. Samalla on tärkeää, ettei rakenneta mitään "pommia" tuleville sukupolville. Haitta-aineille asetettavat riskiperusteiset pitoisuusrajat perustuvat aina sen hetkiseen parhaaseen ymmärrykseen ja on täysin mahdollista, että jonkun haitta-aineen osalta tilanne muuttuu paljonkin tulevaisuudessa. Jos tällaisia muutoksia tapahtuu, on silti pystyttävä hallitsemaan kokonaisuutta. Yksi tärkeä asia hyödyntämiseen liittyen on näin ollen huolellinen dokumentointi. Mitä, mihin ja milloin.
  - On kestävänn kunnostuksen periaatteiden mukaista, jos pilaantuneita maita voidaan osittain käyttää kunnostuskohteessa. Tietysti tämä riippuu alueen käytöstä myös huomioiden alueen mahdollisen maankäytön muu-

toksen. Viranomaisohjauksella on pyritty siihen, että kunnostustavoitteen pitoisuuden alittavia maamassoja on voitu massanvaihtotyömailla hyödyntää soveltuvien osin kunnostuskohteessa, mikä vähentää ns. neitseellisten täyttömassojen tarvetta.

- Varmasti kasvava ala. Vastauksista näkee, että tämä koetaan kuitenkin hankalaksi ja byrokraattiseksi. Suuri syy on tunnustettava kokemattomuuden syyksi.
- Uskon ja toivon, että PIMA-hyötykäyttö lisääntyy. Ei ole järkeä käyttää puhtaita luonnonmateriaaleja kaupunkiympäristössä, koska maaperä kuitenkin nuhraantuu ja rakennukset/rakenteet/kadut rakennetaan 30–50 vuoden välien uudestaan. Luonnonmateriaalit (sora, murske jne.) ovat edelleen liian halpoja. On helppo rakentaa kuten aikaisemminkin. Rakennusala on vanhoillinen, ei haluta perehtyä kierrätysmateriaaleihin.
- Asia ei etene ilman riittävän lukuisia ja riittävän isoja pilottihankkeita. Ohjeistus suunnittelijoille, kaavoittajille ja myös viranomaisille pitää saada selkeäksi ja riittävän yksinkertaiseksi.
- Uskon että pilaantuneita maita hyödynnetään jatkossa huomattavasti nykyistä enemmän. Jos byrokratia ja sääntely hieman kevenisivät, voisi tulevaisuudessa pilaantuneiden maiden hyötykäyttö olla huomattavasti nykyistä yleisempää. Tämä suosisi hyödyntämistä myös pienimuotoisemmissa hankkeissa. Tällä hetkellä ympäristölupaprosessin kesto ja vaatimukset aiheuttaa sen että pilaantuneiden maiden hyötykäyttö on realistisia vain isohkoissa ja pitkäkestoisissa hankkeissa.