



Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

PIUHA-HANKE

VANAJA-KANTOLANNIEMEN ALUE,
HÄMEENLINNA

08 50212 0748

PIMA-RAKENNETTAVUUDEN TARKASTELU

A2-versio

16.6.2010

Golder Associates Oy

□ HELSINKI
Ruosilankuja 3 E
00390 Helsinki
Puh. 09 5617 210
Fax 09 5617 2120

□ TAMPERE
Kolmionkatu 5
33900 Tampere
Puh. 03 2346 200
Fax 03 2346 210

□ TURKU
Ratapihankatu 53 C
20100 Turku
Puh. 02 2840 300
Fax 02 2840 301

KOTIPAikka: Helsinki
Y-tunnus: 0982590-6
Sähköposti: etunimi_sukunimi@golder.fi
www.golder.fi
www.golder.com

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|------|---|----|
| 1. | JOHDANTO..... | 1 |
| 2. | OSA-ALUEIDEN MÄÄRITTELY..... | 2 |
| 3. | MAANKÄYTTÖMUODOT..... | 2 |
| 4. | TAVOITEARVOT ERI MAANKÄYTTÖMUODOILLE..... | 3 |
| 5. | PILAANTUNEIDEN TAI RAKENNUSJÄTETTÄ SISÄLTÄVIEN MASSOJEN MÄÄRÄT..... | 5 |
| 5.1. | KOKONAISMASSAMÄÄRÄT..... | 5 |
| 5.2. | KUNNOSTUKSEN AIHEUTTAMAT MASSAMÄÄRÄT..... | 6 |
| 5.3. | RAKENTAMISEN AIHEUTTAMA KAIVUTARVE..... | 6 |
| 6. | KUSTANNUSTEKIJÄT..... | 7 |
| 6.1. | PILAANTUNEEN MAAPERÄN KUNNOSTUKUSTANNUKSET..... | 7 |
| 6.2. | RAKENTAMISEN AIHEUTTAMA PIMA-KUSTANNUS..... | 8 |
| 6.3. | PILAANTUNEISTA MASSOISTA AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET..... | 9 |
| 7. | JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET..... | 10 |

LIITTEET

LIITE 1. Kohteen sijaintikartta

LIITE 2. Osa-aluejako sekä tutkimuspisteiden sijaintikartta

LIITE 3. Maaperän pilaantuneisuustaulukot ja -kartta

LIITE 4. Massamäärätaulukot

LIITE 5. Kuvaajat kustannuksista osa-alueittain eri maankäyttömuodoilla

1. Johdanto

Hämeen ympäristökeskuksen Piuha-hankkeeseen liittyen on Hämeenlinnan Kantolanniemen alueella toteutettu Golder Associates Oy:n toimesta maaperän pilaantuneisuuden tutkimuksia vuonna 2009. Alueen sijainti on esitetty liitteen 1 kartassa ja tutkimukset 1.10.2009 (Golder Associates Oy, Kantolanniemen teollisuusalueen pilaantuneisuustutkimus 2009) ja 26.3.2010 (Golder Associates Oy, Kantolanniemen teollisuusalueen pilaantuneisuustutkimus 2009, tutkimusraportti 2, jatkotutkimus) päivätyissä raporteissa **Hankkeen yhtenä tavoitteena on ollut selvittää, miten maaperän pilaantuneisuustietoja voitaisiin paremmin hyödyntää esim. teollisuuskäytössä olleiden alueiden maankäyttöä suunniteltaessa.**

Maaperän haitta-ainepitoisuuksista ja pilaantuneisuudesta aiheutuvat kustannukset vaihtelevat riippuen alueen maankäytöstä. Kustannuseroja syntyy mm. erilaisista pilaantuneen maaperän kunnostustavoitteista sekä erilaisen rakentamisen edellyttämästä erisuuruudesta maa-ainesten kaivutarpeesta. **Näiden kustannusten muodostumiseen voidaan vaikuttaa kaavoituksella – ja vastaavasti tuntemalla nämä kustannukset voidaan ohjata kaavoitusta.**

Tämän selvitystyön, ns. Pima-rakennettavuuden tarkastelun, tarkoituksena on ollut arvioida maaperän haitta-ainepitoisuuksien aiheuttamia kustannuksia Kantolanniemen eri osa-alueiden kehittämisen yhteydessä. Lähtötietoina on käytetty Piuha-hankkeessa tehtyjen tutkimusten (Golder Associates Oy) lisäksi muiden eri vaiheissa tehtyjen tutkimusten tuloksia maaperän haitta-ainepitoisuuksista. Kustannusten arvioinnissa on lisäksi käytetty kokemuseräistä ja kirjallisuudesta haettua tietoa kustannuksista, massamääristä ja rakentamisesta.

Kohdetta koskevat historiatiedot on tarkemmin esitetty alueella tehtyjä tutkimuksia käsittelevissä raporteissa.

Pima-rakennettavuutta, eli haitta-ainepitoisen/pilaantuneen maaperän aiheuttamia lisäkustannuksia eri maankäyttömuodoissa, tarkasteltiin ottamalla huomioon mm. seuraavat tekijät:

- **Pilaantuneen maaperän kunnostustavoitteet eri maankäyttömuodoissa:** Eri haitta-aineille haettiin mahdolliset riskiarviopohjaiset tavoitepitoisuudet. Varsinaista riskinarviointia ei kuitenkaan tehty, vaan tavoitepitoisuudet perustuvat kokemukseen eri maankäyttömuodoissa käytettäväksi soveltuvista tavoitepitoisuuksista.
- **Pilaantuneiden maiden (tavoitepitoisuuden ylittävät maat) osuudet osa-alueen kokonaismassamääristä eri maankäyttömuodoissa:** Alueen kokonaismassamäärät arvioitiin laskemalla koko osa-alueella keskimääräiseen tutkimussyvyyteen olevat massat. Pilaantuneiden maiden osuus kokonaismassamääristä arvioitiin laskemalla kunkin eri maankäyttömuodon mukaiset tavoitepitoisuudet ylittävien analyysitulosten osuus kaikista analyysituloksista. Pilaantuneiden massamäärien osuuden kokonaismassamääristä arvioitiin olevan sama kuin analyysitulosten osuus.
- **Pilaantuneen maaperän kunnostuksen yksikkökustannukset arvioitiin kokemuseräisesti:** Pilaantuneen maaperän kunnostuksen kustannukset vaihtelevat tapauksesta riippuen huomattavasti. Yksikkökustannuksina käytettiin kokemuseräisesti arvioituja keskimääräisiä kustannuksia.
- **Rakentamisen aiheuttamasta kaivusta johtuvat Pima-kustannukset:** Alueen rakentamisesta aiheutuu kaivua. Rakentamisesta aiheutuva haitta-ainepitoisten maamassojen kaivu aiheuttaa lisäkustannuksia. Kaivun määrä arvioitiin karkeasti ja pilaantuneiden maa-ainesten osuutena kaivumassoista käytettiin alemman ohjeavron ylittäneiden ja/tai rakennusjätettä sisältäneiden näytteiden osuutta analyysituloksista.

Eri maankäyttömuotojen aiheuttamia Pima-kustannuksia voidaan verrata maa-alueen arvoon eri maankäyttömuodoissa. Tällöin voidaan arvioida kaavoitusvaiheessa eri maankäyttömuotojen sijoitusvaihtoehtojen edullisuutta ja ottaa Pima-kustannukset (Pima-rakennettavuus) huomioon kaavaa valmisteltaessa.

Tämän Pima-rakennettavuustarkastelun raporttia ei pidä nähdä staattisena, vaan sen tulokset voivat muuttua maankäytön suunnittelun edetessä. Raporttiin liittyvät taulukot on laadittu siten, että tilaaja voi halutessaan muuttaa tiettyjä parametreja nähdäkseen mikä vaikutus sillä on oletettuihin "Pima-kustannuksiin". Pima-rakennettavuustarkastelun hyödyntäminen ja tulosten arvioiminen edellyttää konseptin sisällön ja rajoitusten ymmärtämistä. Hankkeen edetessä tehtävien, päivitettyjen tarkastelujen tekeminen onkin suositeltavaa toteuttaa yhteistyössä asiantuntijoiden kanssa.

Tässä tarkastelussa esitetään arvioidut riskiarviopohjaiset tavoitepitoisuudet pilaantuneen maaperän kunnostukselle eri maankäyttömuodoissa. Tässä tarkastelussa ei kuitenkaan ole tehty riskinarviointia siinä laajuudessa kuin maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi asetuksen Vna 214/2007 mukaan tulee tehdä. Tämän tarkastelun pohjalta ei näin ollen voida suoraan lähteä suunnittelemaan pilaantuneen maaperän kunnostusta tai tekemään ilmoitusta pilaantuneen maaperän puhdistamisesta. Tämän selvityksen tarkoituksena on tuoda esille maankäytön vaikutuksia Pima-kustannuksiin kaavoituksen pohjaksi. Valitun maankäyttömuodon mukaisesti tulee ennen pilaantuneen maaperän kunnostuksen suunnittelua ja luvitusta tehdä asetuksen Vna 214/2007 edellyttämä maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi.

2. Osa-alueiden määrittely

Kohde on jaettu kolmeen eri osa-alueeseen: saha-alueeseen, kaatopaikka-alueeseen ja muuhun teollisuusalueeseen. Jako on tehty pääosin kohteen historiatietojen ja nykyisen käytön perusteella. Lisäksi on tutkittu alueiden haitta-aineita: alueet, joilla on todettu runsaasti polykloorattuja dioksiineja ja furaaneja (PCDD/PCDF), on sisällytetty saha-alueeseen. Osa-aluejako sekä tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 2.

3. Maankäyttömuodot

Kohteeseen määritetään tavoitepitoisuudet eri maankäyttömuodoille. Maankäyttömuotoja ovat:

- 0 = Nykytila
- 1 = Teollisuuskäyttö
- 2 = Liikerakentaminen
- 3 = Asuinkäyttö
- 4 = Herkkä maankäyttö

Nykytila

Nykytilalla tarkoitetaan kohteen eri osa-alueiden tämänhetkistä maankäyttötapaa.

Teollisuuskäyttö

Teollisuuskäyttö käsittää teollisuuskäyttöön tai liikennealueiksi rakennettavat kiinteistöt. Teollisuuskäyttöön rakennettavat alueet oletetaan päällystettävän asfaltilla.

Liikerakentaminen

Liikerakentaminen käsittää toimistokäyttöön rakennettavat kiinteistöt, joiden ei välttämättä tarvitse olla päällystettyjä.

Asuinkäyttö

Asuinkäytöllä tarkoitetaan kerrostalo- ja pientalokiinteistöiksi rakennettavia kiinteistöjä, joilla ei tulla harrastamaan ravintokasvien viljelyä. Lisäksi asuinkäyttö käsittää käyttöpuistoiksi (virkestystoimintaa) sekä viheralueiksi otettavat alueet.

Herkkä maankäyttö

Herkkä maankäyttömuoto käsittää kiinteistöt, joille rakennetaan päiväkotia, koulu, leikkipuisto tai joihin tulee vastaavaa lasten ja nuorten toimintaa. Lisäksi herkkä maankäyttö käsittää esim. siirtolapuutarhat, joissa voidaan kasvatkaa ravintokasveja omaan käyttöön.

4. Tavoitearvot eri maankäyttömuodoille

Jokaiselle maankäyttömuodolle määritettiin kunnostuksen tavoitearvot kohteessa todetuille haitta-aineille. Tavoitearvojen valinnassa on hyödynnetty Pima-asetuksen (Vna 214/2007) ohjearvoja sekä ohjearvojen määrityksessä hyödynnettyjä SHP(T)ter-viitearvoja (suurin hyväksyttävä pitoisuus (teollisuusalueilla), terveysperusteet) (Reinikainen, 2007). Lisäksi on huomioitu eri haitta-aineiden pääasialliset altistusreitit. Tavoitearvot on esitetty taulukossa 1.

PAH-yhdisteiden sekä metallien ohjearvot ovat pääosin määräytyneet ekologisten viitearvojen perusteella. Lähtökohtaisesti teollisuusalueilla ja päällystetyillä kaupunkialueilla ihmistoiminnan vaikutus maaperän ekologiaan on hyväksytty jo maankäytöstä päätettäessä (YM, 2007). Tällöin maaperän suojelulta ei edellytetä erityisen korkeaa tasoa. Kohteen maaperäeliöstö on toiminnasta aiheutuneiden päästöjen johdosta altistunut maaperässä todetuille haitta-aineille kymmenien vuosien ajan. Ekologisia vaikutuksia vähentävinä tekijöinä kohteessa ovat mm. ajan kuluessa vähenevä haitta-aineiden biosaatavuus, eliöstön sopeutuminen ja pilaantuneiden alueiden välttely. Näin ollen tavoitearvot on määritetty ihmisille muodostuvan terveyshaitan perusteella.

Tavoitearvoja määritettäessä on huomioitu myös haitta-aineiden pääasialliset altistusreitit. Jos haitta-aineen pääasiallinen altistusreitti on maan syönte, ravintokasvien syönte tai ihokosketus, altistusta päällystetyillä alueilla ei synny. Täten esim. metalleilla ei teollisuuskäytössä olevilla alueilla (asfalttipäällyste) esiinny kunnostustarvetta.

Massamäärien laskussa on oletettu, että asuinkäyttöalueilla tai maankäyttömuodoltaan herkkillä alueilla rakennusjäte poistetaan kokonaan.

Tavoitearvojen määrityksessä on tehty seuraavia oletuksia:

- Teollisuuskäytössä olevat alueet on päällystetty asfaltilla
- Puisto- ja viheralueille on lisätty kasvukerros puhtaasta maa-aineksesta
- Asuinkäyttöalueilla ei kasvateta ravintokasveja

Taulukko 1. Tavoitepitoisuudet haitta-aineille eri maankäyttömuodoilla. EK = ei kunnostustarvetta, AO = alempi ohjearvo, YO = ylempi ohjearvo, SHPter = suurin hyväksyttävä pitoisuus, terveysperusteet, SHPTter = suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueilla, terveysperusteet.

| HAITTA-AINEET | MAANKÄYTTÖMUODOT | | | | | |
|----------------------|------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | Nykytila | Teollisuus- käyttö | Liike- rakentaminen | Asuinkäyttö | Herkkä maankäyttö | |
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | |
| Orgaaniset | | | | | | |
| C10-C21 | EK | 1 000 (YO) | 1 000 (YO) | 300 (AO) | 150 (0,5*alemmat ohjearvot) | |
| C22-C40 | EK | 2 000 (YO) | 2 000 (YO) | 600 (AO) | 600 (AO) | |
| Fenantreeni | EK | > 10 000 (SHPTter) | > 10 000 (SHPTter) | 3 300 (SHPter) | 3 300 (SHPter) | |
| Fluoranteeni | EK | > 10 000 (SHPTter) | > 10 000 (SHPTter) | 450 (SHPter) | 450 (SHPter) | |
| Bentso(a)pyreeni | EK | 125 (SHPTter) | 125 (SHPTter) | 2 (AO) | 2 (AO) | |
| PCDD/F | EK | 0,0046 (SHPTter) | 0,0046 (SHPTter) | 0,0001 (AO) | 0,0001 (AO) | |
| Epäorgaaniset | | | | | | |
| As | Pintamaa | EK | EK | 2920 (SHPTter) | 46,6 (SHPter) | 46,6 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | 2920 (SHPTter) | 2920 (SHPTter) |
| Cd | Pintamaa | EK | EK | 1 460 (SHPTter) | 25 (SHPter) | 25 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | 1 460 (SHPTter) | 1 460 (SHPTter) |
| Co | Pintamaa | EK | EK | 4 100 (SHPTter) | 592 (SHPter) | 592 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | 4 100 (SHPTter) | 4 100 (SHPTter) |
| Cr | Pintamaa | EK | EK | > 10 000 (SHPTter) | 3 190 (SHPter) | 3 190 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | > 10 000 (SHPTter) | > 10 000 (SHPTter) |
| Cu | Pintamaa | EK | EK | > 10 000 (SHPTter) | > 10 000 (SHPter) | > 10 000 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | > 10 000 (SHPTter) | > 10 000 (SHPTter) |
| Hg | Pintamaa | EK | EK | 292 (SHPTter) | 43 (SHPter) | 43 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | 292 (SHPTter) | 292 (SHPTter) |
| Ni | Pintamaa | EK | EK | 4 960 (SHPTter) | 1 190 (SHPter) | 1 190 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | 4 100 (SHPTter) | 4 100 (SHPTter) |
| Pb | Pintamaa | EK | EK | 5 260 (SHPTter) | 212 (SHPter) | 212 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | 5 260 (SHPTter) | 5 260 (SHPTter) |
| Sb | Pintamaa | EK | EK | 1 170 (SHPTter) | 8,8 (SHPter) | 8,8 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | 1 170 (SHPTter) | 1 170 (SHPTter) |
| Zn | Pintamaa | EK | EK | > 10 000 (SHPTter) | > 10 000 (SHPter) | > 10 000 (SHPter) |
| | Pintamaan alla | EK | EK | EK | > 10 000 (SHPTter) | > 10 000 (SHPTter) |

Nykytila

Kohteen käytön jatkuessa nykyisellään ei kunnostustarvetta ole.

Teollisuuskäyttö

Teollisuuskäytössä olevien alueiden oletetaan olevan asfaltilla päällystettyjä, jolloin suoraa kontaktia haitta-aineisiin ei pääse syntymään ja haihtuminen ulkoilmaan on rajoitettua. Öljyhiilivedyille asetettiin tavoitearvoiksi **ylemmät ohjearvot**. Muiden orgaanisten haitta-aineiden ohjearvojen määrittäminen on käytetty **ekologisia viitearvoja**. Ekologisten vaikutusten ei edellä arvioitu olevan merkittäviä, joten muille kuin öljyhiilivedyille on asetettu tavoitearvot **terveysperusteet**.

teisten viitearvojen mukaan (suurin hyväksytty pitoisuus teollisuusalueilla, terveysperusteet, SHPTter). Metalleille ei todettu kunnostustarvetta oleellisten altistusreittien perusteella (ei suuraa kosketusta, maansyöntiä tai ravintokasvien kasvatusta).

Liikerakentaminen

Liiketoiminta-alueille asetettiin orgaanisille haitta-aineille tavoitearvoiksi joko ylemmät ohjearvot (öljyhiilivedyt) tai SHPTter-viitearvot edellä kuvatuin perustein. Liiketoiminta-alueiden ei oleteta olevan kauttaaltaan asfaltilla peitettyjä, joten tahaton maansyönti sekä ihokosketus saattavat olla oleellisia altistusreittejä. Näin ollen metalleille on asetettu pintamaalle (0-0,5 m) tavoitearvoksi SHPTter-viitearvot; pintamaan alapuoliselle maaperälle ei asetettu kunnostustavoitteita.

Asuinkäyttö

Asuinalueilla haitta-aineille asetettiin tavoitearvoiksi alemmat ohjearvot. Jos ohjearvot on asetettu ekologisin perustein, tavoitearvoiksi asetettiin SHPTter-arvot. Metalleilla pintamaan alapuoliselle maaperälle asetettiin tavoitearvoiksi SHPTter-arvot, koska pintamaan alapuolisella maalla ei suora kosketus tai maansyönti ole oleellisena altistusreitinä.

Herkkä maankäyttö

Herkän maankäyttömuodon alueilla tavoitearvoiksi asetettiin samat kuin asuinalueilla. Poikkeuksena ovat öljyhiilivetyjen keskittisleet, joiden tavoitearvoiksi asetettiin 150 mg/kg (0,5 x alempi ohjearvo). Keskittisleiden kevyet jakeet ovat haihtuvia, joten haittaa herkkällä maankäyttömuodolla voi aiheutua, jos keskittisleiden hiilivetyjakauma on painottunut kevyeen päähän.

5. Pilaantuneiden tai rakennusjätettä sisältävien massojen määrät

5.1. Kokonaismassamäärät

Kohde jaettiin kolmeen osa-alueeseen, joiden haitta-ainetta tai rakennusjätettä sisältävien massojen määrät arvioitiin:

- Kaatopaikka-alue – osa-alue 1
- Saha-alue – osa-alue 2
- Muu teollisuusalue – osa-alue 3

Aluejako on esitetty liitteen 2 kartassa. Karttarajauksen avulla määritettiin eri osa-alueiden pinta-alat (taulukko 2).

Kunkin osa-alueen haitta-aineita mahdollisesti sisältävän maakerroksen paksuus arvioitiin tarkastelemalla osa-alueen kaira- tai koekuoppapisteissä todettuja maalajeja. Kohteen haitta-aineiden arvioidaan esiintyvän pääosin täyttökerroksessa. Täyttökerroksen alla on paikoitellen turvekerros ja sen alla tiivis maakerros (silttiä ja savea). Entisen kaatopaikan alueella (osa-alue 1) tiivis maakerros todettiin keskimäärin 4 m syvyydellä. Saha-alueella tiivis maakerros (osa-alue 2) todettiin keskimäärin syvyydellä 2,5 m ja muulla teollisuusalueella (osa-alue 3) syvyydellä 3 m (taulukko 2). Kyseiset arviot ovat keskimääräisiä syvyyksiä ja saattavat vaihdella osa-alueiden sisällä huomattavasti.

Osa-alueiden pinta-alojen sekä arvioitujen paksuuksien avulla saatiin kunkin osa-alueen arvioitu kokonaismassamäärä (taulukko 2).

Taulukko 2. Kohteen osa-alueiden pinta-alat, arvioidut täyttökerroksen paksuudet sekä kokonaisuusmassamäärät.

| | Kaatopaikka | Saha-alue | Muu teollisuusalue |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|
| | Osa-alue 1 | Osa-alue 2 | Osa-alue 3 |
| Pinta-ala, m ² | 60 600 | 350 000 | 778 000 |
| Paksuus, m | 4,0 | 2,5 | 3,0 |
| Kokonaisuusmassamäärä, m ³ | 242 400 | 875 000 | 2 334 000 |

5.2. Kunnostuksen aiheuttamat massamäärät

Kunkin osa-alueen kunnostusta (kaivua) vaativat massamäärät kullekin maankäyttömuodolle määritettiin tavoitepitoisuudet ylittävien näytepisteiden määrän avulla. Kunkin haitta-aineen kohdalla määritettiin maankäyttömuodon tavoitepitoisuudet ylittävien näytepisteiden osuus niistä näytepisteistä, joista oli analyysituloksia. Esimerkiksi kaatopaikka-alueelta on öljyhiilivetytuloisuus analysoitu 12 näytepisteestä. Kahdessa näytepisteessä ylittyy öljyhiilivetyjen tavoitepitoisuus maankäyttömuodolla 3 – näin ollen 17 % osa-alueen kokonaisuusmassamäärästä oletetaan öljyhiilivedyillä pilaantuneeksi.

Pilaantuneisuustaulukot ja -kartta on esitetty liitteessä 3.

Kunnostusta vaativien massojen arvioinnissa on huomioitu se haitta-aine, jonka pilaantuneiden massojen osuus on suurin. Tämä koskee myös rakennusjätettä sisältäviä näytepisteitä: maankäyttömuodoilla 3 ja 4 on oletettu rakennusjäte poistettavaksi kohteesta. Lisäksi on tarkasteltu, sijaitsevatko esimerkiksi metalli- ja öljyhiilivedyillä pilaantuneet tutkimuspisteet eri puolella osa-alueita – jos näin on, pilaantuneiden massamäärien osuus on voitu laskea yhteen.

Massamäärätaulukot on esitetty liitteessä 4 osa-alueittain kullekin maankäyttömuodolle.

5.3. Rakentamisen aiheuttama kaivutarve

Haitta-aineita tai rakennusjätettä sisältävälle alueelle rakennettaessa aiheutuu haitta-ainepitoisen maa-aineksen käsittelystä lisäkustannuksia, vaikka kohteessa ei olisikaan pitoisuuksien johdosta varsinaista kunnostustarvetta.

Alueen rakentamisen aiheuttama kaivutarve arvioidaan seuraavasti:

- Arvioidaan rakennusten rakentamisen aiheuttama kaivumäärä (kellarit, perustukset ym.) eri maankäyttömuodoissa
- Arvioidaan infrarakentamisen määrä ja sen aiheuttama kaivumäärä (pintamaan poisto piha- ja katualueilta, johtokaivannot ym.) eri maankäyttömuodoissa

Lähtöarvoina käytetään seuraavia oletuksia:

- Rakennusten kohdalla keskimääräiseksi kaivusyvydeksi on arvioitu 1 m (paaluperustukset, ei kellarit). Kaivumäärä on tällöin 1 m³/rakennuksen pinta-ala.
- Katujen ja pihojen kohdalla keskimääräiseksi kaivusyvydeksi on arvioitu 1 m (sisältää johtokaivannot).

- Pihojen ja katujen keskimääräiseksi pinta-alaksi on arvioitu 5 x rakennusten pinta-ala. Kaivumäärä on em. oletuksin 5 m³/rakennuksen pinta-ala.

Em. perusteilla saadaan rakentamisen aiheuttamiksi keskimääräisiksi kaivumääriksi 6 m³/rakennusten pinta-ala.

Ilman tarkempaa analyysiä on arvioitu rakennusten keskimääräiseksi osuudeksi 10 % alueen kokonaispinta-alasta, paitsi maankäyttömuodossa 0 (Nykytilanne), jossa lisärakentamista ei tule lainkaan (uudisrakennusten osuus 0 %). Maankäyttömuodoissa 1-4 rakentaminen aiheuttaa em. oletuksilla kaivumäärän 0,6 m³/m². Osa-alueiden pinta-alat ja em. perustein arvioidut rakentamisen aiheuttamat kokonaiskaivumäärät ovat seuraavat:

| <u>Osa-alue</u> | <u>Pinta-ala</u> | <u>Rak. aih. kaivu</u> |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| Osa-alue 1 Kaatopaikka | 60 600 m ² | 36 360 m ³ |
| Osa-alue 2 Saha-alue | 350 000 m ² | 210 000 m ³ |
| Osa-alue 3 Muu alue | 778 000 m ² | 466 800 m ³ |

Näiden oletusten mukaan alueiden kokonaispinta-alasta noin 60 % tulee rakennustoimenpiteiden piiriin ja 40 % on sellaista, jolle ei tule kaivua edellyttäviä rakennustoimenpiteitä. Kaupunkimaisessa rakentamisessa voi kaivutoimenpiteiden alaiseksi tulla suurempi osuus pinta-alasta ja vastaavasti harvaan rakennettavalla alueella pienempi osuus.

Massamäärätaulukot on esitetty liitteessä 4 osa-alueittain kullekin maankäyttömuodolle.

6. Kustannustekijät

6.1. Pilaantuneen maaperän kunnostuskustannukset

Pilaantuneen maaperän kunnostuskustannukset eri maankäyttömuodoissa ("Pima-kustannukset") muodostuvat kohteen käyttötarkoituksen mukaan määritettyjen tavoitepitoisuuksien (luku 4) mukaisesta pilaantuneen maaperän kunnostuksesta (massamäärät luku 5). Tässä luvussa esitetään perusteet pilaantuneen maaperän kunnostuksen yksikkökustannusten muodostumiselle. Arvioinnin perusteena on kunnostusmenetelmänä massanvaihto ja pilaantuneiden maiden sijoittaminen luvalliseen sijoituspaikkaan tai toimittaminen luvalliselle käsittelylaitokselle. Tässä ei arvioida mahdollisten muiden kunnostusmenetelmien käyttökelpoisuutta ja kustannuksia. Kaikki esitetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia.

Pilaantuneen maaperän kunnostuksen kustannukset voidaan jakaa seuraaviin osiin:

- Tutkimukset, suunnittelu ja luvittaminen, rakennuttaminen
- Työmaan kustannukset (kaivu ja käsittely, täyttö)
- Kunnostustyön valvonta (näytteenotto, analyysit, massojen ohjaaminen sijoituspaikkoihin)
- Pilaantuneiden maiden kuljetus
- Pilaantuneiden maiden vastaanottomaksut
- Kunnostustyön raportointi

Kokemusten perusteella pilaantuneen maaperän kunnostuksen kokonaiskustannus on yleensä tapauksesta riippuen välillä 100 – 150 €/m³. Lähes kaikissa tapauksissa kustannusten voidaan arvioida jäävän välille 25 – 250 €/m³.

Kustannusten muodostuminen ja jakautuminen riippuu mm. kohteen sijainnista, koosta ja ominaisuuksista, haitta-aineiden laadusta ja pitoisuuksista sekä kunnostuksen ajankohdasta. Karkeasti voidaan esittää tärkeimmistä kunnostuksen kustannustekijöistä seuraavaa:

- Työmaan kustannukset: 5 – 30 €/m³ (10 – 50 % kokonaiskustannuksista)
- Kuljetuskustannukset: 5 – 30 €/m³ (10 – 50 % kokonaiskustannuksista)
- Vastaanottomaksut: 0 – 160 €/m³ (0 – 80 % kokonaiskustannuksista)
- Valvonta ja raportointi: 10 – 20 €/m³ (10 – 40 % kokonaiskustannuksista)
- Tutkimukset, suunnittelu ym. 5 – 20 €/m³ (10 – 40 % kokonaiskustannuksista)

Tässä tarkastelussa on pilaantuneen maaperän kunnostuksen keskimääräisinä kustannuksina käytetty seuraavia:

- Työmaan kustannukset: 25 €/m³ (20 % kokonaiskustannuksista)
- Kuljetuskustannukset: 25 €/m³ (20 % kokonaiskustannuksista)
- Vastaanottomaksut: 50 €/m³ (40 % kokonaiskustannuksista)
- Valvonta ja raportointi: 15 €/m³ (10 % kokonaiskustannuksista)
- Tutkimukset, suunnittelu ym. 15 €/m³ (10 % kokonaiskustannuksista)
- Yhteensä 130 €/m³ (100 %)

6.2 Rakentamisen aiheuttama Pima-kustannus

Rakentamisen aiheuttamat lisäkustannukset muodostuvat rakentamisen johdosta kaivettujen haitta-ainepitoisten tai rakennusjätettä sisältävien maa-ainesten käsittelystä (valvonta, kuljetus ja vastaanotto). Tässä tarkastelussa arvioitiin kustannuksia aiheutuvan, jos jonkin maa-aineksen sisältämän haitta-aineen pitoisuus ylittää sille asetetun alemman ohjearvon tai mikäli maa-aines sisältää rakennusjätettä. Rakentamisesta aiheutuvia ylimääräisiä pima-kustannuksia syntyy siis alemman ohjearvon ja tavoitearvon välisiä pitoisuuksia sisältävistä maa-aineksista, koska tavoitearvot ylittävien maa-ainesten käsittelyn kustannukset on jo huomioitu kunnostuksen aiheuttamissa massamäärissä.

Rakentamisen aiheuttama Pima-kustannus arvioitiin seuraavasti:

- Arvioidaan haitta-ainepitoisten kaivumaiden (pitoisuudet yli alemman ohjearvon) ja rakennusjätettä sisältävien kaivumaiden osuudet rakentamisen aiheuttamista kokonaiskaivumääristä eri maankäyttömuodoissa (osuudet luvusta 5).
- Kaivumaiden haitta-aineista tai rakennusjätteestä aiheutuva lisäkustannus on kohdan 6.1 mukaisesti 100 €/m³, mikäli työmaan kustannukset ja osa kuljetuksista oletetaan rakentamiseen muutenkin kuuluviksi kuluiksi.

Rakentamisen aiheuttamaa Pima-kaivua on alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia ja rakennusjätettä sisältävän maan osuus kokonaismassamäärissä. Laskelmat on esitetty taulukoissa (liite 4) osa-alueittain ja maankäyttömuodoittain.

6.3. Pilaantuneista massoista aiheutuvat kustannukset

Haitta-ainepitoisista tai rakennusjätettä sisältävistä maa-aineksista aiheutuvat kokonaiskustannukset laskettiin laskemalla yhteen kunnostuksen tavoitepitoisuudet ylittävien pima-massojen kustannukset (luku 6.1) sekä rakentamisen aiheuttamat pima-kustannukset (luku 6.2.) yhteen. Laskelmissa huomioitiin se, että rakentamisen pima-kustannukset vähenevät tai poistuvat kokonaan, jos pilaantuneita tai rakennusjätettä sisältäviä massoja poistetaan kunnostuksen yhteydessä. Jos kunnostuksen tavoitepitoisuudet ovat alemmat ohjearvot tai tiukemmat tai jos kunnostuksen vaatimuksena on rakennusjätettä sisältävän maa-aineksen poisto, rakentamisesta aiheutuvia lisäkustannuksia ei pima-massojen osalta synny lainkaan.

Taulukossa 3 on esitetty pilaantuneista/haitta-ainepitoisista tai rakennusjätteitä sisältävistä maista aiheutuvat kokonaiskustannukset osa-alueittain eri maankäyttömuodoille. Taulukossa 4 on esitetty kustannukset myös neliöhintana, eli kokonaiskustannukset on jaettu osa-alueen pinta-alalla. Liitteessä 5 on esitetty kuvaajat kustannuksista osa-alueittain eri maankäyttömuodoilla.

Taulukko 3. Haitta-aineita tai rakennusjätettä sisältävistä maista aiheutuvat kustannukset osa-alueittain eri maankäyttömuodoilla. Kunnostuksen pima-massojen hinta on 130 €/m³ ja rakentamisesta aiheutuvien pima-massojen hinta on 100 €/m³.

| Kokonaiskustannukset | | MAANKÄYTTÖMUODOT | | | | M€ |
|-----------------------------|--------------------------|------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Osa-alue 1 | Kunnostuksen pima-massat | 0 | 0 | 0 | 220 584 | 220 584 |
| Kaatopaikka | Rakentamisen lisämssat | 0 | 33088 | 33088 | 0 | 0 |
| Kokonaiskustannukset | | 0,0 | 3,3 | 3,3 | 28,7 | 28,7 |
| Osa-alue 2 | Kunnostuksen pima-massat | 0 | 87500 | 87500 | 551250 | 551250 |
| Saha-alue | Rakentamisen lisämssat | 0 | 111300 | 111300 | 0 | 0 |
| Kokonaiskustannukset | | 0,0 | 22,5 | 22,5 | 71,7 | 71,7 |
| Osa-alue 3 | Kunnostuksen pima-massat | 0 | 280080 | 280080 | 886920 | 886920 |
| Muu teollisuusalue | Rakentamisen lisämssat | 0 | 121368 | 121368 | 0 | 0 |
| Kokonaiskustannukset | | 0,0 | 48,5 | 48,5 | 115,3 | 115,3 |

Taulukko 4. Haitta-aineita tai rakennusjätettä sisältävistä maista aiheutuvat kustannukset osa-alueittain neliometriä kohti eri maankäyttömuodoilla.

| Kustannus/m ² | MAANKÄYTTÖMUODOT | | | | €/m ² |
|--|------------------|------|------|-------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Osa-alue 1 / Kaatopaikka | 0,0 | 54,6 | 54,6 | 473,2 | 473,2 |
| Osa-alue 2 / Saha-alue | 0,0 | 64,3 | 64,3 | 204,8 | 204,8 |
| Osa-alue 3 / Muu teollisuusalue | 0,0 | 62,4 | 62,4 | 148,2 | 148,2 |
| Tonttihinta | 50 | 75 | 100 | 200 | 200 |

7. Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Tehdyn tarkastelun perusteella merkittävin kaatopaikka-alueella (osa-alue 1) kunnostuksen kustannuksiin vaikuttava tekijä on rakennusjätteen poistaminen. Tarkastelussa on lähdetty oletuksesta, että maankäyttömuodoilla 3 ja 4 alueelta poistetaan rakennusjäte kokonaan.

Saha-alueen (osa-alue 2) kunnostusta ja siitä syntyviä kustannuksia ohjaavat dioksiinien ja furaanien tavoitepitoisuudet. Kyseisten yhdisteiden pääasialliset altistusreitit ovat ravintokasvit ja maan nieleminen. Esimerkiksi asfaltoiduilla alueilla kyseiset reitit eivät ole oleellisia altistusreititejä. Näin ollen dioksiineille ja furaaneille voitaisiin mahdollisesti hyväksyä suuremmat tavoitepitoisuudet ja täten pienentää kunnostuskustannuksia.

Muulla teollisuusalueella (osa-alue 3) kunnostuksen hintaan vaikuttaa tehdyn tarkastelun perusteella pääasiallisesti rakennusjätteen määrä, kuten kaatopaikka-alueella.

Koska rakennus- ja muun jätteen määrä sekä pilaantuneen maaperän kunnostuksen tavoitepitoisuudet vaikuttavat voimakkaasti tuleviin kunnostuskustannuksiin, esitetään jatkotoimenpiteenä viranomaiskokousta, jossa keskusteltaisiin rakennusjätteen poistamiseen liittyvistä vaatimuksista ja kunnostuksen oletettavista tavoitepitoisuuksista etenkin epäorgaanisten haitta-aineiden osalta. Jos esimerkiksi asuinalueilla voidaan parkkialueille, liikennealueille ja mahdollisesti puistoalueille puhtaan täyttökerroksen alle jättää rakennusjätettä tai tässä tarkastelussa ehdotettuja tavoitepitoisuuksia korkeampia pitoisuuksia dioksiineja ja furaaneja, kunnostuskustannukset pienenevät merkittävästi.

Kun kunkin alueen tarkemmat suunnitelmat maankäyttömuotoineen ja rakentamistehokkuuksineen ovat selvillä, voidaan tehdä tarkennettu arvio rakentamisen aiheuttamista Pima-kustannuksista. Lisäksi voidaan eri vaihtoehtojen edullisuusvertailua päivittää tarkemmilla arvioilla oletettavista tonttihinnoista (€/m²) eri maankäyttömuodoilla.


Nyt toteutetussa tarkastelussa on tutkittu erittäin laajoja, useita kiinteistöjä kattavia osa-alueita (1-3), jotka on määritelty lähinnä käyttöhistorian sekä pilaantumatyypin perusteella. Kun suunnitelmat alueen maankäytöstä tarkentuvat, voidaan Pima-rakennettavuustarkastelu ulottaa kiinteistö-/korttelitasolle. Tällöin on mahdollista hahmottaa, miten erilaisten toimintojen sijoittelu kiinteistön/korttelin sisällä vaikuttaa ennusteeseen syntyvistä kunnostuskustannuksista. Tämä tarkastelu esitetään tehtäväksi riittävän aikaisessa vaiheessa, jotta sen tuloksia voidaan hyödyntää suunnittelussa.

Maaperän pilaantuneisuuskartan (liite 3) perusteella voidaan arvioida haitta-aineita sisältävän maaperän sijaintia alueella. Kartasta voidaan kuitenkin todeta, että monilla alueilla näytepisteiden väli on suuri eikä maaperän pilaantuneisuuden laajuutta ja tarkkaa sijaintia voida tämänhetkisen tiedon perusteella arvioida koko alueella. Näin ollen myös Pima-kustannusten arviointi tässä esitetyllä tavalla on suuntaa-antava eikä sen perusteella voida tehdä kiinteistökohtaista pilaantuneisuuden tai Pima-kustannusten arviointia. Kiinteistökohtaisten pilaantuneisuuden ja kunnostustarpeen sekä Pima-kustannusten arviointien tekeminen edellyttää tarkempia pilaantuneisuustutkimuksia suurella osalla tarkasteltua aluetta.

Tämän selvityksen tarkoituksena oli tuoda esille maankäytön vaikutuksia Pima-kustannuksiin kaavoituksen pohjaksi. Tässä Pima-rakennettavuuden tarkastelussa ei ole tehty riskinarviointia siinä laajuudessa kuin maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi asetuksen Vna 214/2007 mukaan tulee tehdä. Tämän tarkastelun pohjalta ei näin ollen voida suoraan suunnitella

pilaantuneen maaperän kunnostusta tai tehdä ilmoitusta pilaantuneen maaperän puhdistamisesta. Ennen pilaantuneen maaperän kunnostuksen suunnittelua ja luvitusta tulee tehdä asetuksen Vna 214/2007 edellyttämä valitun maankäyttömuodon mukainen arviointi.

Helsinki, 16.6.2010



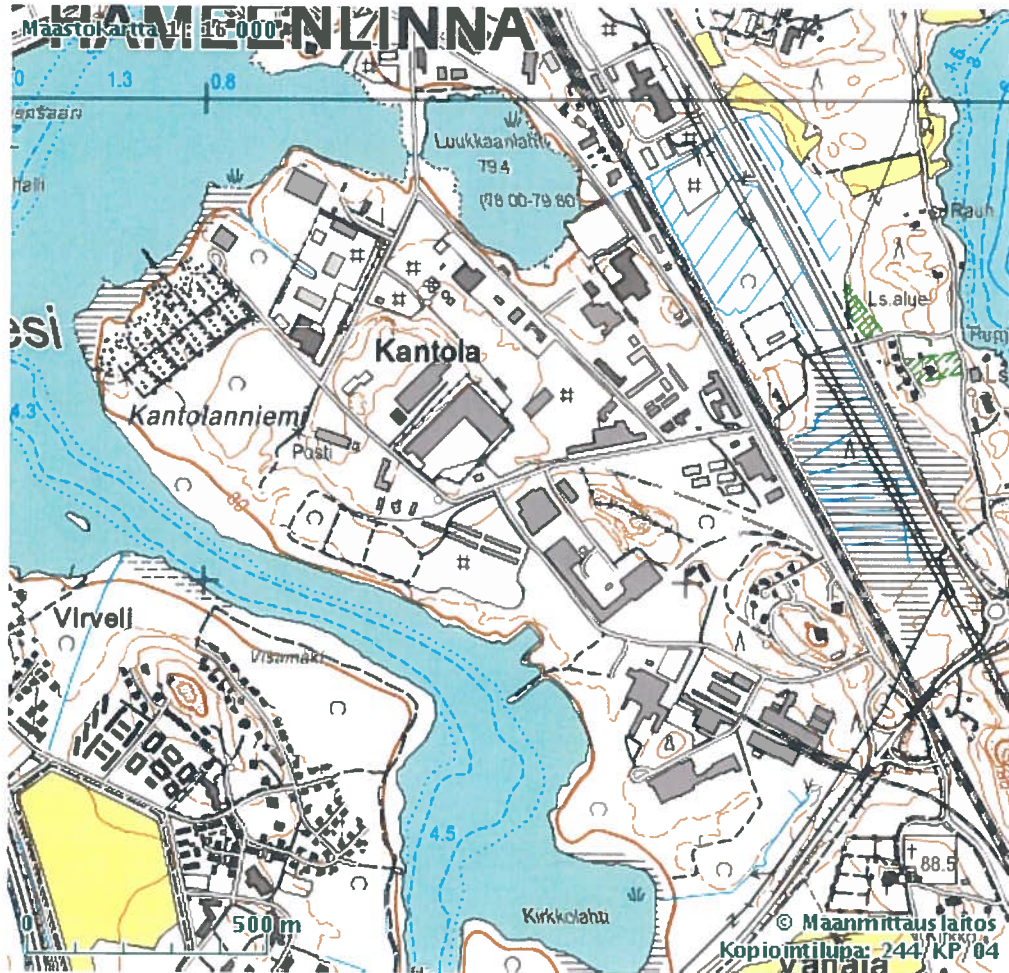
Sonja Sumi



Pekka Lindroos


QA: PLi

Liite 1. Kohteen sijaintikartta



© Maanmittauslaitos 244/KP/04

MERKKIEN SELITYS

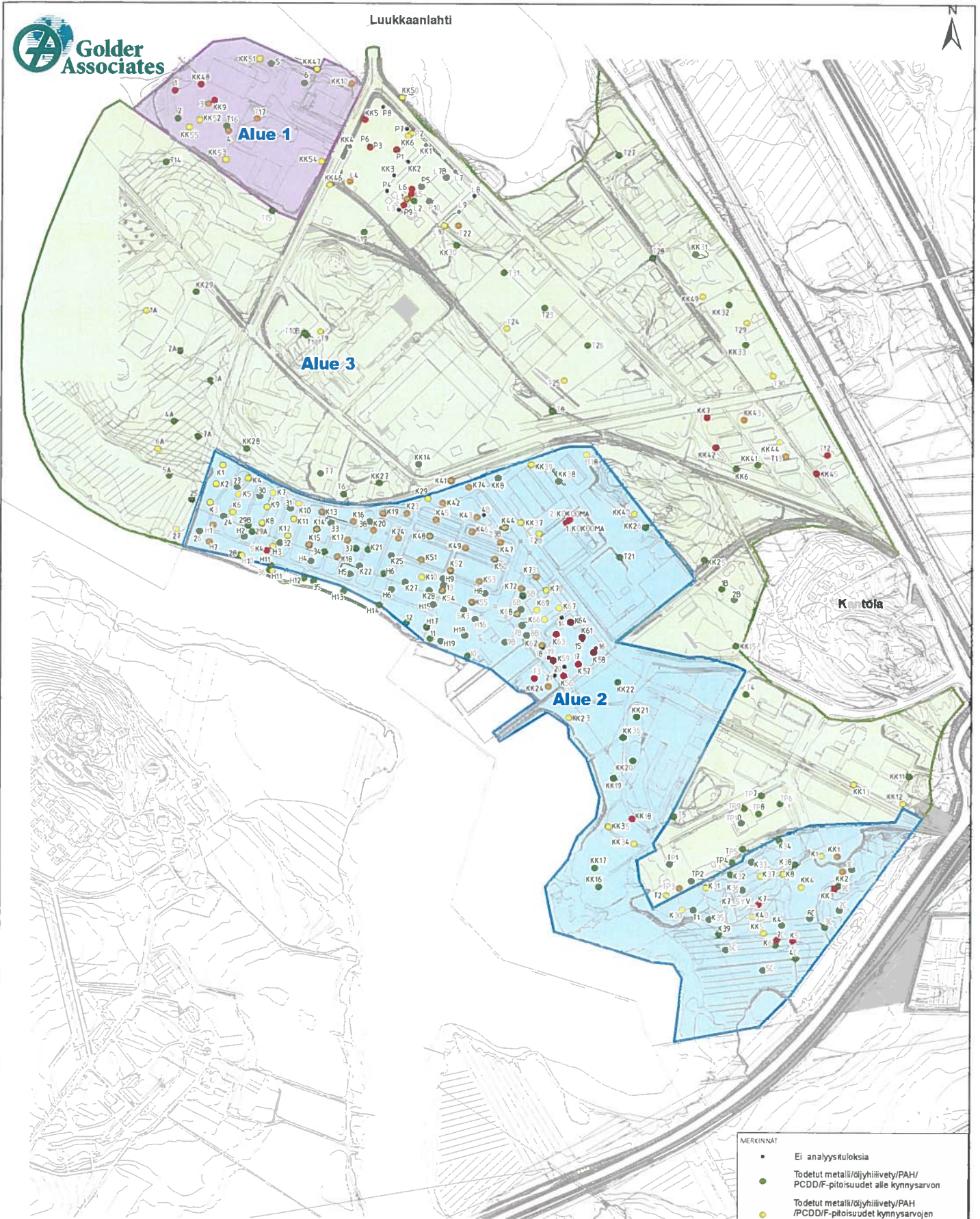
| | | | | |
|---|--|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Kohde: Hämeenlinna Kantolan teollisuusalue | | PROJEKTI NUMERO 08502120748 | ASIAKKAAN PRO. NRO | PIIR. NRO 1 |
|  | PROJEKTI HAM Hämeenlinna Kantolan teollisuusalue | SISÄLTÖ Sijaintikartta | | SUHDE 1:16 000 |
| | SUUNNITTELIJA MVI | PIIRTAJA MVI | ASIAKIRJA Tutkimusraportti | ARKKIKOKO A4 |
| RUOSILANKUJA 3E, 00390 HELSINKI, FINLAND TEL. 09-5617 210 FAX. 09-5617 2120 | | TARKASTAJA JRA | PVM 1.10.2009 | |

Liite 2. Osa-aluejako sekä tutkimuspisteiden sijaintikartta

Osa-aluejako ja tutkimuspisteiden sijainti



Luukkaanlahti



- MERKINNÄT**
- Ei analyysituloksia
 - Todetut metalli/öljyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet alle kynnyksarvon
 - Todetut metalli/öljyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet kynnyksarvojen ja alempien ohjearvojen välissä.
 - Todetut metalli/öljyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet alempien ja ylempien ohjearvojen välissä.
 - Todetut metalli/öljyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet yli ylempien ohjearvojen

0 50 100 200 300 400 M

PROJEKTI: HAM Hämeenlinna-Kartolanriemen teollisuusalue
 ASIAKIRJA: PIMA-rakennettavuuden tarkastelu
 PVM: 10.8.2010
 TEKIJÄ: JHE
 TIEDOSTONIMI: 08502120748_PIMART.mxd

SUUNN: SSJ
 TARKAST: KBR
 PIIRI: NRO 2
 ARKKI: A2
 SUHDE: 1:4 000

Liite 3. Maaperän pilaantuneisuustaulukot ja -kartta

**Kaatopaikka-
alue**

Näytepisteitä yhteensä 17 kpl

| Haitta-aine | Näytepisteet yhteensä | Tavoitearvot ylittävien näytepisteiden määrä | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------|--|-----|---|-----|----|------|----|------|----|------|
| | | 1 | % | 2 | % | 3 | % | 4 | % | AO | % |
| Öljyt | 12 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 2 | 17 % | 2 | 17 % | 2 | 17 % |
| PAH | 5 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 2 | 40 % |
| Metallit (pinta) | 17 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 1 | 6 % | 1 | 6 % | 3 | 18 % |
| Metallit (pohja) | 17 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 5 | 29 % |
| PCDD/F | 0 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Rakennusjäte | 11 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 10 | 91 % | 10 | 91 % | 10 | 91 % |

Saha-alue

Näytepisteitä yhteensä 174 kpl

| Haitta-aine | Näytepisteet yhteensä | Tavoitearvot ylittävien näytepisteiden määrä | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------|--|------|---|------|----|------|----|------|----|------|
| | | 1 | % | 2 | % | 3 | % | 4 | % | AO | % |
| Öljyt | 23 | 1 | 4 % | 1 | 4 % | 2 | 9 % | 2 | 9 % | 2 | 9 % |
| PAH | 6 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % |
| Metallit (pinta) | 139 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 7 | 5 % | 8 | 6 % | 8 | 6 % |
| Metallit (pohja) | 41 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 1 | 2 % | 1 | 2 % | 1 | 2 % |
| PCDD/F | 83 | 8 | 10 % | 8 | 10 % | 46 | 55 % | 46 | 55 % | 46 | 55 % |
| Rakennusjäte | 27 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 17 | 63 % | 17 | 63 % | 17 | 63 % |

Muu alue

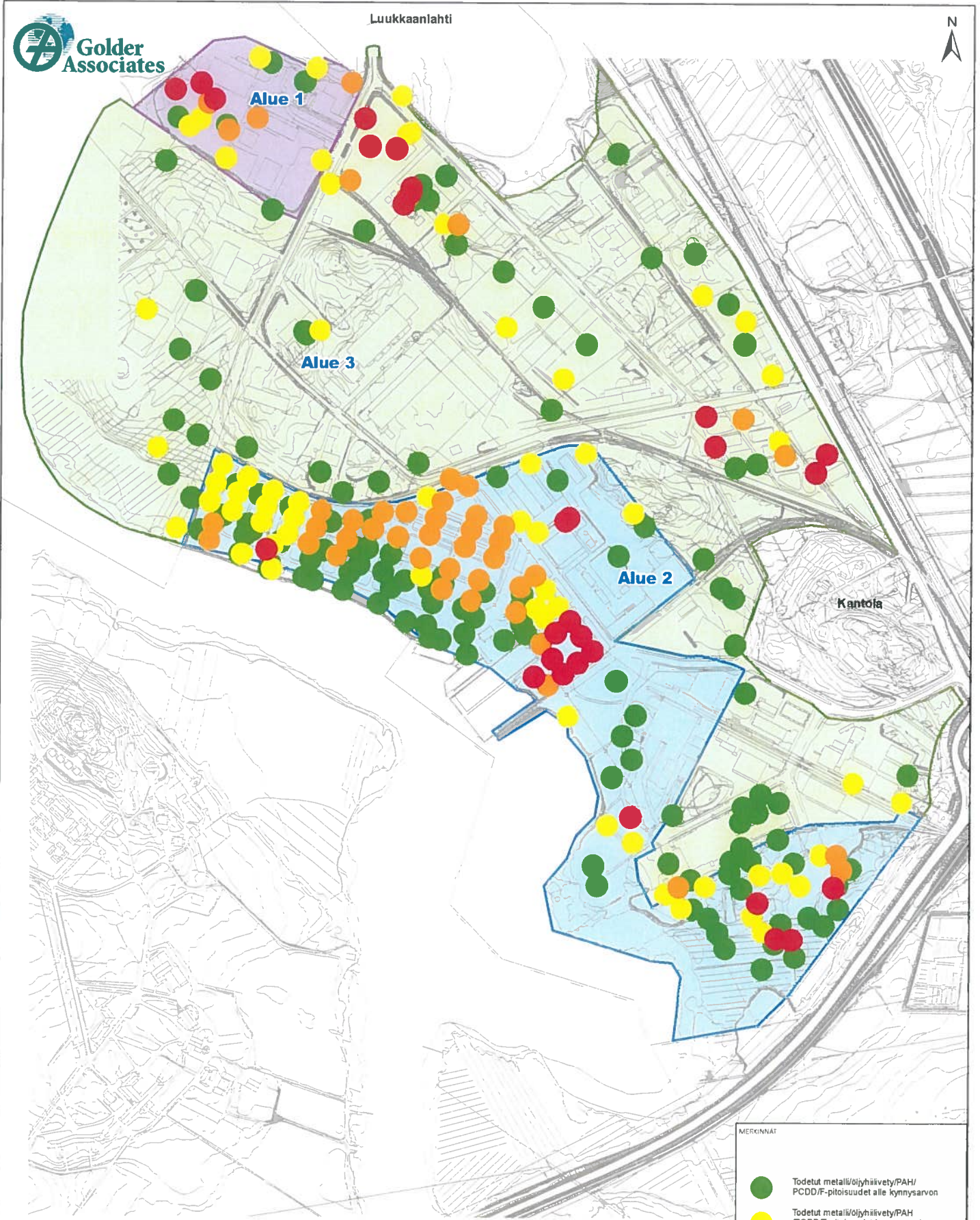
Näytepisteitä yhteensä 95 kpl

| Haitta-aine | Näytepisteet yhteensä | Tavoitearvot ylittävien näytepisteiden määrä | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------|--|------|---|------|----|------|----|------|----|------|
| | | 1 | % | 2 | % | 3 | % | 4 | % | AO | % |
| Öljyt | 49 | 6 | 12 % | 6 | 12 % | 10 | 20 % | 10 | 20 % | 11 | 22 % |
| PAH | 8 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % |
| Metallit (pinta) | 49 | 0 | 0 % | 1 | 2 % | 9 | 18 % | 9 | 18 % | 7 | 14 % |
| Metallit (pohja) | 34 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 7 | 21 % |
| PCDD/F | 4 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 0 | 0 % |
| Rakennusjäte | 73 | 0 | 0 % | 0 | 0 % | 28 | 38 % | 28 | 38 % | 28 | 38 % |

Maaperän pilaantuneisuus alueina



Luukkaanlahti



MERKINNÄT

- Todetut metalli/ölyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet alle kynnsarvon
- Todetut metalli/ölyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet kynnsarvojen ja alempien ohjearvojen välissä.
- Todetut metalli/ölyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet alempien ja ylempien ohjearvojen välissä.
- Todetut metalli/ölyhiivety/PAH/PCDD/F-pitoisuudet yli ylempään ohjearvon

0 50 100 200 300 400 M

PROJEKTI: HAM Hämeenlinna Kantolanniemen teollisuusalue
 ASIAKIRJA: PIMA-rakennettavuuden tarkastelu
 PVM: 10.6.2010
 TEKIJÄ: JHE
 TIEDOSTONIMI: 08502120748_PIMART.mxd

SUUN: SŠU
 TARKAST: KBR
 PIIR: NRO 3
 ARKKI: A2
 SUHDE: 1:4 000

Liite 4. Massamäärätaulukot

Taulukko 1. Osa-alueiden kokonaismassamäärät

| | Kaatopaikka Osa-alue 1 | Saha-alue Osa-alue 2 | Muu teollisuusalue Osa-alue 3 |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Pinta-ala, m ² | 60 600 | 350 000 | 778 000 |
| Paksuus, m | 4,0 | 2,5 | 3,0 |
| Kokonaismassamäärä, m ³ | 242 400 | 875 000 | 2 334 000 |

Taulukko 2. Tavoitepitoisuudet ylittävien massojen määrät osa-alueittain eri maankäyttömuodoilla.

| | | MAANKÄYTTÖMUOTO: KUNNOSTETTAVAT MASSAT | | | | | Alempi OA/ rakennusjäte |
|--|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Osa-alue 1 Kaatopaikka | Osuus näytteistä, joissa pitoisuus ylittää tavoitepit. | 0 % | 0 % | 0 % | 91 % | 91 % | 91 % |
| | Massamäärät | 0 | 0 | 0 | 220 584 | 220 584 | 220 584 |
| Osa-alue 2 Saha-alue | Osuus näytteistä, joissa pitoisuus ylittää tavoitepit. | 0 % | 10 % | 10 % | 63 % | 63 % | 63 % |
| | Massamäärät | 0 | 87 500 | 87 500 | 551 250 | 551 250 | 551 250 |
| Osa-alue 3 Muu teollisuusalue | Osuus näytteistä, joissa pitoisuus ylittää tavoitepit. | 0 % | 12 % | 12 % | 38 % | 38 % | 38 % |
| | Massamäärät | 0 | 280 080 | 280 080 | 886 920 | 886 920 | 886 920 |

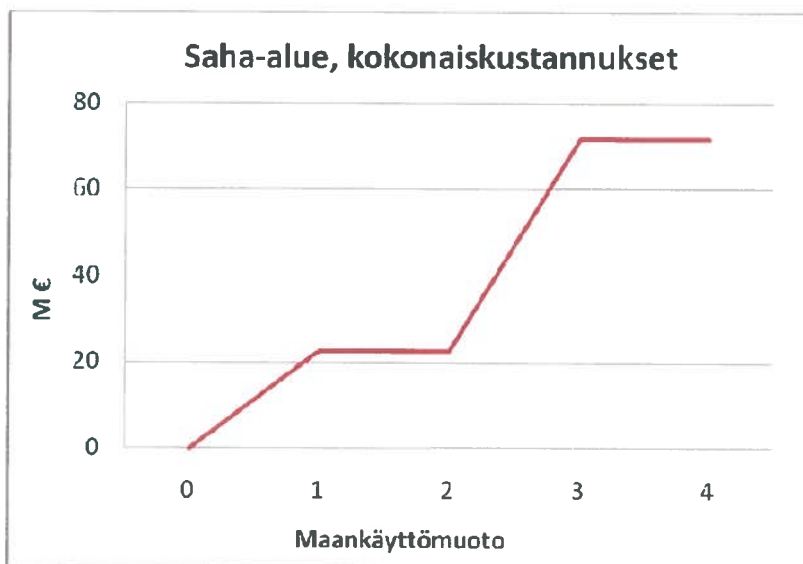
Taulukko 3. Rakentamisesta aiheutuvien lisämassojen määrät osa-alueittain eri maankäyttömuodoilla.

| | | Tavoitepitoisuudet/maankäyttömuoto | | | | |
|--|---|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Osa-alue 1 Kaatopaikka | Alemman OA:n ylittävien ja rakennusjätteen osuus | 91 % | 91 % | 91 % | 91 % | 91 % |
| | Tavoitepitoisuudet ylittävien osuus | 0 % | 0 % | 0 % | 91 % | 91 % |
| | Rakentamisen aiheuttama kaivumäärä m ³ /m ² | 0 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | Rakentamisen aiheuttama kaivumäärä m ³ | 0 | 33 088 | 33 088 | 33 088 | 33 088 |
| | Tavoitepitoisuudet ylittävien osuus, m ³ | 0 | 0 | 0 | 33 088 | 33 088 |
| | Rakentamisesta aiheutuva lisämassamäärä | 0 | 33088 | 33088 | 0 | 0 |
| Osa-alue 2 Saha-alue | Alemman OA:n ylittävien ja rakennusjätteen osuus | 63 % | 63 % | 63 % | 63 % | 63 % |
| | Tavoitepitoisuudet ylittävien osuus | 0 % | 10 % | 10 % | 63 % | 63 % |
| | Rakentamisen aiheuttama kaivumäärä m ³ /m ² | 0 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | Rakentamisen aiheuttama kaivumäärä m ³ | 0 | 132 300 | 132 300 | 132 300 | 132 300 |
| | Tavoitepitoisuudet ylittävien osuus, m ³ | 0 | 21 000 | 21 000 | 132 300 | 132 300 |
| | Rakentamisesta aiheutuva lisämassamäärä | 0 | 111300 | 111300 | 0 | 0 |
| Osa-alue 3 Muu teollisuusalue | Alemman OA:n ylittävien ja rakennusjätteen osuus | 38 % | 38 % | 38 % | 38 % | 38 % |
| | Tavoitepitoisuudet ylittävien osuus | 0 % | 12 % | 12 % | 38 % | 38 % |
| | Rakentamisen aiheuttama kaivumäärä m ³ /m ² | 0 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | Rakentamisen aiheuttama kaivumäärä m ³ | 0 | 177 384 | 177 384 | 177 384 | 177 384 |
| | Tavoitepitoisuudet ylittävien osuus, m ³ | 0 | 56 016 | 56 016 | 177 384 | 177 384 |
| | Rakentamisesta aiheutuva lisämassamäärä | 0 | 121368 | 121368 | 0 | 0 |

Liite 5.
Kustannusten kuvaajat osa-alueittain eri maankäyt-
tömuodoilla



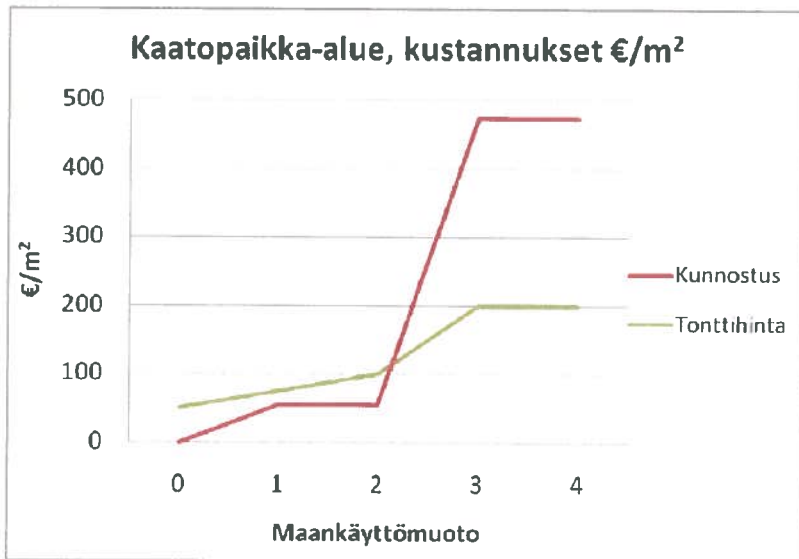
Kuva 1. Pima-massojen aiheuttamat kokonaiskustannukset kaatopaikka-alueella eri maankäyttömuodoilla.



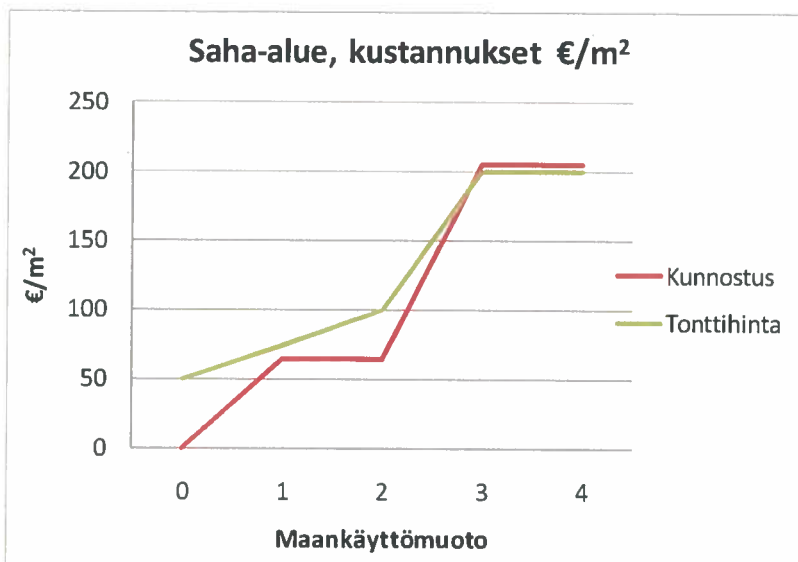
Kuva 2. Pima-massojen aiheuttamat kokonaiskustannukset saha-alueella eri maankäyttömuodoilla.



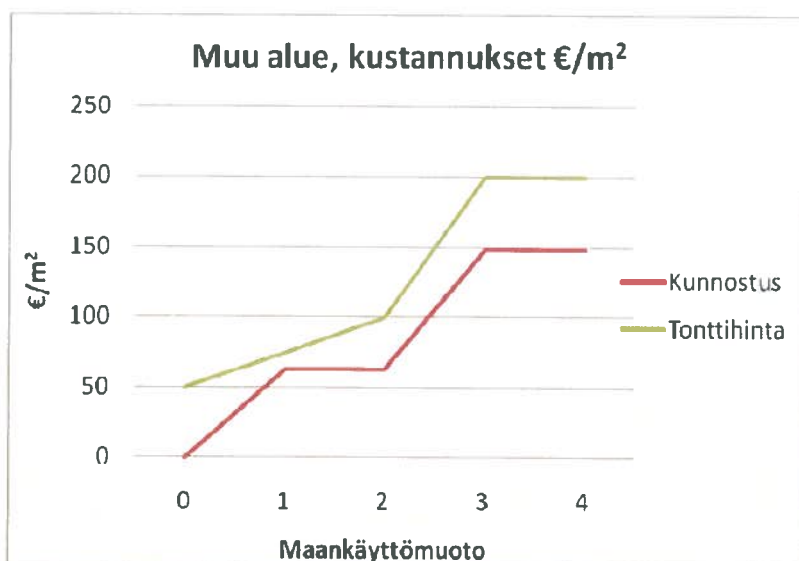
Kuva 3. Pima-massojen aiheuttamat kokonaiskustannukset muulla teollisuusalueella eri maankäyttömuodoilla.



Kuva 4. Pima-massojen aiheuttamat kustannukset kaatopaikka-alueella neliometriä kohden sekä alueen arvioitu tonttihinna eri maankäyttömuodoilla.



Kuva 5. Pima-massojen aiheuttamat kustannukset saha-alueella neliometriä kohden sekä alueen arvioitu tonttihinna eri maankäyttömuodoilla.



Kuva 6. Pima-massojen aiheuttamat kustannukset muulla teollisuusalueella neliometriä kohden sekä arvioitu tonttihinna eri maankäyttömuodoilla.