

Vastaanottaja  
**Tampereen kaupunki**

Asiakirjatyyppi  
**Tutkimusraportti**

Päivämäärä  
**2.12.2010**

# RANTA-TAMPELLAN SOUK- KAPUISTO MAAPERÄN HAITTA- AINETUTKIMUS



**RANTA-TAMPELLAN SOUKKAPUISTO  
MAAPERÄN HAITTA-AINETUTKIMUS**

Tarkastus **30.11.2010**  
Päivämäärä **2.12.2010**  
Laatija **Laura Pyykkö, Jenni Haapaniemi**  
Tarkastaja **Tomi Pulkkinen**  
Hyväksyjä **Juha Jaakola (1.12.2010)**

Viite **82131078**

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Tutkimuskohde</b>	<b>1</b>
2.1	Sijainti	1
2.2	Rajaukset ja koko	1
2.3	Omistus ja kaavatilanne	1
2.4	Toimintahistoria ja nykyiset rakenteet ja nykyinen käyttö	1
2.5	Naapurusto	2
2.6	Pohjasuhteet	2
2.7	Pinta- ja pohjavedet	2
2.8	Aikaisemmat tutkimukset	3
<b>3.</b>	<b>Tutkimuksen suoritus</b>	<b>3</b>
3.1	Näytteenotto	3
3.2	Kenttämittaukset	3
3.3	Kemialliset laboratorioanalyysit	3
<b>4.</b>	<b>Tulokset ja niiden tulkinta</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>Pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi</b>	<b>4</b>
5.1	Riskinarvioinnin tavoitteet ja rajaukset	4
5.2	Ohjearvojen soveltuvuus arviointiin	5
5.3	Kriittiset haitta-aineet	5
5.4	Kulkeutumisriskit	6
5.4.1	Arvioinnin lähtökohdat	6
5.4.2	Kulkeutuminen pohjaveteen	6
5.4.3	Kulkeutuminen Näsijärveen	6
5.4.4	Kulkeutuminen ulkoilmaan	6
5.4.5	Kulkeutuminen sisäilmaan	6
5.4.6	Kulkeutuminen kasveihin	7
5.4.7	Kulkeutuminen vesijohtoveteen	7
5.4.8	Kulkeutuminen maansiirtotöiden yhteydessä	7
5.5	Terveysriskit	7
5.5.1	Ruuansulatuksen kautta altistuminen	7
5.5.2	Hengitysilman kautta altistuminen	8
5.5.3	Ihokosketuksen kautta altistuminen	8
5.5.4	Yhteenveto terveysriskeistä ja kunnostustarve	8
5.6	Ekologiset riskit	8
5.7	Arvio kunnostettavista alueista	9
5.8	Epävarmuustarkastelu	9
5.8.1	Kohteesta aiheutuvat epävarmuudet	9
5.8.2	Näytteenotosta aiheutuvat epävarmuudet	9
5.8.3	Näytteiden käsittelyn epävarmuudet ja kenttämittausten luotettavuus	9
5.8.4	Laboratorioanalyysien luotettavuus	10
5.8.5	Riskinarviointimenetelmien epävarmuudet	10
<b>6.</b>	<b>Johtopäätökset</b>	<b>11</b>

## LIITTEET

Liite 1	Valokuvia tutkimuskohteesta
Liite 2	Pohjavesiputkikortti
Liite 2	Maanäytteiden yhteenvetotaulukko
Liite 3	Laboratorion analyysitodistukset (maanäytteet)
Liite 4	Laboratorion analyysitodistus (vesinäyte)
Liite 5	Haitta-aineiden ominaisuudet
Liite 6	Haitta-aineiden kulkeutumisen käsitteellinen malli
Liite 7	Haitta-aineiden kulkeutuminen ulkoilmaan
Liite 8	Haitta-aineiden kulkeutuminen sisäilmaan
Liite 9	Altistuslaskenta, maan syöti

## PIIRUSTUKSET

83131078-001	Sijaintikartta	1:20 000
83131078-002	Tutkimuspisteet ja arvio pilaantuneisuudesta	1:500

## 1. JOHDANTO

Soukkapuiston alue on lähes kokonaisuudessaan täytetty Näsijärveen. Vesialue on ollut nimeltään Soukkalahti. Täyttötöy on tehty pääasiassa vuosien 1971 ja 1977 välillä. Soukkapuiston aluetta rajaa etelässä ja idässä Soukanlahdenkatu, pohjoisessa nelikaistainen Kekkosen tie (Vt 12) ja lännessä Tampellan Esplanadi. Alue on tällä hetkellä kaupungin omistama puisto, jossa on nurmialuetta, lampi, hiekkakenttä ja leikkipuisto.

Tulevaisuudessa Soukkapuiston alueelle on suunniteltu rakennettavaksi päiväkotia leikkikenttineen. Maankäytön muutos edellyttää maaperän pilaantuneisuuden arviointia.

Alueen pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen selvittämiseksi Tampereen kaupunki on tilannut Ramboll Finland Oy:ltä arvion alueen pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta. Pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi perustuu kohteessa tehtyihin haitta-ainetutkimuksiin. Tilaajan edustajana on toiminut Juha Jaakola. Ramboll Finland Oy:ssä työstä on vastannut projektipäällikkönä M. Sc. Tomi Pulkkinen ja suunnittelijoina DI Jenni Haapaniemi ja ins. AMK Laura Pyykkö. Haitta-ainetutkimukset on tehty yhteistyössä Tampereen kaupungin kanssa; maanäytteet otti Martti Orpana Tampereen kaupungilta.

## 2. TUTKIMUSKOHDDE

### 2.1 Sijainti

Tutkimuskohde sijaitsee Tampereen Tampellan IX kaupunginosassa, Tampellan Esplanadin, Kekkosen tien ja Soukanlahdenkadun välisellä alueella. Kohde sijoittuu Tampereen kaupunginosaan IX, alueelle 109P. Kohteen sijainti on esitetty piirustuksessa 82131078-001.

Kohteen sijaintikoordinaatit ovat N: 22114.524 ja E: 87781.682 (Tampereen koordinaattijärjestelmä) ja N: 6822113.178 ja E: 2487781.33 (KKJ 2. kaista).

### 2.2 Rajaukset ja koko

Kohde rajautuu etelässä ja idässä Soukanlahdenkatuun, pohjoisessa Kekkosen tien ja lännessä Tampellan Esplanadiin. Tutkimukset kohdistettiin puiston eteläpuoliselle alueelle, johon on suunniteltu yleissuunnitelmavaihtoehdon mukaan päiväkodin ja leikkikentän rakentamista.

Tutkimusalueen rajausta on esitetty piirustuksessa 82131078-002.

Soukkapuisto on kooltaan noin 1,9 hehtaaria. Tutkittu alue on kooltaan noin 4 000 m<sup>2</sup>.

### 2.3 Omistus ja kaavatilanne

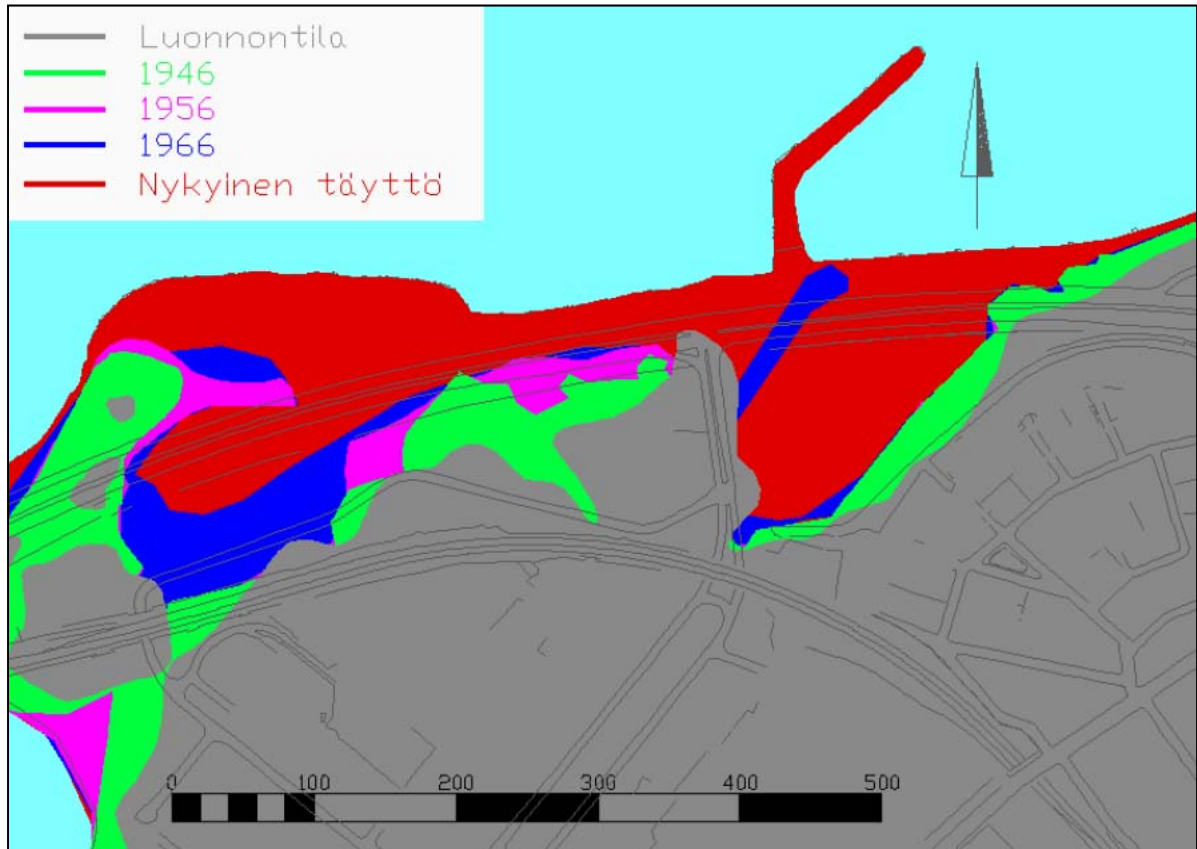
Alueen omistaa Tampereen kaupunki.

Alue on merkitty asemakaavassa puistoalueeksi.

### 2.4 Toimintahistoria ja nykyiset rakenteet ja nykyinen käyttö

Soukkapuiston alue on muodostunut Näsijärven Soukkalahteen ajetuista täyttömassoista. Alue on luonnostaan ollut vesialuetta. Alueen eteläosassa on ollut ennen täyttöjä uimaranta. Täyttötöy aloitettiin Kekkosen tien rakentamisen yhteydessä. Täyttötöy on tehty pääasiassa vuosien

1971 ja 1977 välisenä aikana. Kuvassa 1 on esitetty vanhojen ilmakuvien ja karttojen perusteella arvioitu täyttöjen eteneminen alueella. Kuvassa harmaalla on esitetty alkuperäinen, luonnontilainen alue. Punaisella on esitetty täyttöalueen rajat nykytilassa. Soukkapuiston alue on täytetty pääosin 1960 luvulla tai sen jälkeen.



**Kuva 1.** Täyttöjen eteneminen Soukkapuiston alueella. Soukkapuisto sijaitsee aallonmurtajan eteläpuolella.

Valokuvia sekä vanhoja ilmakuvia kohteesta on esitetty liitteessä 1.

Alueen ympäristössä (Ranta-Tampella) täyttömassojen on todettu koostuvan maa-aineksen lisäksi tuhkasta, kuonasta ja rakennusjätteestä.

Tällä hetkellä alue on kaupungin omistama puistoalue, jolla sijaitsee mm. leikkikenttä ja lampi.

## 2.5 Naapurusto

Soukkapuiston itä- ja kaakkoispuolella on Soukanlahdenkadulla kerrostaloasuntoja.

## 2.6 Pohjasuhteet

Alueen maanpinta on noin +97,5...+98,5 metrin korkeudessa merenpinnasta (Tampereen kaupungin korkeusjärjestelmä).

Tutkimusalueen maa-aines on täyttöä, täyttömaakerroksen paksuus on noin 4 – 9 metriä. Täyttömaalajit tutkimusalueella ovat hiekka, siltti ja sora.

Tutkimuksissa kallion pinta on todettu noin 4...9 metrin syvyydellä maanpinnasta.

## 2.7 Pinta- ja pohjavedet

Kohde ei sijaitse vedenhankinnan kannalta merkittäväksi luokitellulla pohjavesialueella. Kohteen ympäristö on kunnallisen vesihuollon piirissä, eikä lähialueella tiettävästi ole pohjaveden talouskäyttöä. Lähin luokiteltu pohjavesialue (Epilänharju-Villilä, I-lk) sijaitsee kohteesta noin 3 km länteen.

Alueen pohjavesi sijaitsee noin 2,5 metrin syvyydellä maanpinnasta (tasolla +95 m, Tampereen kaupungin korkeusjärjestelmä). Veden pinta seuraa Näsijärven pinnan tasoa.

Alueelle on asennettu vuonna 2009 pohjavesiputkia, joiden siiviläosat sijaitsevat kalliossa. Tässä tutkimuksessa ei tutkittu kalliopohjavettä.

Kohteen kuivatusjärjestelmät purkavat alueen hulevedet Näsijärveen.

## 2.8 Aikaisemmat tutkimukset

Alueella ei tiettävästi ole tehty aiemmin maaperätutkimuksia.

Alueen kalliopohjavettä on tutkittu Rantaväylän tunnelihankkeen yhteydessä vuonna 2009.

## 3. TUTKIMUKSEN SUORITUS

### 3.1 Näytteenotto

Maaperänäytteenotto tehtiin 25. - 27.8.2010 sekä 30.8.2010 kierrekairalla. Näytteenotto toteutettiin Tampereen kaupungin Maastotieto- ja geotekniikkapalvelun toimesta. Näytteenottajana toimi Matti Orpana Tampereen kaupungilta. Näytteet otettiin Ramboll Finland Oy:n laatiman tutkimusohjelman mukaisesti.

Kairauksia tehtiin yhteensä 7 kappaletta (KP1...KP7) ja ne ulottuivat 2,8...8 m syvyyteen maanpinnasta. Maanäytteet otettiin kaasutiiviisiin pusseihin, jotka suljettiin tiiviisti. Kairauspisteiden sijainnit mitattiin differentiaalikorjaimella varustetulla GPS-laitteella.

Tämän lisäksi 1.10.2010 asennettiin pohjavesiputki (PVP-S1) n. 8 m syvyyteen ja asennuksen yhteydessä myös tästä pisteestä otettiin maanäytteet 5 m syvyyteen asti. Pohjavesiputkikortti on liitteenä 2.

Maanäytteitä otettiin yhteensä 48 kappaletta, jokaisesta näytepisteestä 4...8 näytettä. Pintamaasta (noin 1 m) näytteitä otettiin noin 0,5 m paksuisesta kerroksesta, syvemmistä maakerroksista noin 1 m paksuisista kerroksista.

Pohjavesinäyte otettiin 11.10.2010 hidasvirtaustekniikalla (LowFlow). Pohjavesinäytteet otettiin laboratorion toimittamiin näyteastioihin.

Kaikkien näytepisteiden sijainnit on esitetty piirustuksessa 82131078-002.

### 3.2 Kenttämittaukset

Kaikkien maanäytteiden (48 kappaletta) metalli- ja puolimetallipitoisuudet määritettiin Niton - röntgenfluoresenssianalyysaattorilla. Näytteistä tehtiin 3 rinnakkaista mittausta ja tulokset on ilmoitettu kolmen mittauksen keskiarvoina. Rinnakkaismittaukset tehtiin eri puolilta näytepussia.

Aistinvaraisten havaintojen perusteella 10 maanäytteestä tutkittiin kokonaishiilivetypitoisuus fotometriaan perustuvalla PetroFlag-kenttämittarilla.

Maanäytteiden kenttämittaustulokset on esitetty yhteenvedotaulukossa liitteessä 3.

### 3.3 Kemiaalliset laboratorioanalyysit

Kaikki kemialliset laboratorioanalyysit tehtiin Ramboll Analytics Oy:n laboratoriossa Lahdessa. Näytteet valittiin laboratorioanalyysiin kenttämittausten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella. Laboratoriossa tutkittiin metallit ja puolimetallit 4 maanäytteestä, öljyhiilivedyt 5 maanäytteestä ja PAH-yhdisteet 3 maanäytteestä sekä metallit, PAH-yhdisteet ja öljyhiilivedyt pohjavesinäytteestä.

Maanäytteiden laboratoriotulokset on esitetty yhteenvedotaulukossa liitteessä 3. Maanäytteiden laboratorion analyysitodistukset ovat liitteenä 4. Pohjavesinäytteen laboratorion analyysitodistus on liitteenä 5.

## 4. TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

Maaperän pilaantuneisuutta arvioidaan Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaisesti. Arvioinnin apuna käytetään asetuksen mukaisia kynnysarvoja sekä alempia ja ylempiä ohjearvoja. Yleisesti maaperää pidetään pilaantuneena alempien ohjearvojen ylittyessä, paitsi epäherkillä alueilla, kuten teollisuus-, varasto- ja liikennealueilla, joilla pilaantuneisuuden rajana käytetään ylempää ohjearvoa. Kynnysarvoa pidetään pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointikynnyksenä.

Kaikki kenttämittausten ja laboratorioanalyysien tulokset on esitetty yhteenvedotaulukossa, liitteessä 3. Taulukossa on esitetty myös tutkittujen haitta-aineiden kynnys- ja ohjearvot.

Kenttämittauksissa useissa pisteissä havaittiin kohonnut hiilivetypitoisuus. Laboratorioanalyysissä kynnysarvoja ylittäviä öljyhiilivetypitoisuuksia ei kuitenkaan todettu. Yleensä kenttämittauksin saadaan todellista korkeampia tuloksia, sillä kenttämittaus tunnistaa öljyhiilivetyjen lisäksi myös luonnollisia hiilivetyjä, kuten humusyhdisteitä. Myös PAH-yhdisteiden esiintyminen maaperässä saattaa vaikuttaa kenttämittauksen tulosta kohottavasti. Laboratoriovarmistusten perusteella maaperän öljyhiilivetypitoisuudet eivät ylitä kynnysarvoja.

Kenttämittausten perusteella epäiltiin pisteistä KP6 sekä PVP-S1 otetuissa maanäytteissä PAH-yhdisteitä. Laboratorioanalyysissä pisteestä KP6 otetussa näytteessä ei todettu kynnysarvoa ylittävää määrää PAH-yhdisteitä. Pisteestä PVP-S1 otetussa näytteessä PAH-yhdisteiden alempi ohjearvo ylittyi. Yksittäisistä PAH-yhdisteistä fenantreenin ja fluoranteenin pitoisuudet ylittivät alemman ohjearvon ja antraseenin, bentso(a)antraseenin ja bentso(a)pyreenin pitoisuudet ylittivät kynnysarvon. Lisäksi pisteessä KP3 ylittyi bentso(a)pyreenin kynnysarvo, mutta PAH-yhdisteiden summapitoisuus alitti kynnysarvon.

Kenttämittauksissa todettiin kynnysarvon ylittävä pitoisuus lyijyä pisteessä KP4 4...5 metrin syvyydessä. Laboratorioissa tehtyjen varmistusten perusteella maaperässä todettiin kynnysarvon ylittävä pitoisuus lyijyä tässä pisteessä.

Arseenille määritetyt kynnysarvot ylittyivät muutamissa pisteissä. Kynnysarvon ylittyminen on tyypillistä Pirkanmaan alueella. GTK:n ylläpitämän taustapitoisuusrekisterin mukaan Pirkanmaan alueella soramaassa arseenin taustapitoisuus on 25 mg/kg, kun kynnysarvo on 5 mg/kg. Arseenipitoisuus ei tutkimusten perusteella ylitä taustapitoisuutta alueen maaperässä.

Maa-aineksen seassa alueella todettiin pieniä määriä jätettä (tiiltä ja puuta).

Vesinäytteestä ei todettu öljyhiilivetyjä tai VOC-yhdisteitä laboratorion määritysrajoja ylittäviä pitoisuuksia. Metalleista arseenin pitoisuus oli 0,01 mg/l. Muiden haitallisten metallien pitoisuudet jäivät alle laboratorion määritysrajojen. Pohjavedessä havaittiin PAH-yhdisteitä yhteensä 0,57 µg/l. Yksittäisistä PAH-yhdisteistä suurimpina pitoisuuksina todettiin fluoranteenia (0,1 µg/l), pyreeniä (0,09 µg/l), asenaftenia (0,07 µg/l) ja fenantreenia (0,06 µg/l). Pohjavedessä ei luontaisesti esiinny PAH-yhdisteitä, joten pohjaveden laadun voidaan alueella katsoa heikentyneen. PAH-yhdisteet ovat kulkeutuneet pohjaveteen todennäköisesti maa-aineksesta.

Kaiken kaikkiaan kynnysarvot ylittäviä maa-aineksia todettiin alueella noin 1 500 m<sup>2</sup>:n alueella. Haitta-aineiden esiintymissyvyys vaihteli pintamaasta noin 5 m syvyyteen asti.

## 5. PILAANTUNEISUUDEN JA PUHDISTUSTARPEEN ARVIOINTI

### 5.1 Riskinarvioinnin tavoitteet ja rajaukset

Kohdekohtaisen riskinarvioinnin tavoitteena on määrittää kohteen maaperän pilaantuneisuus ja sitä kautta arvioida maaperän puhdistustarvetta. Kohdekohtainen pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi tulee tehdä, mikäli jonkin haitta-aineen osalta ylittyvät maaperälle asetetut kynnysarvot. Kohteen maaperässä VNa 214/2007 mukaiset kynnysarvot ylittyvät tutkimusten perusteella seuraavien haitta-aineiden osalta:



- Metallit ja puolimetallit: arseeni, lyijy,
- PAH-yhdisteet: antraseeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, fenantreeni, fluoranteeni

Riskinarvioinnin kohteena on itse suunnittelukohde sekä sen välittömässä läheisyydessä oleva ympäristö. Riskinarvioinnissa huomioidaan kaikkien alueella tehtyjen, tiedossa olevien tutkimusten tulokset. Riskinarvioinnissa keskitytään kulkeutumisriskeihin sekä terveys- ja ympäristöriskeihin. Tarkastelussa huomioidaan haitta-aineiden ominaisuudet, kulkeutumisreitit sekä haitta-aineille mahdollisesti altistuvat kohderyhmät.

Kohdekohtainen riskinarviointi tehdään kvantitatiivisena tarkennettuna arviointina VNa 214/2007 mukaisesti. Ympäristöhallinnon oppaan 2/2007 mukaan tarkennettu riskinarviointi on tarpeen, mikäli kohteessa on päiväkotitai leikkipuisto. Kohteessa on nykyisin leikkipuisto ja päiväkotitai on suunnitteilla tutkimusalueelle.

Kohdekohtaisella riskinarvioinnilla määritetään kohdekohtaiset maaperän kunnostustavoitteet huomioiden tuleva maankäyttö alueella. Riskinarviointi on tehty alueen suunnitellulle käytölle. Mikäli alueen käyttötarkoitus muuttuu oleellisesti suunnitellusta, on riskinarviointitai päivitettävä. Riskinarviointi on rajattu koskemaan vain tutkittua aluetta. Riskinarvio ei koske koko Soukkapuiston aluetta, vaan ainoastaan sen eteläosaa, jonne päiväkotitai ja leikkikenttä on suunniteltu.

## 5.2 Ohjearvojen soveltuvuus arviointiin

Koska kohteeseen on suunnitteilla päiväkotitai leikkipuisto, eivät VNa 214/2007 mukaiset ohjearvot sovellu suoraan pilaantuneisuuden arviointiin. Koska ohjearvot eivät suoraan sovellu pilaantuneisuuden arviointiin, pilaantuneisuus, puhdistustarve ja riittävä puhdistustaso arvioidaan riskiperusteisesti kohdekohtaisella riskinarvioinnilla.

## 5.3 Kriittiset haitta-aineet

Kriittisiksi haitta-aineiksi valitaan kaikki sellaiset haitta-aineet joita esiintyy VNa 214/2007 mukaiset kynnysarvot ylittävänä pitoisuuksia kohteen maaperässä. Em. kriteerien perusteella kriittisiksi haitta-aineiksi on valittu:

- lyijy
- antraseeni
- bentso(a)antraseeni
- bentso(a)pyreeni
- fenantreeni
- fluoranteeni

Arseenia ei ole valittu kriittiseksi haitta-aineeksi sillä sen pitoisuus on alueellisen luonnollisen taustapitoisuuden tasolla.

Kriittisiksi haitta-aineiksi on valittu myös yhdisteet, joita esiintyy maaperässä haitta-aineen ominaisuuksiin (mm. haihtuvuus, kulkeutuvuus, myrkyllisyys) nähden merkittäviä pitoisuuksia ja joille ei ole määritetty VNa 214/2007 mukaisia kynnys- ja ohjearvoja. Em. kriteerien perusteella kriittisiksi haitta-aineiksi on valittu:

- bentso(b)fluoranteeni
- bentso(g,h,i)peryleeni
- fluoreeni
- indeno(1,2,3-c,d)pyreeni
- kryseeni
- pyreeni

Kriittiseksi haitta-aineeksi valitaan myös naftaleeni, jota esiintyy kohteen maaperässä ja pohjavedessä pieninä pitoisuuksina. Naftaleeni on haihtuva yhdiste, jonka vuoksi sen kulkeutumisen arviointi on tärkeää.

Kriittisten haitta-aineiden ominaisuuksia on kuvattu liitteessä 6.

## 5.4 Kulkeutumisriskit

### 5.4.1 Arvioinnin lähtökohdat

Kulkeutumisriskien arvioinnissa on otettu huomioon haitta-aineiden sijainti (pinta-/pohjamaa), haitta-aineiden ominaisuudet ja haitta-aineita kuljettavat väliaineet (vesi, huokosilma, pöly). Kaikki mahdolliset kulkeutumisreitit on käsitelty, vaikkei kulkeutumista pidettäisikään merkittävänä. Haitta-aineiden kulkeutumista on kuvattu käsitteellisessä mallissa liitteessä 7.

### 5.4.2 Kulkeutuminen pohjaveteen

Alueen pohjavesi on noin 2,5 m syvyydellä maan pinnasta. Täyttö ulottuu paksuimmillaan noin 9 m syvyyteen maan pinnasta. Koska haitta-aineita on veden kyllästävässä kerroksessa, kulkeutuu niitä myös alueen pohjaveteen. Pohjaveteen arvioidaan maa-aineksesta ja jätteestä kulkeutuneen ja kulkeutuvan edelleen ainakin PAH-yhdisteitä. Tutkimusten perusteella pohjaveteen on kulkeutunut maa-aineksesta PAH-yhdisteitä.

### 5.4.3 Kulkeutuminen Näsijärveen

Alueen pintavedet kulkevat pintavaluntana alueen sadevesiviemäriin ja purkautuvat niistä Näsijärveen. Alueen pintamaan (0-1 m) haitta-ainepitoisuudet ovat pieniä. Pintamaassa on havaittu kynnysarvon ylittävä pitoisuus ainoastaan bentso(a)pyreeniä, joka on ominaisuuksiltaan hyvin niukkaliukoinen ja kulkeutumaton. Muiden pintamaassa todettujen yhdisteiden pitoisuudet ovat niin pieniä, ettei niiden kulkeutumista pintavesien mukana pidetä merkittävänä. Haitta-aineiden kulkeutumista pintamaasta vesien mukana Näsijärveen ei pidetä kohteessa mahdollisena.

Haitta-aineita saattaa kulkeutua pohjavedestä Näsijärveen maan läpi suotautumalla. Alueen maaperässä ja pohjavedessä todettujen haitta-aineiden (PAH-yhdisteet) pitoisuudet ovat kuitenkin niin pieniä, ettei kulkeutumista pidetä merkittävänä.

### 5.4.4 Kulkeutuminen ulkoilmaan

Alueen maaperän pintakerroksesta voi kulkeutua haitta-aineita ulkoilmaan pölyn muodossa. Pintamaassa on todettu kynnysarvon ylittävä pitoisuus bentso(a)pyreeniä. Bentso(a)pyreeniä voi kulkeutua ulkoilmaan pölyämisen mukana, mikäli alueella on tulevaisuudessa päällystämättömiä alueita. Mikäli ulkoilman hiukkaspitoisuudeksi arvioidaan  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (CSOIL-mallin oletusarvo), on bentso(a)pyreenin laskennallinen pitoisuus ulkoilmassa  $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ mg}/\text{m}^3$ . Laskenta on esitetty liitteessä 8.

Kohteen maaperässä ja pohjavedessä todettujen haihtuvien yhdisteiden (naftaleeni) pitoisuudet ovat olleet niin pieniä, ettei niiden katsota merkittävässä määrin kulkeutuvan ulkoilmaan. Haihtuvat haitta-aineet (naftaleeni) ovat myös niin syvällä maaperässä ja pohjavedessä (yli 2,5 m maan pinnasta), ettei haihtumista ulkoilmaan pidetä merkittävänä kulkeutumisriskinä. Ulkoilmas- sa haihtuvat yhdisteet lisäksi laimenevat nopeasti.

### 5.4.5 Kulkeutuminen sisäilmaan

Naftaleenin haihtuminen maaperästä ja pohjavedestä sisäilmaan voi olla merkittävää, sillä rakennuksen perustukset tulevat todennäköisesti nykyisen maanpinnan alapuolelle ja rakennuksen ilmanvaihto saattaa tapahtua osittain alapohjan kautta. Lisäksi laimeneminen sisäilmassa ei ole yhtä tehokasta, kuin ulkoilmassa. Naftaleenin kulkeutumista rakennuksen sisäilmaan on arvioitu laskennallisesti.

Laskennan perusteella naftaleenin pitoisuus päiväkodin sisäilmassa voi olla  $1,08 \cdot 10^{-4} \text{ mg}/\text{m}^3$ . Laskenta on esitetty liitteessä 9. Laskennassa on käsitelty ainoastaan maaperän naftaleenipitoisuutta. Tasapainolaskelmien mukaan huokosveden naftaleenipitoisuus olisi 0,03 mg/l. Pohjavedestä määritetty naftaleenipitoisuus on 0,00004 mg/l (0,004  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), mikä on laskennalliseen huokosveden pitoisuuteen nähden merkityksettömän pieni, eikä pohjaveden naftaleenipitoisuuden katsota aiheuttavan naftaleenin lisäkulkeutumista sisäilmaan.

Yhdisteet, jotka eivät ole haihtuvia (muut tarkastellut PAH-yhdisteet) eivät haihtu rakennusten sisäilmaan merkittävässä määrin.

#### 5.4.6 Kulkeutuminen kasveihin

Alueella kasvaviin kasveihin voi kulkeutua haitta-aineita lehtien kautta pölynä, tai juurten kautta maaperästä. Haitta-aineiden kulkeutuminen kasveihin saattaa aiheuttaa rajoituksia alueelle istutettaville kasveille. Alueelle soveltuvaa kasvillisuutta arvioidaan terveysriskien ja ekologisten riskien perusteella.

#### 5.4.7 Kulkeutuminen vesijohtoveteen

Haitta-aineiden kulkeutuminen maaperästä/ pohjavedestä vesijohtoveteen putkimateriaalin läpi on mahdollista. Kulkeutuminen voi olla merkittävää, mikäli vesijohto kulkee voimakkaasti pilaantuneessa maaperässä tai pohjavedessä. Vesijohto tulee todennäköisesti ainakin osittain kulkemaan pohjavedenpinnan alapuolella. Vesijohtoveteen voivat kulkeutua pääasiassa pohjaveden sisältämät orgaaniset haitta-aineet, sillä metallit eivät kulkeudu putkimateriaalin läpi. Vesijohtoveteen kulkeutumista vähentää paine vesijohdossa.

Haitta-aineiden mahdollinen kulkeutuminen juomaveteen aiheuttaa vesijohdon ympärille kunnostustarpeen.

#### 5.4.8 Kulkeutuminen maansiirtotöiden yhteydessä

Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjamaasta pintamaahan on mahdollista, aina kun kohteessa tehdään maansiirtotöitä, kuten putkilinjojen korjauksia ja istutuksia. Etenkin leikkikentän alueella on huomioitava, etteivät maansiirtotyöt saa aiheuttaa haitta-aineiden sekoittumista pintamaahan.

Haitallisten aineiden (heikosti haihtuvien) jättäminen rakennusten alapuoliseen maaperään ei aiheuta kulkeutumisriskejä maansiirtotöiden yhteydessä, sillä rakennukset tulevat olemaan paikallaan useita vuosikymmeniä.

### 5.5 Terveysriskit

#### 5.5.1 Ruuansulatuksen kautta altistuminen

Kohteessa pintamaan (0-1 m) haitta-aineille altistuminen ruuansulatuksen kautta voi olla merkittävää, sillä alue tulee olemaan päiväkotikäytössä. Alueella erityisesti päiväkodin lasten altistuminen maansyönnin kautta maaperän haitta-aineille voi olla merkittävää. Pintamaassa on todettu PAH-yhdisteitä.

Haitta-aineille altistumista voi alueella tapahtua myös kasvien syönnin kautta, mikäli alueen maaperään istutetaan ravintokasveja. Ravintokasvien kautta tapahtuvan mahdollisen altistumisen vuoksi alueen maaperään ei saa istuttaa ravintokasveja.

Ruuansulatuksen kautta altistuminen on mahdollista myös vesijohtoveden kautta. Altistuminen voi olla merkittävää, mikäli haitta-aineet kulkeutuvat putkimateriaalin läpi maaperästä juomaveteen.

Kohteessa terveysriskejä voivat aiheuttaa vesijohtoveden kautta maaperän ja pohjaveden PAH-yhdisteet, sekä maan syönnin kautta pintamaan PAH-yhdisteille (bentso(a)pyreeni).

Maansyöntiä pidetään kohteessa merkittävimpana altistusreitteinä. Terveysriskit on sen vuoksi laskettu ainoastaan maan syönnille. Laskenta on tehty riskejä yliarvioiden. Laskennan lähtöarvot ja tulokset on esitetty liitteessä 10. Maan syönnistä aiheutuvat terveysriskit on laskettu kriittisistä haitta-aineista ainoastaan PAH-yhdisteille, joita esiintyy maaperässä 0,5...3 m syvyydellä. Lyijyä on todettu ainoastaan yhdessä näytepisteessä (syvyydellä 4...5 m) eikä sille altistumista pidetä merkittävänä ruuansulatuksen kautta.

Kohteessa bentso(a)pyreeni voi aiheuttaa terveysriskejä maan syönnin kautta. Bentso(a)pyreenin pitoisuus maaperässä aiheuttaa kohteessa kunnostustarpeen. Bentso(a)pyreenin suurimman todetun pitoisuuden (1,9 mg/kg) mukaan laskettu vaaraosamäärä on 1,02, kun hyväksyttävän vaaraosamäärän rajana on 1. Laskennassa on käytetty suurinta kohteen maaperästä

todettua pitoisuutta, sillä maanrakennustöiden aikana maakerrokset saattavat sekoittua. Muut kohteessa todetut haitta-aineet eivät aiheuta terveysriskejä ruoansulatuksen kautta.

Hyväksyttävänä lisäsyöpäriskitasona voidaan pitää alle yhtä syöpätapausta 100 000 ihmistä kohden. Kohteen maaperän PAH-yhdisteistä aiheutuva lisäsyöpäriski on 0,15 syöpätapausta 100 000 ihmistä kohden. Lisäsyöpäriskin katsotaan olevan hyväksyttävällä tasolla, eikä lisäsyöpäriski edellytä kunnostustoimenpiteitä alueella.

### 5.5.2 Hengitysilman kautta altistuminen

Haitta-aineille altistuminen pintamaan pölyämisen kautta on mahdollista. Haihtuvien yhdisteiden (naftaleeni) kulkeutuminen sisäilmaan voi myös aiheuttaa terveysriskejä alueella.

Haitta-aineiden kulkeutumista pölyn mukana on laskettu liitteessä 8. Altistuslaskenta on tehty yhdessä maan syönnin kanssa liitteessä 10. Maan syönnin nähdessä pölyn hengityksestä aiheutuvat riskit ovat merkityksettömän pieniä.

Sisäilma-altistusta on laskettu liitteessä 9. Laskennan tuloksena kohteen naftaleeni ei todetuissa pitoisuuksissa aiheuta sisäilmariskejä, vaikka se jäisi rakennuksen alapuoliseen maaperään. Riskitarkastelun perusteella naftaleenin aiheuttama vaaraosamäärä on 0,0054. Hyväksyttävän vaaraosamäärän raja on 1.

### 5.5.3 Ihokosketuksen kautta altistuminen

Lopputilanteessa pintamaan haitta-aineille altistuminen ihokosketuksen kautta on mahdollista. Altistusreittiä ei kuitenkaan pidetä merkittävänä. Merkittävintä altistusta alueella aiheuttaa käsin kautta ruoansulatukseen joutuvat haitta-aineet.

### 5.5.4 Yhteenveto terveysriskeistä ja kunnostustarve

Maaperän haitta-aineille altistuminen on merkittävintä maansyönnin kautta. Muita mahdollisia altistusreittejä ovat alueella kasvavien ravintokasvien syönti ja pilaantuneessa maassa tai pohjavedessä kulkevan vesijohdon veden juonti.

Maansyönnin kautta aiheutuvien terveysriskien vuoksi kohteen pintamaakerros (noin 0...1 m) tulee kunnostaa riskittömälle tasolle. Nykyisellään tällä tasolla ei haitta-aineita ole todettu merkittävässä pitoisuuksissa, mutta maaleikkaukset ja rakentaminen alueella saattaa alentaa maan pintaa ja sekoittaa maakerroksia, jolloin altistuminen voi olla mahdollista. Riittävä kunnostustaso tämän riskinarvioinnin perusteella on alempi ohjearvotaso. Tarkempi kunnostuksen tavoitetaso arvioidaan kunnostuksen yleissuunnitelman yhteydessä.

Kohteen maaperässä (ja pohjavedessä) todetut naftaleenipitoisuudet eivät aiheuta riskejä sisäilman hengityksen kautta.

Ravintokasvialtistuksen estämiseksi alueen maaperässä ei saa viljellä ravintokasveja. Alueen maaperään ei saa istuttaa puita tai pensaita, jotka tekevät hedelmiä, ja joiden juuret saattavat ulottua pilaantuneeseen maakerrokseen.

Vesijohtoveden kautta tapahtuvaa altistumista tulee ehkäistä pilaantuneen maan kunnostuksella vesijohtolinjojen ympäriltä. Koska pohjavesi voi massanvaihdoista huolimatta edelleen kuljettaa haitta-aineita kosketuksiin vesijohdon kanssa, tulee putkimateriaaliksi valita mahdollisimman difuusiotiivis materiaali, joka vähentää kulkeutumisriskiä pohjavedestä vesijohtoveteen.

## 5.6 Ekologiset riskit

Rakentamisen jälkeen alueen ekologinen toiminta on todennäköisesti nykyistä vähäisempää, sillä alue tulee olemaan tiiviisti rakennettu, ja pääosin päällystetty. Alueen ekologiset toiminnot tulevat olemaan kaupunkiympäristölle tyypillisiä ja ihmisen vaikutus alueen ekologiaan on havaittavissa.

Maaperäeliöt voivat altistua haitta-aineille, samoin alueella kasvavat kasvit. Pikkunisäkkäät ja linnut puolestaan voivat altistua haitta-aineille kasvien ja esimerkiksi matojen kautta. Altistusta

ei kuitenkaan pidetä merkittävänä, sillä haitta-aineiden määrät maaperässä ovat melko pieniä. Lisäksi alue on todennäköisesti vain pieni osa eläinten ruokailualueesta.

## 5.7 Arvio kunnostettavista alueista

Kaikki rakenteiden ja maanalaisten tilojen (kellarit, johtolinjat, kantavat kerrokset) alueelta poistettavat massat kaivetaan rakentamisen vaatimaan kaivutasoon haitta-aineiden pitoisuuksista riippumatta.

Rakennusten kohtia lukuun ottamatta kohteen pintamaasta (1 m paksuudelta) tulee poistaa pilaantunut maa-aines.

Kohteessa havaittiin kynnysarvot ylittäviä pitoisuuksia haitta-aineita noin 1 500 m<sup>2</sup> alueella. Tästä alueesta arviolta noin 700 m<sup>2</sup>:n alueella pisteiden PVP-S1 ja KP3 ympäristössä tarvitaan kunnostustoimenpiteitä. Kunnostettavan maa-aineksen määrä on arviolta 1 400 m<sup>3</sup> ktr, kun huomioidaan kaivut rakenteiden vaatimaan syvyyteen alueella.

## 5.8 Epävarmuustarkastelu

### 5.8.1 Kohteesta aiheutuvat epävarmuudet

Suurimmat epävarmuudet riskinarvioinnissa aiheutuvat kohteen maaperän heterogeenisuudesta. Koska maaperä on sekalaista täyttöä, on mahdollista, että kohteen maaperässä on haitta-aineita joita ei ole maaperästä tutkimuksissa todettu, eikä siten tässä riskinarvioinnissa ole käsitelty. Lisäksi tutkimuspisteiden sijoittelu aiheuttaa epävarmuuksia tutkimuksessa. Tutkimuspisteiden sijoittelu tehtiin nykyiset rakenteet huomioon ottaen, ja siten että tutkimuksesta aiheutui mahdollisimman vähän haittaa mm. hiekkakentälle ja leikkipaikalle. Tästä syystä tutkimuspisteitä ei voitu sijoittaa alueelle tasaisesti. Tutkimuksella saatiin kuitenkin riittävästi viitteitä siitä, että kohteen maaperässä ja pohjavedessä on haitta-aineita, jotka tulee ottaa huomioon alueen jatkosuunnittelussa ja rakentamisessa.

Sekalaisessa täytössä pilaantuneet alueet ovat hyvin pistemäisiä ja pitoisuuserot voivat lyhyilläkin etäisyyksillä vaihdella huomattavasti, mikä aiheuttaa epävarmuutta etenkin pilaantuneen maa-aineksen määräraivojen osalta.

Tutkimusalueen tutkitulla osalla (noin 4 000 m<sup>2</sup> on kaiken kaikkiaan 8 maanäytepistettä. Laskennallisesti alueella on noin yksi näytepiste jokaista 500 m<sup>2</sup> aluetta kohden. Näytepisteiden määrää pidetään tutkitulla osalla riittävänä alueen kokoon nähden.

### 5.8.2 Näytteenotosta aiheutuvat epävarmuudet

Näytteet otettiin kairaamalla, jolloin ei saatu yhtä hyvää kuvaa täytön laadusta, kuin koekuoppatutkimuksella olisi saatu. Kairauksena tehty tutkimus aiheuttaa epävarmuuksia tutkimuksessa. Kairauksen käyttö oli kuitenkin perusteltua, jotta voitiin aiheuttaa mahdollisimman vähän vahinkoa puistoalueelle.

Näytteenotossa mahdollisesti tapahtuvaa kontaminaatiota (kairanäytteenottimesta, näytteenottovälineistä, käsineistä) ei pidetä pilaantuneisuuden arvioinnin kannalta merkittävänä epävarmuutena.

### 5.8.3 Näytteiden käsittelyn epävarmuudet ja kenttämittausten luotettavuus

Näytteet on kerätty kokoomanäytteinä kaasutiiviisiin pusseihin. Maanäytteen epähomogeenisuus näytepussissa aiheuttaa epävarmuuksia, sillä tällöin esimerkiksi laboratorion analysoima osuus näytteestä saattaa edustaa todellisuudessa vain osaa näytteestä. Maanäytteet on pyritty sekoittamalla homogenisoimaan ennen kenttämittauksia ja laboratorioanalyysyjä.

Näytteet on säilytetty kaasutiiviissä pusseissa, jolloin haihtuvien yhdisteiden säilymistä näytteissä on pyritty varmistamaan. Näytteiden säilyttäminen kaasutiiviissä pusseissa vähentää epävarmuuksia tulkittaessa tuloksia haihtuvien yhdisteiden osalta.

Metallien ja puolimetallien osalta kenttämittaukset on tehty Niton-kenttämittarilla. Niton mittaa metallien ja puolimetallien kokonaispitoisuuksia röntgenfluoresenssiin perustuvalla tekniikalla.

Mittauksessa epävarmuuksia aiheuttaa näytteen matriisi ja kosteus. Lisäksi esimerkiksi pienet metallinpalat näytteessä voivat näkyä suurina pitoisuuksina tuloksissa. Mittauksen epävarmuutta on pyritty vähentämään tekemällä jokaisesta näytteestä kolme rinnakkaista mittausta (jokainen eri puolelta näytettä) ja tulos on esitetty näiden kolmen mittauksen keskiarvona.

Niton-kenttämittarin tulokset ovat osittain vertailukelpoisia laboratorion tulosten kanssa. Melko hyvin vertailukelpoisia metalleja ovat arseeni, lyijy, sinkki ja kupari. Niton-kenttämittarilla on mitattu kaikki näytteet, mikä vähentää epävarmuuksia tutkimuksissa huomattavasti, sillä laboratorioanalyysijä ei ole mahdollista tehdä joka näytteestä ja Nitonilla saadaan riittävää tietoa maaperän metallipilaantuneisuudesta.

Öljyhiilivetyjä on tutkittu maanäytteistä PetroFlag-kenttämittarilla, jonka toiminta perustuu fotometriaan. Epävarmuuksia menetelmässä aiheuttaa pieni näytemäärä (1...10 g pitoisuudesta riippuen), jolloin näytteen homogenisointi on erittäin tärkeää. Näyte uutetaan metanoliin, jonka jälkeen se suodatetaan reagenssinesteeseen. Öljyhiilivetyjen lisäksi metanoliin uuttuvat myös PAH-yhdisteet ja luonnolliset hiilivedyt, kuten humusyhdisteet, mikä lisää epävarmuuksia ja usein kasvattaa tulosta. Menetelmällä voidaan kuitenkin todeta voimakkaasti pilaantuneet tai täysin pilaantumattomat näytteet melko luotettavasti.

PAH-yhdisteistä voidaan saada viitteitä PetroFlag-kenttämittarilla. Laboratoriossa analysoitiin PAH-yhdisteet näytteistä, joissa epäiltiin aistinvaraisten arvioiden tai kenttämittauksen perusteella esiintyvän PAH-yhdisteitä.

#### **5.8.4 Laboratorioanalyysien luotettavuus**

Näytteet on analysoitu akkreditoidussa analyysilaboratoriossa (Ramboll Analytics). Mikäli näytteissä on jouduttu nostamaan määritysrajaa, tai analyysituloksissa on huomattu jotain tavallisesta poikkeavaa, on nämä asiat mainittu laboratorion tutkimustodistuksissa. Luotettavan analyysilaboratorion käyttö vähentää epävarmuuksia arvioissa.

#### **5.8.5 Riskinarviointimenetelmien epävarmuudet**

Riskinarviossa on useita epävarmuuksia. Kohteen maaperästä aiheutuvia terveysriskejä on pyritty arvioimaan mahdollisimman todenmukaisesti, mutta kuitenkin riskejä yliarvioiden (konservatiivinen arvio), jolloin todellisten terveysriskien toteutumismahdollisuus pienenee. Riskit on arvioitu suurimpien alueelta todettujen pitoisuuksien mukaan.

Altistuslaskennassa on tehty useita oletuksia, jotka osaltaan lisäävät riskinarvioinnin epävarmuuksia. Laskennan apuna on käytetty julkaisussa "Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäminen perusteet" esitettyjä terveysperusteisten viitearvojen laskentamenettelyä. Laskentaparametreja on pyritty soveltamaan kohteeseen. Laskentaohjeiden soveltaminen kohteen olosuhteisiin vähentää riskinarviointiin liittyviä epävarmuuksia.

Maan syönnistä aiheutuvat terveysriskit on laskettu lapselle (15 kg), sillä lasten tahaton maansyönti on todennäköisempää kuin aikuisten. Lapsuusajan altistumisaikana on käytetty 6 vuotta ja maan syönnin määräksi on arvioitu 400 mg/d koko kuuden vuoden ajan. Lisäksi maan pintakerros on osan vuodesta lumen peittämä, eikä altistus ole tällöin mahdollista. Maan syönnin riskit on arvioitu yliarvioiden. Lasten maan syönnin määrä on kaksinkertaistettu alueella ohjeisiin nähden, sillä alue tulee olemaan päiväkotijä ja leikkipuistokäytössä, jolloin syötävän maan määrä voi olla normaalia suurempi. Lisäksi leikkipuistoon ja piha-alueelle tullaan todennäköisesti joka tapauksessa rakentamaan pintakerroksen pilaantumattomasta maa-aineksesta, jolloin suora kosketus ilman maan kaivua on epätodennäköistä.

Epävarmuuksia altistumisen arvioinnissa lisää se, ettei laskenta huomioi ns. pica-oireyhtymää, jota sairastavat lapset voivat syödä tahallisesti maata, jopa 10 g kerrallaan. Epävarmuutta pidetään kuitenkin hyväksyttävänä, sillä suora kosketus pilaantuneeseen maahan ei ole ilman maan kaivua mahdollista.

Syöpävaarallisille yhdisteille altistumista on arvioitu koko eliniälle (70 vuotta, josta lapsuusajaksi 6 vuotta). Hyväksyttävänä lisäsyöpäriskinä on käytetty 1 uutta syöpätapausta 100 000 henkilöä kohden.

Syöpävaarallisille yhdisteille on laskettu myös haitallisuus lapselle, sillä lasten maan syönti on aikuisten maan syöntiä todennäköisempää. Syöpävaarallisille yhdisteille ei ole kuitenkaan määritetty TDI-arvoa (päivittäinen suurin sallittu enimmäisannos), minkä vuoksi TDI arvona on käytetty syöpäriskin kannalta määritettyä enimmäissaantiarvoa ( $CR_{oral}$ ), mikä todennäköisesti yliarvioi riskiä huomattavasti.

Riskinarvioinnissa suurinta epävarmuutta aiheuttaa se, ettei siinä ole huomioitu erittäin suurta yksittäistä maansyöntiä. Suuri annos haitta-aineita kerralla voi aiheuttaa huonoa oloa ja myrkytysoireita, mutta toisaalta myös suuri määrä pilaantumaton maa-ainesta voi aiheuttaa vastavia oireita, minkä vuoksi tällaista arviointia ei pidetä tässä yhteydessä tarpeellisena.

Sisäilma-altistuksen arviointi on pyritty tekemään riskejä huomattavasti yliarvioiden. Rakennuksen kokona on käytetty pienintä mahdollista alueelle mahdollisesti rakennettavaa rakennusta (pohjapinta-ala 400 m<sup>2</sup>, yksi kerros). Laskennassa on oletettu, että haitta-aineita esiintyy koko pohjan alalla ja rakenteiden alapinnasta 10 cm syvyydessä. Altistumista on arvioitu lapselle ja aikuiselle.

Epävarmuuksia aiheutuu myös eri haitta-aineiden mahdollisista yhteisvaikutuksista. Haitta-aineiden yhteisvaikutuksia ei ole tässä arvioinnissa otettu huomioon, lukuun ottamatta syöpävaarallisia yhdisteitä (lisäsyöpäriski). Tästä epävarmuudesta johtuen kaikkia riskejä ja altistusta on pyritty yliarvioimaan, jotta riskinarviointia voitaisiin kokonaisuudessaan pitää luotettavana.

Laskennassa ei ole huomioitu haitta-aineiden biosaatavuutta, vaan kaiken elimistöön otetun haitta-aineen oletetaan olevaan saatavassa muodossa. Tämä yliarvioi todennäköisesti riskejä huomattavasti.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

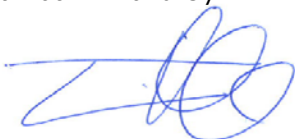
Kohteen maaperässä on todettu kynnsarvot ylittäviä pitoisuuksia lyijyä ja PAH-yhdisteitä. PAH-yhdisteiden pitoisuudet ylittävät osittain myös alemmat ohjearvot. Tutkituilta osin pintamaassa on havaittu ainoastaan bentso(a)pyreeniä kynnsarvon ylittävä pitoisuus, mutta riskinarvioinnissa on oletettu että alueen rakentamistöiden myötä maan pinta voi muuttua ja maansiirtotöiden yhteydessä maamassat sekoittua, joten pintamaassa voi tulevaisuudessa olla myös muita alueella todettuja PAH-yhdisteitä. Lyijypitoisuus on yksittäinen ja se on todettu 4...5 m syvyydellä maan pinnasta, eikä sen katsota aiheuttavan riskiä alueella. Haitta-aineita on todettu alueella yhteensä noin 1 500 m<sup>2</sup>:n alueella.

Alueen pohjavedestä on todettu pieniä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä. Pohjaveden PAH-yhdisteiden pitoisuuksien ei ole katsottu aiheuttavan sisäilmariskiä alueella, mutta haitta-aineet voivat kulkeutua putkimateriaalin läpi pohjavedestä vesijohtoon, mikäli vesijohto alueella tulee kulkemaan pohjavesikerroksessa.

Alueen pohjamaassa on todettu pieniä määriä naftaleenia. Pitoisuus ei ylitä kynnsarvoa, mutta naftaleeni on otettu mukaan tarkasteluun haihtuvuutensa vuoksi. Naftaleenin haihtumista maaperästä päiväkodin sisäilmaan on tarkasteltu laskennallisesti. Laskennan perusteella sisäilmariskiä ei alueella aiheudu.

Kohteen rakentamistöiden yhteydessä on huomioitava haitta-aineita sisältävä maa-aines. Kunnostuksen tavoitetasot määritellään riskiperusteisesti kunnostuksen yleissuunnittelun yhteydessä.

Ramboll Finland Oy



Tomi Pulkkinen  
Ryhmäpäällikkö



Jenni Haapaniemi  
suunnittelija





Kuva 1. Kairauspisteitä puiston eteläreunalla.



Kuva 2. Kairauspisteitä ja kairauskalustoa puiston keskiosassa. Kuvan etualalla nykyinen puiston leikkikenttä.





Kuva 3. Ilmakuva vuodelta 1966. Soukkapuiston aluetta ei ole vielä olemassa, sitä vasta täytetään.



Kuva 4. ilmakuva vuodelta 1995. Soukkapuisto näkyy kuvassa lampineen.





Kuva 5. Soukkalahden rantaa 1960-luvulla, ennen lahden täyttöä. Alueen reunassa on jo jonkin verran täyttöä. Lähde: Siiri-tietokanta, kuvaaja Staf E.M.



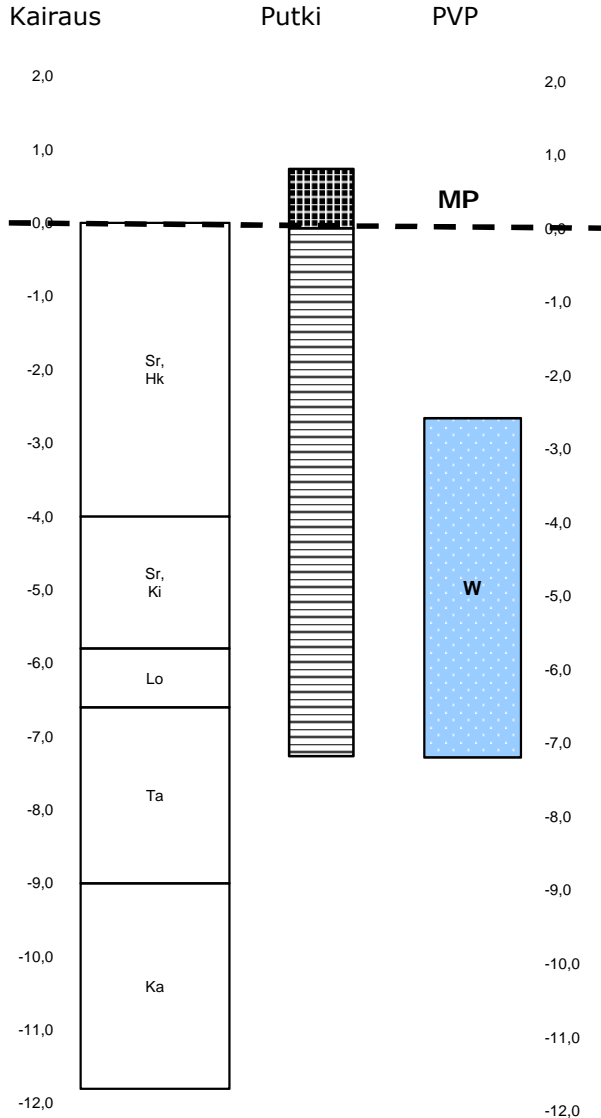
Kuva 6. Soukka lahti ennen täyttöä vuonna 1962. Lähde: Tampere-Seura.

**RAMBOLL FINLAND Oy**  
HAVAINTOPISTEKORTTI

**Liite 2**  
**6.10.2010**

Tutkimuspaikka	<b>Soukkaupisto, Tampere</b>	X: 22119.19	y: 87789.22
Tilaaaja	<b>Tampereen kaupunki</b>		
Projektinumero	<b>82131078</b>	<b>Havaintoputki PVP-S1</b>	
Asennuspvm	<b>1.10.2010</b>		
Asentaja	<b>Treen kaupunki</b>		

Vesinäyte



Korkeusjärjestelmä	Tampere
Putken pää, PP	+98,41
Maanpinta, MP	+97,60
Vesipinta, W	+95,02
Siivilän yläpää	+98,41
Siivilän alapää	+90,41
Pohja/Kärki	+90,41
Putken kok.pituus	8,00 m
Putken laatu	PVC
Sisähalkaisija	ø 51 mm
Siivilätyyppi	rakosiivilä 0,3 mm

**Näytteenottotapa (m putken päästä)**

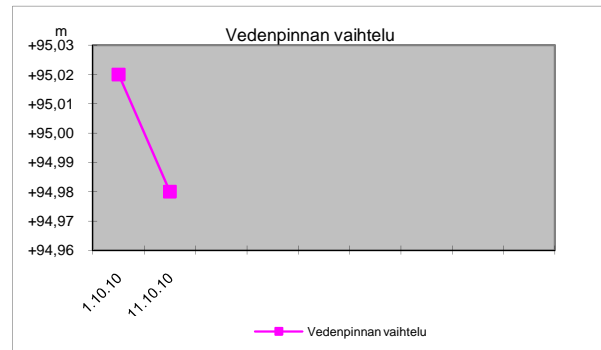
Valitse alasetoalvikosta...

**Veden esiintymismuoto**

Valitse alasetoalvikosta...

**Pohjaveden pinnankorkeus**

Pvm	Pinta, m pp	Taso, m	Huom.
1.10.10	3,39	+95,02	Asennus
11.10.10	3,43	+94,98	



- Muut havainnot**
- Suojaputki, Tampereen kaupungin lukko
  - Siiviläosalla suodatinsukka
  - Siiviläosa maanpinnalle asti
  - Pintavesien pääsy putkeen estetty bentoniittisavella



# Tutkimustodistus

1/3

Projekti: 89102235/62

Ramboll Finland Oy, Tampere  
Tomi Pulkkinen  
PL 718  
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi: 82131078 Tampereen kaupunki, Soukkaapuisto

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 5.10.2010

Näytteenottaja: Tampereen kaupunki

Analysointi aloitettu: 5.10.2010

## Maanäytteet

	KP1	KP2	KP3	KP4	KP4	Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	KP1	KP2	KP3	KP4	KP4		
Näyttenumero	10MM 01919	10MM 01920	10MM 01921	10MM 01922	10MM 01923		
<b>MÄÄRITYKSET</b>							
Näytteenottosyvyys	0,5-1	0,5-1	0,5-1	1-2	4-5	m	
Kuiva-aine	94	93	93	92	82	m-%	RA4016
Esikäsittely, mikroaltohajotus, kuningasvesi	tehty	tehty			tehty		RA3007
Metallit, PIMA maa	tehty	tehty			tehty		
Antimoni, ICP-MS	<0,5	<0,5			0,61	mg Sb/kg ka	RA3000*
Arseni, ICP-MS	8,8	12			6,1	mg As/kg ka	RA3000*
Kadmium, ICP-MS	<0,2	<0,2			<0,2	mg Cd/kg ka	RA3000*
Koboltti, ICP-MS	8,7	9,5			20	mg Co/kg ka	RA3000*
Kromi, ICP-MS	34	45			53	mg Cr/kg ka	RA3000*
Kupari, ICP-MS	28	28			50	mg Cu/kg ka	RA3000*
Lyijy, ICP-MS	36	16			190	mg Pb/kg ka	RA3000*
Nikkeli, ICP-MS	17	19			24	mg Ni/kg ka	RA3000*
Sinkki, ICP-MS	72	81			140	mg Zn/kg ka	RA3000*
Vanadiini, ICP-MS	42	57			58	mg V/kg ka	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa			140	130		mg/kg ka	RA4020*
Keskitisleet (C10-C21)			<10	17		mg/kg ka	RA4020*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)			130	110		mg/kg ka	RA4020*
Polyaromaattiset hiilivedyt yht.			2,9			mg/kg ka	RA4053*
Antraseeni			0,03			mg/kg ka	RA4053*
Asenaftteeni			0,01			mg/kg ka	RA4053*
Asenaftyleeni			0,01			mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)antraseeni			0,27			mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)pyreeni			0,23			mg/kg ka	RA4053*
Bentso(b)fluoranteeni			0,22			mg/kg ka	RA4053*
Bentso(g,h,i)peryleneeni			0,16			mg/kg ka	RA4053*
Bentso(k)fluoranteeni			0,10			mg/kg ka	RA4053*
Dibentso(a,h)antraseeni			0,03			mg/kg ka	RA4053*
Fenantreeni			0,19			mg/kg ka	RA4053*
Fluoranteeni			0,63			mg/kg ka	RA4053*
Fluoreeni			0,01			mg/kg ka	RA4053*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni			0,18			mg/kg ka	RA4053*
Kryseeni			0,22			mg/kg ka	RA4053*
Naftaleeni			<0,01			mg/kg ka	RA4053*

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Projekti: 89102235/62

	10MM 01919	10MM 01920	10MM 01921	10MM 01922	10MM 01923	<b>Yksikkö</b>	<b>Menetelmä</b>
Pyreeni			0,57			mg/kg ka	RA4053*

**Maanäytteet**

	KP6	KP6	KP7	PVP1	<b>Yksikkö</b>	<b>Menetelmä</b>
Näytteenottopisteet	KP6	KP6	KP7	PVP1		
Näyttenumero	10MM 01924	10MM 01925	10MM 01926	10MM 01927		

**MÄÄRITYKSET**

Näytteenottosyvyys	2-3	6-7	0,5-1	2-3	m	
Kuiva-aine	91	87	93	91	m-%	RA4016
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi			tehty			RA3007
Metallit, PIMA maa			tehty			
Antimoni, ICP-MS			<0,5		mg Sb/kg ka	RA3000*
Arseeni, ICP-MS			11		mg As/kg ka	RA3000*
Kadmium, ICP-MS			<0,2		mg Cd/kg ka	RA3000*
Koboltti, ICP-MS			8,5		mg Co/kg ka	RA3000*
Kromi, ICP-MS			42		mg Cr/kg ka	RA3000*
Kupari, ICP-MS			25		mg Cu/kg ka	RA3000*
Lyijy, ICP-MS			12		mg Pb/kg ka	RA3000*
Nikkeli, ICP-MS			17		mg Ni/kg ka	RA3000*
Sinkki, ICP-MS			64		mg Zn/kg ka	RA3000*
Vanadiini, ICP-MS			47		mg V/kg ka	RA3000*
Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa	190	87		180	mg/kg ka	RA4020*
Keskitisleet (C10-C21)	37	<10		57	mg/kg ka	RA4020*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	150	80		120	mg/kg ka	RA4020*
Polyaromaattiset hiilivedyt yht.		0,36		32	mg/kg ka	RA4053*
Antraseeni		<0,01		1,1	mg/kg ka	RA4053*
Asenaftteeni		<0,01		0,26	mg/kg ka	RA4053*
Asenaftyleeni		<0,01		0,52	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)antraseeni		0,03		2,7	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(a)pyreeni		0,03		1,9	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(b)fluoranteeni		0,03		1,8	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(g,h,i)peryleeni		0,02		1,0	mg/kg ka	RA4053*
Bentso(k)fluoranteeni		0,01		0,79	mg/kg ka	RA4053*
Dibentso(a,h)antraseeni		<0,01		0,22	mg/kg ka	RA4053*
Fenantreeni		0,04		5,7	mg/kg ka	RA4053*
Fluoranteeni		0,07		6,4	mg/kg ka	RA4053*
Fluoreeni		<0,01		0,93	mg/kg ka	RA4053*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni		0,02		1,3	mg/kg ka	RA4053*
Kryseeni		0,03		2,0	mg/kg ka	RA4053*
Naftaleeni		<0,01		0,29	mg/kg ka	RA4053*
Pyreeni		0,06		4,9	mg/kg ka	RA4053*

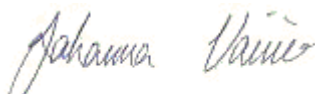
Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

# Tutkimustodistus

Projekti: 89102235/62

\* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

## Ramboll Analytics Oy



Johanna Vainio  
FM, kemisti, 020 755 7921

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** laura.pyykko@ramboll.fi; jenni.haapaniemi@ramboll.fi

### Menetelmien kuvaukset

Öljyhiilivetyjakeet, maa

Öljy määritettiin kaasukromatografisesti asetoni/hekseeniuuton ja florisil-puhdistuksen jälkeen käyttäen FI-detektoria. Menetelmällä määritetään poolittomien hiilivetyjen summa välillä C10H22 - C40H82 (dekaani - tetrakontaani). Määritysraja on 10 mg/kg ja mittausepävarmuus 37 %. Menetelmä perustuu standardiohjeisiin ISO 11046 ja ISO 16703.

PAH + PCB yht. , kiinteä

PAH-näytteet uutettiin toluenilla, puhdistettiin florisililla ja määritettiin GC/MS-tekniikan avulla. Menetelmän määritysraja on 0,01 mg/kg ja mittausepävarmuus 23-42 %. Menetelmä perustuu standardiin ISO / FDIS 18287. PCB-näytteet uutettiin toluenilla ja puhdistettiin florisililla. Liuotin vaihdettiin heksaaniin ja näyte käsiteltiin rikkipapolla. Öljyiset näytteet puhdistetaan lisäksi dimetyylisulfoksidilla (DMSO). PCB-yhdisteet analysoidaan GC/MS-tekniikan avulla. Menetelmän määritysraja 0,001 mg/kg ja mittausepävarmuus 20-34 %. Laboratorion sisäinen tutkimusmenetelmä.

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

# Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 89102235/67

Ramboll Finland Oy, Tampere  
Tomi Pulkkinen  
PL 718  
33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi:	82131078 Tampereen kaupunki, Soukkapuisto	Näytteenottopvm:	11.10.2010
Näytteenottopiste:	PVP S1	Näyte saapui:	12.10.2010
Näytteenottaja:	Juha Parviainen	Analysointi aloitettu:	12.10.2010

## Vesitutkimus

Määrittäminen	10SL04503	Yksikkö	Menetelmä
Esikäsittely, suodatus	tehty		
pH	6,8		RA2000*
Metallit PIMA, liukoiset	tehty		
Antimoni (Sb), liuk.	<0,0005	mg/l	RA3000*
Arseeni (As), liuk.	0,010	mg/l	RA3000*
Kadmium (Cd), liuk.	<0,0002	mg/l	RA3000*
Koboltti (Co), liuk.	<0,001	mg/l	RA3000*
Kromi (Cr), liuk.	<0,001	mg/l	RA3000*
Kupari (Cu), liuk.	<0,01	mg/l	RA3000*
Lyijy (Pb), liuk.	<0,001	mg/l	RA3000*
Mangaani (Mn), liuk.	0,38	mg/l	RA3000*
Nikkeli (Ni), liuk.	<0,002	mg/l	RA3000*
Rauta (Fe), liuk.	0,37	mg/l	RA3000*
Sinkki (Zn), liuk.	<0,005	mg/l	RA3000*
Vanadiini (V), liuk.	<0,001	mg/l	RA3000*
Öljyhilivetyjakeet (C10-C40)	<0,05	mg/l	RA4019*
Keskitisleet (C10-C21)	<0,05	mg/l	RA4019*
Raskaat öljyjakeet (C21-C40)	<0,05	mg/l	RA4019*
VOC-PIMA, vesi	tehty		RA4050*
Aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaatit, PIMA	tehty	mg/l	RA4050*
Klooratut alifaattiset hiilivedyt, PIMA	tehty	µg/l	RA4050*
Vinyylkloridi	<0,1	µg/l	RA4050*
1,1-dikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Cis-1,2-dikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Trans-1,2-dikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Trikloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Tetrakloorieteeni	<0,5	µg/l	RA4050*
Dikloorimetaani	<1	µg/l	RA4050*
Bentseeni	<0,0005	mg/l	RA4050*
Tolueeni	<0,001	mg/l	RA4050*
Etylibentseeni	<0,0005	mg/l	RA4050*
m+p-ksyleeni	<0,0005	mg/l	RA4050*
o-ksyleeni	<0,0005	mg/l	RA4050*
MTBE (metyyli-tert.butyylietteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAME (tert.amyylimetyylietteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
TAEE (tert.amylylietyylietteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
ETBE (etyyli-tert.butyylietteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
DIPE (di-isopropylietteri)	<0,0005	mg/l	RA4050*
Bensiinijakeet C5-C10	<0,05	mg/l	RA4050C

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.



# Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 89102235/67

Polyaromaattiset hiilivedyt	tehty	µg/l	RA4031*
Antraseeni	0,01	µg/l	RA4031*
Asenaftteeni	0,07	µg/l	RA4031*
Asenaftyleeni	0,01	µg/l	RA4031*
Bentso(a)antraseeni	0,03	µg/l	RA4031*
Bentso(a)pyreeni	0,02	µg/l	RA4031*
Bentso(b)fluoranteeni	0,02	µg/l	RA4031*
Bentso(g,h,i)peryleeni	0,02	µg/l	RA4031*
Bentso(k)fluoranteeni	0,01	µg/l	RA4031*
Dibentso(a,h)antraseeni	<0,01	µg/l	RA4031*
Fenantreeni	0,06	µg/l	RA4031*
Fluoranteeni	0,10	µg/l	RA4031*
Fluoreeni	0,04	µg/l	RA4031*
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	0,02	µg/l	RA4031*
Kryseeni	0,02	µg/l	RA4031*
Naftaleeni	0,04	µg/l	RA4031*
Pyreeni	0,09	µg/l	RA4031*

\* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

## Ramboll Analytics Oy



Anri Aallonen  
FM, kemisti, +358 20 755 7930

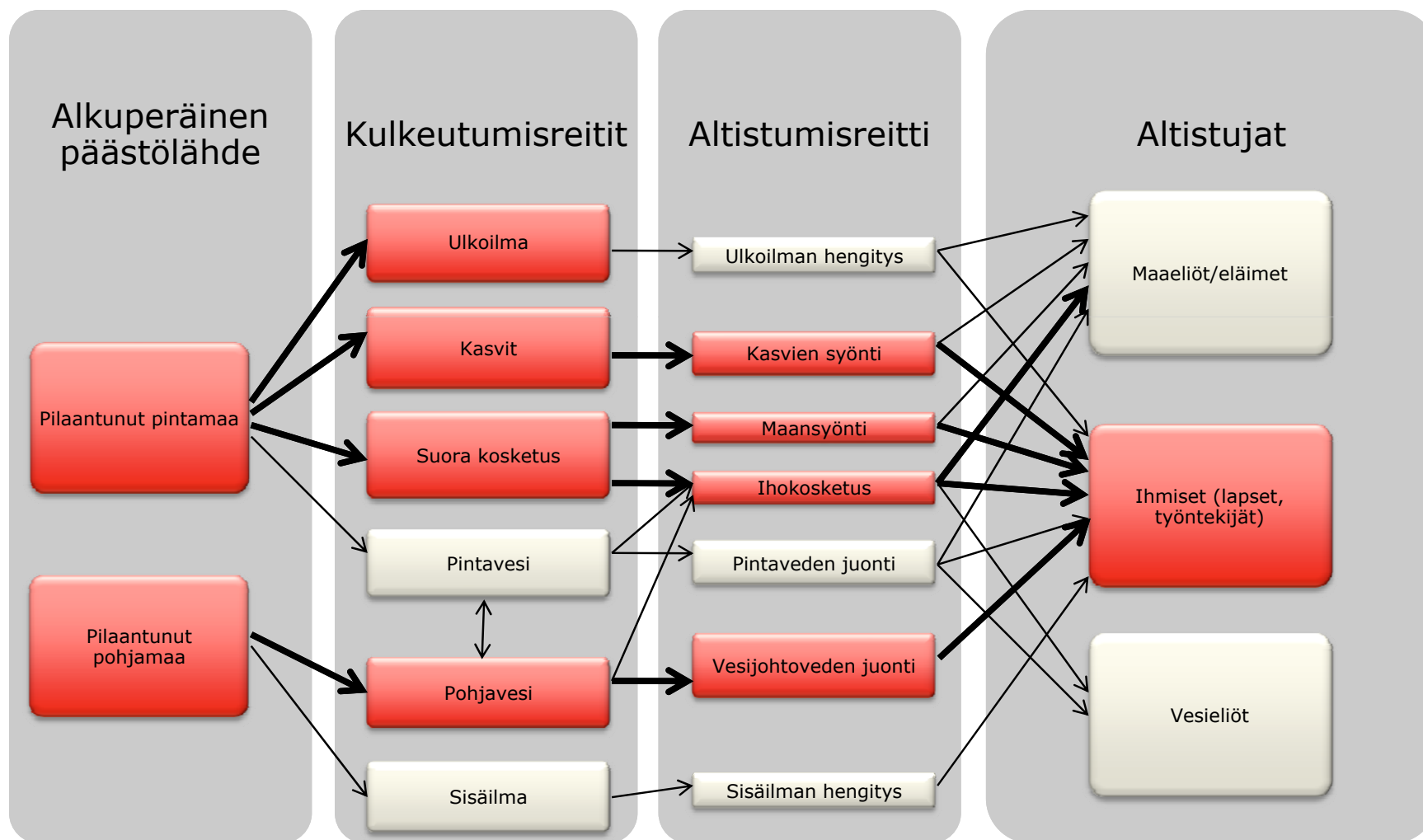
Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** laura.pyykko@ramboll.fi; jenni.haapaniemi@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Haitta-aine	Ominaisuudet
lyijy	Lyijy esiintyy luonnossa hapetusluvulla +2 ja +4. Lyijyn kulkeutuvuus maaperässä on yleensä heikkoa. Happamat ja hapettavat olosuhteet sekä kompleksoituminen liukosiin yhdisteisiin lisäävät lyijyn liukoisuutta. Lyijy ja sen yhdisteet on luokiteltu vaaralliseksi sikiölle, ja lyijy voi alentaa hedelmällisyyttä. Lyijy voi myös aiheuttaa terveyshaittaa pitkäaikaisessa altistuksessa. Lyijy on erittäin myrkyllistä vesiliöille.
antraseeni	Antraseeni muodostuu kolmesta bentseenirenkaasta. Antraseenia (kuten muitakin PAH-yhdisteitä) esiintyy fossiilisissa polttoaineissa ja sitä vapautuu ympäristöön epätäydellisessä palamisessa. Antraseeni on heikosti haihtuva ja niukkaliukoinen. Maaperässä se sitoutuu orgaaniseen ainekseen, mikä vähentää sen liikkuvuutta. Antraseeni on biologisesti huonosti hajovaa. Antraseeni ei ole syöpävaarallinen tai muutoin erityisen haitallinen yhdiste ihmiselle. Vesiliöille antraseeni on myrkyllistä.
bentso(a)antraseeni	Bentso(a)antraseeni koostuu neljästä bentseenirenkaasta. Bentso(a)antraseeni on hyvin heikosti haihtuvaa. Yhdiste sitoutuu maaperässä orgaaniseen ainekseen, minkä vuoksi sen liikkuvuus maaperässä on vähäistä ja biologinen hajoaminen hidasta. Yhdiste voi kertyä biologisesti. Bentso(a)antraseenin on arvioitu aiheuttavan syöpävaaraa, sen syöpävaarallisuuden on arvioitu olevan noin 1/10 bentso(a)pyreenin syöpävaarallisuudesta. Yhdiste on erittäin myrkyllistä vesiliöille.
bentso(a)pyreeni	Bentso(a)pyreeni on viisirenkainen yhdiste, joka maaperässä pysyy tavallisesti orgaaniseen ainekseen sitoutuneena eikä merkittävässä määrin haihdu ilmakehään tai kulkeudu pohjaveteen. Biologinen kertyvyys on mahdollista ja biologinen hajoavuus hidasta. Tunnetuista PAH-yhdisteistä bentso(a)pyreeni on herkimmin syöpää aiheuttava yhdiste, mistä johtuen muiden PAH-yhdisteiden syöpävaarallisuus ilmoitetaan usein suhteutettuna bentso(a)pyreenin syöpävaarallisuuteen. Yhdiste on vesiliöille erittäin myrkyllistä.
bentso(b)fluoranteeni	Bentso(b)fluoranteeni on maaperässä kulkeutumaton, hyvin niukkaliukoinen ja hyvin heikosti haihtuva yhdiste. (HSDB)
bentso(g,h,i)peryleeni	Bentso(g,h,i)peryleeni on maaperässä kulkeutumaton, hyvin niukkaliukoinen ja hyvin heikosti haihtuva yhdiste. (HSDB)
fenantreeni	Fenantreeni muodostuu kolmesta bentseenirenkaasta. Fenantreeni on niukasti vesiliukoinen ja sen kulkeutuvuus raskaampiin PAH-yhdisteisiin verrattuna on parempaa. Fenantreeni on kohtalaisen haihtuvaa. Fenantreenia voi kulkeutua pohjaveteen. Fenantreeni voi hajota biologisesti ja se on myrkyllistä vesiliöille. Fenantreenin on todettu olevan syöpävaarallista.
fluoranteeni	Fluoranteeni on nelirenkainen PAH-yhdiste, joka on niukasti vesiliukoinen, mutta ei kulkeudu helposti maaperässä. Fluoranteenin biologinen hajoaminen on hidasta. Fluoranteeni on heikosti haihtuva yhdiste. Pitkäaikainen altistuminen fluoranteenille voi aiheuttaa syöpää, vaikka syöpävaarallisuuden on arvioitu olevan vain noin 1/100 bentso(a)pyreenin syöpävaarallisuudesta. Fluoranteeni on myrkyllistä vesiliöille.
indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	Indeno(1,2,3-c,d) on maaperässä kulkeutumaton, hyvin niukkaliukoinen ja hyvin heikosti haihtuva. (HSDB)
kryseeni	Kryseeni on kulkeutumaton, hyvin niukkaliukoinen, hyvin heikosti haihtuva yhdiste. (HSDB)
naftaleeni	Naftaleeni muodostuu kahdesta bentseenirenkaasta ja on rakenteeltaan yksinkertaisin PAH-yhdiste. Yksinkertaisesta rakenteestaan johtuen se on PAH-yhdisteistä vesiliukoisin ja herkimmin haihtuva. Yhdiste voi siksi kulkeutua maaperässä ja päätyä pohjaveteen tai hengitysilmaan. Naftaleenin biologinen hajoavuus on nopeampaa kuin muiden PAH-yhdisteiden. Naftaleenin epäillään aiheuttavan syöpäsairauden vaaraa. Pitkäaikainen altistuminen naftaleenille voi aiheuttaa vaikutuksia mm. silmissä ja verisuolissa. Naftaleeni on erittäin myrkyllistä vesiliöille.
pyreeni	Pyreeni on kulkeutumaton, niukkaliukoinen ja heikosti haihtuva yhdiste. (HSDB)

# Haitta-aineiden kulkeutumisen käsitteellinen malli, Soukkaapuisto



## Haitta-aineiden kulkeutuminen ulkoilmaan

Pölyn määrä	70	µg/m <sup>3</sup>
Aikuisen hengittämä määrä vuorokaudessa	30	m <sup>3</sup> /d
Lapsen hengittämä määrä vuorokaudessa	15	m <sup>3</sup> /d

	Ci max	Pitoisuus ulkoilmassa
	mg/kg	mg/m <sup>3</sup>
Antraseeni	1,1	7,70E-08
Bentso(a)antraseeni	2,7	1,89E-07
Bentso(a)pyreeni	1,9	1,33E-07
Bentso(b)fluoranteeni	1,8	1,26E-07
Bentso(g,h,i)peryleeni	1	7,00E-08
Fenantreeni	5,7	3,99E-07
Fluoranteeni	6,4	4,48E-07
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	1,3	9,10E-08
Kryseeni	2	1,40E-07
Pyreeni	4,9	3,43E-07
Naftaleeni	0,29	2,03E-08

R (Pa m3/molK)	8,3144	yleinen kaasuvakio
T (K)	287	lämpötila (= noin 5 C)
Bulk (kg/l)	1,7	maa-aineksen tiheys (kuiva-ainetta)
foc	0,01	maa-aineksen organisen hiilen pitoisuus, arvio
Va	0,2	ilman täyttämä huokostilavuus
Vw	0,2	veden täyttämä huokostilavuus
Vs	0,6	maa-aineksen täyttämä huokostilavuus
Qvuoto (m3/d)	51,84	rakennuksen alapohjan läpi sisään tuleva vuotoilmavirta (lähde SOILIRISK-lähtöarvot, suuri riski)
Vrak (m3)	1200	arvioitu päiväkodin minimikoko (ala 400 m2)
iv (1/d)	12	rakennuksen ilmanvaihtokerroin (yleinen mitoituseruste)
Arak (m2)	400	arvioitu pieni pohjapinta-ala
Zpohja (m)	0,1	etäisyys pilaantuneesta maasta alapohjaan (arvioitu pieneksi)
pmoArak	1	pilaantuneen maan pinta-alan osuus rakennuksen alapuolisesta maa-alasta (arvioitu kokonaan pilaantuneeksi)
n	0,3	Maaperän huokoisuus, arvio
BW(lapsi)	15	Kehon paino (kg)
IR(lapsi)	30	Hengitettävän ilman määrä (m3/d)
EF(lapsi)	365	Altistuksen tiheys (d)
AT(lapsi)	2190	Aika, jonka suhteen keskimääräinen päivittäisannos lasketaan (6 vuotta)
ED(lapsi)	6	Altistuksen kesto (a)
BW(aikuinen)	70	Kehon paino (kg)
IR(aikuinen)	15	Hengitettävän ilman määrä (m3/d)
EF(aikuinen)	365	Altistuksen tiheys (d)
AT(aikuinen)	23360	Aika, jonka suhteen keskimääräinen päivittäisannos lasketaan (64 vuotta)
ED(aikuinen)	64	Altistuksen kesto (a)

Diffuusio kertoimien määrittäminen oppaan 23/2007 mukaisesti (s 41)

Henryn lain vakio (SOILIRISK, 8 C tai Suomen ympäristö 23/2007, s. 152, 10 C. tai <http://www.epa.gov/athens/learn2model/part-two/onsite/esthenry.html>, 8 C)

**TODETTU SUURIN PITOISUUS**

Yhdistekohtaiset lähtöarvot	<b>Naftaleeni</b>	
S (mg/l)	3,18E+01	vesiliukoisuus
Vp (Pa)	6,83E+00	höyrynpaine
M (g/mol)	1,28E+02	moolimassa
Koc (l/kg)	9,55E+02	orgaaninen hiili - vesi -jakautumiskerroin
Kp (l/kg)	9,55E+00	maa-vesi jakautumiskerroin
Cs (mg/kg)	0,29	pitoisuus maaperässä
H	5,08E-03	henryn lain vakio
Fugasiteettivakiot		
Za	4,19E-04	
Zw	3,64E-02	
Zs	9,84E-01	
Pitoisuusosuudet		
Pa	1,40E-04	
Pw	1,22E-02	
Ps	9,88E-01	
Pitoisuus huokosvedessä		
Cpw (mg/l)	0,03	
Pitoisuus huokosilmassa		
Csa (mg/m3)	0,35	
Diffuusio-kertoimet		
Da	2,31E-02	
Dw	2,77E-06	
Ds	1,24E-03	
Laimenemiskerroin		
DFia	3,13E-04	
Laskennallinen pitoisuus hengitysilmassa		
Cia (mg/m3)	1,08E-04	
Tavoitepitoisuus (TDI, mg/(kg*d))	0,04	
Altistuminen mg/(kg*d)		
ADDlapsi	2,17E-04	
ADDaikuinen	2,32E-05	
<b>HQ</b>	<b>5,41E-03</b>	

**Altistus maan ja pölyn syönnin kautta**

Tarkastellaan altistusta maansyönnin kautta suurimmilla todetuilla pitoisuuksilla

$$ADD_i = \frac{C_i \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (1)$$

- $C_i$  = haitta-aineen pitoisuus tarkasteltavassa väliaineessa (maaperä, mg/kg)  
 $ADD_i$  = keskimääräinen päivittäisannos tarkasteltavan altistusreitien kautta (mg/kg/d)  
 $BW$  = kohdehenkilön kehon paino (kg)  
 $AT$  = aika, jonka suhteen keskimääräinen päiväannos lasketaan (d)  
 $IR$  = haitta-ainetta sisältävän väliaineen päivittäinen otto elimistöön tarkasteltavan altistusreitien kautta (kg/d)  
 $EF$  = altistuksen toistuvuus (d/a)  
 $ED$  = altistuksen kesto (a)

Koska arvioitava kohde tulee olemaan asuinalueena, syöpävaarallisuuden arvioinnissa on huomioitu koko elinikä; lapsuusikä (6 vuotta) ja aikuisikä (64 vuotta).

$$ADD_{tot} = \frac{6 \times \sum ADD_{i \text{ lapsi}} + 64 \times \sum ADD_{i \text{ aikuinen}}}{70} \quad (2)$$

Kaava (2) voidaan kirjoittaa muotoon:

$$ADD_{tot} = \frac{C_i \times IR_{lapsi} \times AT_{lapsi}}{BW_{lapsi} \times AT_{tot}} + \frac{C_i \times IR_{aik} \times AT_{aik}}{BW_{aik} \times AT_{tot}} \quad (3)$$

**Laskennassa käytetyt parametrit:**

BW <sub>(lapsi)</sub>	15
IR <sub>(lapsi), maan syönti</sub>	0,0004
IR <sub>(lapsi), hengitystiheys</sub>	15
EF <sub>(lapsi)</sub>	365
AT <sub>(lapsi)</sub>	2190
ED <sub>(lapsi)</sub>	6

**Syöpävaarallisille yhdisteille on laskettu altistus koko myös elinajalle. Aikuisiän altistuksen laskennassa on käytetty seuraavia lähtöarvoja:**

BW <sub>(aikuinen)</sub>	70
IR <sub>(aikuinen), maan syönti</sub>	0,00005
IR <sub>(aikuinen), hengitystiheys</sub>	30
EF <sub>(aikuinen)</sub>	365
AT <sub>(aikuinen)</sub>	23360
ED <sub>(aikuinen)</sub>	64

AT <sub>(elinikä)</sub>	25550
-------------------------	-------

**Perusteet parametrien valinnalle.**

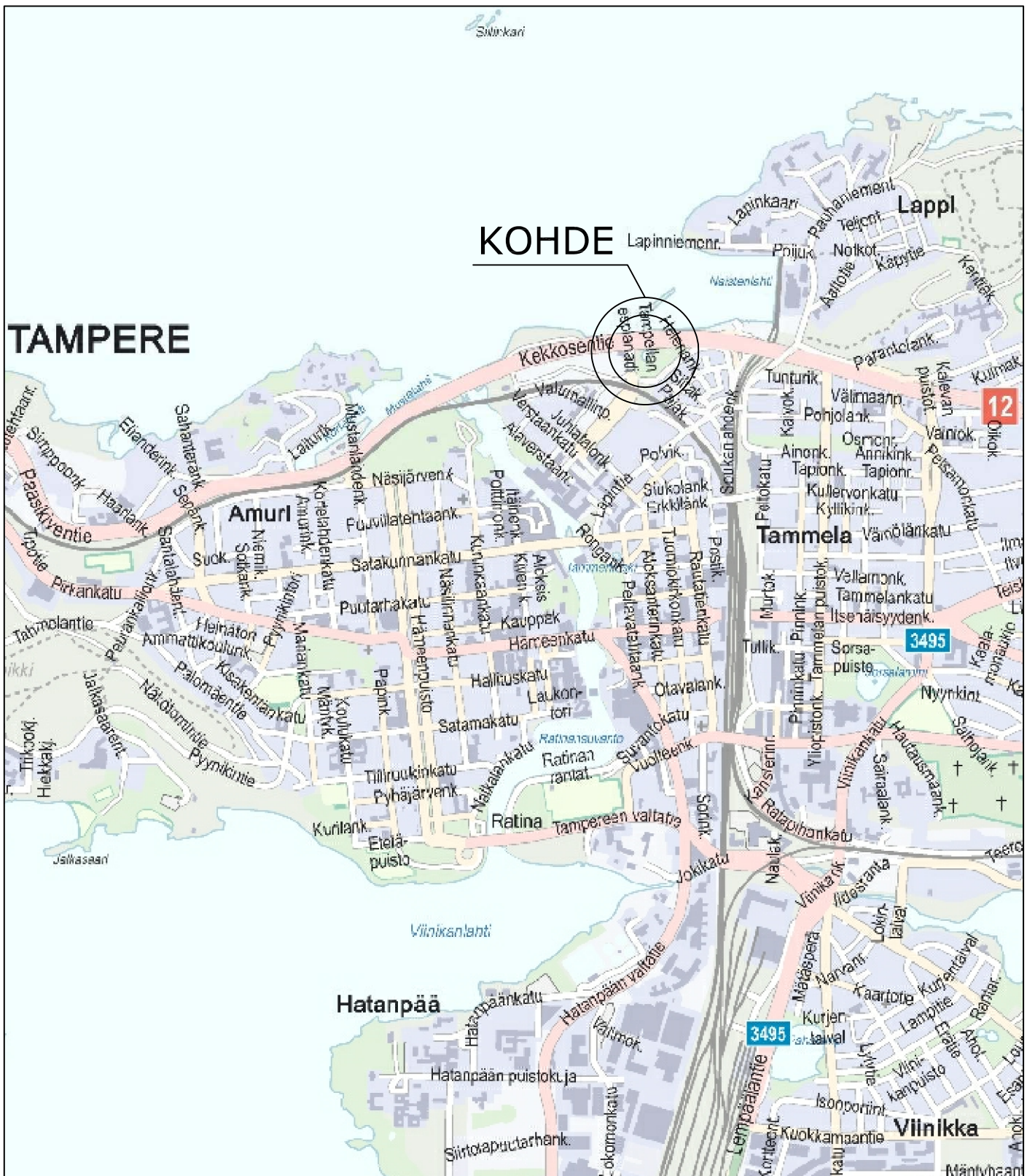
TDI ja CR Käytetään ensisijaisesti julkaisusta "Kynnys- ja ohjearvojen määrittäminen" sivulta 33 taulukosta 12 löytyviä TDI -arvoja. Toissijaisesti käytetään arvoja lähteestä Baars et al. 2001.


- $BW$  Kohdehenkilöksi valitaan lapsi, 15 kg ja aikuinen 70 kg  
 $AT$  6 a = 2190 d, 64 a = 23360 d, 70 a = 25500 d  
 $IR$  Lapsilla maan syönnin tyypillinen määräarvio on 50...200 mg/d (valittu 400 mg/d = 0,0004 kg/d, sillä leikkipuistossa maan syönti voi olla normaalia suurempaa), ja aikuisilla 10...50 mg/d (valittu 50 mg/d = 0,00005 kg/d). Hengitetyn ilman määrä aikuisilla 20-30 m<sup>3</sup>/d (valittu 30 m<sup>3</sup>/d) ja lapsilla 5-15 m<sup>3</sup>/d (valittu 15 m<sup>3</sup>/d).  
 $EF$  Oletetaan kohdehenkilön olevan alueella päivittäin ja maan olevan paljas myös talvella sillä sulat alueet kaupunkialueella ovat mahdollisia, saadaan 365  
 $ED$  6 vuotta ja 64 vuotta, yhteensä 70 vuotta. Käytetty pitkä altistumisaikaa.

**Suurimmat todetut pitoisuudet, enimmäisaantiarvo ja altistus, sekä riski (HQ).**



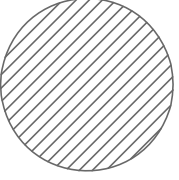

	$C_i$ max maaperä	$C_i$ max pöly	TDI	CR oral	ADD <sub>lapsi</sub>	ADD <sub>tot</sub>	HQ	Lisäsyöpäriski
	mg/kg	mg/m <sup>3</sup>	mg/kg/d	mg/kg/d	mg/kg/d	mg/kg/d		kpl/100 000
Antraseeni	1,1	7,70E-08	0,04		2,9E-05		0,0007	
Bentso(a)antraseeni	2,7	1,89E-07		0,0005	7,2E-05	8,0E-06	0,14	0,0160
Bentso(a)pyreeni	1,9	1,33E-07		0,00005	5,1E-05	5,6E-06	1,02	0,1129
Bentso(b)fluoranteeni	1,8	1,26E-07		0,0005	4,8E-05	5,3E-06	0,10	0,0107
Bentso(g,h,i)peryleeni	1	7,00E-08	0,03		2,7E-05		0,001	
Fenantreeni	5,7	3,99E-07	0,04		1,5E-04		0,004	
Fluoranteeni	6,4	4,48E-07		0,005	1,7E-04	1,9E-05	0,03	0,0038
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	1,3	9,10E-08		0,0005	3,5E-05	3,9E-06	0,07	0,0077
Kryseeni	2	1,40E-07		0,005	5,3E-05	5,9E-06	0,01	0,0012
Pyreeni	4,9	3,43E-07		0,05	1,3E-04	1,5E-05	0,003	0,0003
Naftaleeni	0,29	2,03E-08	0,04		7,8E-06		0,0002	
Syöpävaarallisilla yhdisteillä käytetty lisäsyöpäriskiä 10 <sup>-5</sup>								<b>0,15</b>





k.osa/ kylä <b>IX</b>	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o <b>109P</b>	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide <b>Maaperän haitta-ainetutkimus</b>			Piirustuslaji
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Tampereen kaupunki Soukkapuisto</b>			Piirustuksen sisältö <b>Sijaintikartta</b>
			Mittakaava <b>1:20 000</b>
 Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 6800 fax 020 755 6801 www.ramboll.fi		Suunn ala <b>YMP</b>	Tiedosto
		Työnro <b>82131078</b>	Muutos
		Piirustusno <b>001</b>	Piirustuskst <b>2</b>
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) <b>Jenni Haapaniemi</b>		Piirt. <b>JHa</b>	Hyv. <b>Tomi Pulkkinen</b>
		Pvm <b>6.10.2010</b>	



-  Kairauspisteet
- KP1**
-  Pohjavesiputki
-  Alue, jolla todettu haitta-aineita
-  Tutkimusalue

k.osa/ kylä <b>IX</b>	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o <b>109P</b>	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide <b>Maaperän haitta-ainetutkimus</b>		Piirustuslaji	
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Tampereen kaupunki Soukkapuisto</b>		Piirustuksen sisältö <b>Tutkimuspisteet</b>	Mittakaava <b>1:500</b>
	Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 6800 fax 020 755 6801 www.ramboll.fi	Suunn. ala <b>YMP</b>	Työnro <b>82131078</b>
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) <b>Laura Pyykkö</b>		Piirustusno <b>002</b>	Tiedosto Muutos <b>2</b>
Piirt. LPy	Hyv. Tomi Pulkkinen	Pvm <b>6.10.2010</b>	