

Vastaanottaja  
Savonlinnan kaupunki

Asiakirjatyyppi  
Tutkimusraportti

Päivämäärä  
Heinäkuu 2012

Viite  
140540

# LI NNANSALMENKUJA, SAVONLI NNA YMPÄRI STÖTEKNI NEN LI SÄTUTKI MUS

Tarkastus 27.7.2012  
Päivämäärä 27.7.2012  
Laatija Mikko Penttinen  
Tarkastaja Iiro Kiukas  
Hyväksyjä Iiro Kiukas  
Kuvaus Linnansalmenkuja, Savonlinna:  
kiinteistöt -7-6, -91-1...4;  
maaperän ympäristötekniinen lisätutkimus  
Asiakirjatyyppi Tutkimusraportti

Viite 140540

## SISÄLTÖ

|       |                               |   |
|-------|-------------------------------|---|
| 1.    | Johdanto                      | 3 |
| 2.    | Kohdetiedot                   | 3 |
| 2.1   | Sijainti- ja omistukset       | 3 |
| 2.2   | Maaperä                       | 3 |
| 2.3   | Pinta- ja pohjavedet          | 4 |
| 2.4   | Aikaisemmat tutkimukset       | 4 |
| 3.    | Ymäristötekkinen lisätutkimus | 4 |
| 3.1   | Näytteenotto                  | 4 |
| 3.2   | Kenttähavainnot               | 4 |
| 3.3   | Analyysit                     | 4 |
| 4.    | Tutkimustulokset              | 5 |
| 4.1   | Kynnys- ja ohjeavot           | 5 |
| 4.2   | Analyysitulokset              | 6 |
| 4.2.1 | Kenttäanalyysit               | 6 |
| 4.2.2 | Laboratorion analyysitulokset | 6 |
| 5.    | Riskitarkastelu               | 6 |
| 5.1   | Rajaukset                     | 6 |
| 5.2   | Kriittisten aineiden valinta  | 6 |
| 5.3   | Leviämisen arviointi          | 6 |
| 5.4   | Altistuksen arviointi         | 6 |
| 5.5   | Vaikutusten arviointi         | 7 |
| 5.6   | Riskien luonnehtiminen        | 7 |
| 6.    | Yhteenveto tutkimuksesta      | 7 |

## PIIRUSTUSLUETTELO

YMP140540.1                      Lisätutkimuskartta                      1:1000

## LIITTEET

Liite 1  
Sijaintikartta

Liite 2  
Näyteluettelo

Liite 3  
Laboratorion analyysiselosteet

## 1. JOHDANTO

Savonlinnan kaupungin toimeksiannosta Ramboll Finland Oy on suorittanut ympäristöteknisen tutkimuksen Savonlinnassa Linnansalmenkujan varrella sijaitsevilla kiinteistöillä 7-6, 91-1, 91-2, 91-3 ja 91-4.

Naapurikiinteistöillä 92-1 ja 92-2 vuonna 2011–2012 suoritetuissa tutkimuksissa maaperässä havaittiin puuteollisuudesta peräisin olevaa jätettä (tuhkaa, sahanpurua) sekä haitta-aineita, kuten öljyjakeita, raskasmetalleja sekä dioksiineja/furaaneja. Lisätutkimuksen tarkoituksena oli selvittää esiintyykö nyt tutkittujen kiinteistöjen maaperässä naapurikiinteistöillä todettuja jätetäyttöjä sekä haitta-aineita.

Tilaaajan edustajana työssä on toiminut maankäyttö- ja satamamestari Jukka Vaahtoluoto Savonlinnan kaupungilta. Ramboll Finland Oy:ssä lisätutkimuksesta vastasi projektipäällikkönä ins. Mikko Penttinen.

## 2. KOHDETIEDOT

### 2.1 Sijainti- ja omistukset

Tutkimuskohde sijaitsee Savonlinnassa, Linnansalmenkujalla kiinteistöjen 740-9-7-6, -91-1, -91-2, -91-3, ja -91-4 alueilla. Kiinteistöt omistaa Savonlinnan kaupunki.

Kiinteistöllä 740-9-7-6 sijaitsee rivitaloasuntoja. Tutkimusalue rajoittui Linnansalmenkujan sekä rivitalo- ja teknistentilojen väliselle nurmialueelle. Kiinteistön pinta-ala on 7447 m<sup>2</sup>.

Kiinteistöt 740-9-91-1...4 ovat rakentamattomia kiinteistöjä. Yhdellä kiinteistöllä on aikaisemmin sijainnut räjähdetarasto, jonka rakenteita on edelleen alueella (varastokopit, aitausta). Kiinteistöjen pinta-alat ovat 1: 3152 m<sup>2</sup>, 2: 3280 m<sup>2</sup>, 3: 3374 m<sup>2</sup> ja 4: 3014 m<sup>2</sup>. Kiinteistöt rajautuvat etelästä Linnansalmenkujaan ja pohjoisesta metsittyneeseen kiinteistöön 740-9-9903-2 (puisto). Kiinteistön 4 koillispuolella sijaitsee meluvallia.

Kohteen sijainti on esitetty sijaintikartassa liitteessä 1.

### 2.2 Maaperä

Kiinteistöllä 7-6 tutkimusalueella oli nurmipinnoite. Maaperä koostui pääosin täyttömaahiekasta ja -sorasta 0–0,8...1,0 metrin syvyydelle maanpinnasta. Pohjoisimmassa tutkimuspisteessä (LK12) todettiin täyttömaana hiekkaa syvyydelle 1,8 metriä maanpinnasta. Perusmaana todettiin siltistä hiekkaa tutkimussyvyydelle 2,2...2,8 metriä maanpinnasta. Yhdessä tutkimuspisteessä (LK4) todettiin moreenia syvyydellä 2,8–3,0 metriä maanpinnasta. Kairaukset päättyivät kiviin tutkimuspisteissä LK1A ja LK3.

Kiinteistöillä 91-1...91-4 oli noin 0,1 metrin paksuinen humuskerros. Tontilla 91-1 todettiin tutkimuspisteessä LK5 täyttömaana hiekkaa ja soraa syvyydellä 0–0,5 metriä maanpinnasta. Perusmaana tontilla havaittiin silttiä syvyydelle 2,0...2,2 metriä maanpinnasta sekä lisäksi moreenia tutkimuspisteessä LK6 syvyydellä 2,0–2,2 metriä maanpinnasta. Tontilla 91-2 ei todettu täyttömaakerroksia. Perusmaana todettiin silttiä tutkimussyvyydelle 2,2 metriä maanpinnasta. Tontilla 91-3 todettiin pohjoisosassa täyttömaapenger, joka koostui hiekasta ja sorasta 1,3 metrin syvyydelle maanpinnasta (tutkimuspiste LK10). Perusmaana tontilla todettiin silttiä syvyydelle 2,2 metriä maanpinnasta. Tontin 91-4 eteläosassa todettiin täyttömaana hiekkaa ja soraa syvyydellä 0–1,0 metriä maanpinnasta ja haketta syvyydellä 1,0–1,2 metriä maanpinnasta. Perusmaana havaittiin silttiä syvyydelle 2,2 metriä maanpinnasta. Tontin pohjoisosassa oli louhetäyttöä.

Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty lisätutkimuskartassa YMP140540.1. Aistinvaraiset maalarviot on esitetty näytteittäin liitteenä 2 olevassa näyteluettelossa.

### 2.3 Pinta- ja pohjavedet

Alueen pintavedet imeytyvät maastoon. Tontilla 7-6 pintavedet on johdettu tutkimusalueella pintakallistuksin kiinteistön ulkopuolelle ja sisäpihoilla sadevesiviemäriin.

Kiinteistö 7-6 rajautuu etelästä Saimaan Pihlajaveteen. Osassa tutkimuspisteitä todettiin vettä noin 1,5...2,2 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Kohde ei sijaitse vedenhankintaa varten tärkeällä pohjavesialueella. Lähin veden hankintaa varten tärkeä pohjavesialue (Lähteelä, 0674001) sijaitsee 4,7 km tutkimuskohteessa koilliseen.

### 2.4 Aikaisemmat tutkimukset

Nyt tutkituilla kiinteistöillä ei tietyvästi ole suoritettu aikaisemmin ympäristötekniisiä tutkimuksia tai maaperän kunnostustoimenpiteitä.

Naapurikiinteistöillä 92-1 ja 92-2 on suoritettu ympäristötekniisiä tutkimuksia vuosina 2011 ja 2012. Tutkimuksissa havaittiin paikoin maaperän pilaantumista öljyjakeilla, metalleilla sekä dioksiineilla/furaaneilla. Alueella havaittiin useassa koekuopassa purutäyttöä sekä paikoin tuhkaa ja rakennusjätettä. Purussa todettiin VNa:n 214/2007 alemman ohjearvotason ja tuhkassa ylemmän ohjearvotason ylittävät pitoisuudet dioksiineja/furaaneja. Tutkimusten perusteella alueella oli maaperän kunnostustarve. Tutkimuksista on laadittu raportit:

- *Savonlinnan kaupunki. Linnansalmenkuja, Savonlinna. Ympäristötekniinen tutkimus. Tutkimusraportti. 27.1.2012. Ramboll Finland Oy.*
- *Savonlinnan kaupunki. Linnansalmenkuja, Savonlinna. Ympäristötekniisen tutkimuksen lisäselvitys. Tutkimusraportti. 20.2.2012. Ramboll Finland Oy.*

## 3. YMÄRISTÖTEKNINEN LISÄTUTKIMUS

### 3.1 Näytteenotto

Näytteenotto suoritettiin 9.7.2012 DualTube –ympäristönäytteenottimella varustetulla monitoimikairalla. Näytteitä otettiin yhteensä 13 tutkimuspisteestä. Tutkimuspisteet sijoitettiin seuraavasti:

- Tontti 7-6: 6 kpl (tunnukset: LK1A, LK1B, LK2, LK3, LK4, LK12)
- Tontti 91-1: 2 kpl (tunnukset: LK5, LK6)
- Tontti 91-2: 2 kpl (tunnukset LK7, LK8)
- Tontti 91-3: 2 kpl (tunnukset: LK9, LK10)
- Tontti 91-4: 1 kpl (tunnus: LK11)

Tutkimuspisteistä otettiin maanäytteitä kerroksittain yhteensä 34 kpl. Näytteiden maalajit arvioitiin aistinvaraisesti. Näytteitä otettiin syvyydeltä 0–0,8...3,4 metriä maanpinnasta. Kalliopintaa ei havaittu. Kairaukset päätettiin määräsyyvyteen (2,2...3,4 metriä maanpinnasta) sekä kiviin syvyydellä 0,8 metriä maanpinnasta (LK1A) ja 1,8 metriä maanpinnasta (LK3). Kaikki näytteet on esitetty liitteenä 2 olevassa näyteluettelossa.

### 3.2 Kenttähavainnot

Maanäytteissä ei ollut aistinvaraisesti havaittavissa viitteitä maaperän pilaantuneisuudesta. Mahdollista puuteollisuudesta peräisin olevia täyttökerroksia ei todettu, lukuun ottamatta tutkimuspisteessä LK11 syvyydellä 1,0–1,2 metriä maanpinnasta todettua hakekerrosta.

### 3.3 Analyysit

Kenttämittareilla mitattiin 20 näytteestä raskasmetallien pitoisuudet (Innov-X) ja 12 kokonaishii-livetypitoisuudet (PetroFlag). Kenttämittaustulosten perusteella varmistettiin kahdesta näytteestä öljyjakeiden (>C10–C40) ja kahdesta raskasmetallien pitoisuudet laboratorioanalyysin. Lisäksi tontin 7-6 tutkimuspisteiden LK1–LK4 täyttömaanäytteistä syvyydeltä 0–0,8...1,0 metriä maanpinnasta koottiin kokoomanäyte (tunnus: KOK LK1-4), josta analysoitiin laboratoriossa dioksiinien ja furaanien pitoisuudet. Laboratorioanalyysit suoritettiin Ramboll Analyticsin laboratoriossa Lahdessa GC-FID- ja ICP-MS –laitteistoilla.

## 4. TUTKIMUSTULOKSET

### 4.1 Kynnys- ja ohjearvot

Ympäristönsuojelulaissa (YSL 4.2.2000/86) olevan maaperän pilaamiskiellon mukaan maahan ei saa jättää tai päästää jätettä tai muutakaan ainetta siten, että seurauksena on sellainen maaperän laadun huononeminen, josta voi aiheutua vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle, viihtyisyyden melkoista vähentymistä tai muu niihin verrattava yleisen tai yksityisen edun loukkaus (7 §).

Maaperänäytteistä mitattuja haitta-ainepitoisuuksia verrataan maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa käytettäviin kynnys- ja ohjearvoihin. Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 määritellään maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa käytettävät kynnys- ja ohjearvot seuraavasti:

- Kynnysarvo ilmaisee haitta-aineen sellaisen pitoisuuden, jonka ylittävät pitoisuudet edellyttävät maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointia
- Alempi ohjearvo ilmaisee haitta-aineen pitoisuuden, jonka ylittävät pitoisuudet yleensä edellyttävät maaperän kunnostamistoimenpiteitä alueilla, joiden maankäyttö on herkkää
- Ylempi ohjearvo ilmaisee haitta-aineen pitoisuuden, jonka ylittävät pitoisuudet yleensä edellyttävät maaperän kunnostustoimenpiteitä

Alempaa ohjearvoa käytetään vertailuarvona yleensä, jos alueen maankäyttö on herkkää, esimerkiksi asutus, päiväkotitai elintarvikkeiden tuotanto. Ylempi ohjearvo on vertailuarvona lähtökohtaisesti, jos maankäyttö ei ole herkkää, kuten esimerkiksi teollisuus, varastointi tai liikenne.

Taulukko 1. VN:n 214/2007 mukaiset kynnys- ja ohjearvot (pitoisuudet mg/kg).

| Haitta-aine   | Kynnysarvo | Alempi ohjearvo | Ylempi ohjearvo |
|---|------------|-----------------|-----------------|
| Öljyjakeet (>C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )         | 300        |                 |                 |
| Keskitisleet (>C <sub>10</sub> -C <sub>21</sub> )       |            | 300             | 1000            |
| Raskaat öljyjakeet (>C <sub>21</sub> -C <sub>40</sub> ) |            | 600             | 2000            |
| Antimoni  | 2          | 10              | 50              |
| Arseeni   | 5          | 50              | 100             |
| Elohopea  | 0,5        | 2               | 5               |
| Kadmium   | 1          | 10              | 20              |
| Koboltti  | 20         | 100             | 250             |
| Kromi   | 100        | 200             | 300             |
| Kupari  | 100        | 150             | 200             |
| Lyijy   | 60         | 200             | 750             |
| Nikkeli   | 50         | 100             | 150             |
| Sinkki  | 200        | 250             | 400             |
| Vanadiini   | 100        | 150             | 250             |
| Dioksiini ja furaani (WHO-TEQ)                          | 0,00001    | 0,0001          | 0,0015          |

## 4.2 Analyysitulokset

### 4.2.1 Kenttäanalyysit

PetroFlag-kenttämittarilla todettiin öljyjakeiden kynnysarvotason ylittävät kokonaishiilivetypitoisuudet näytteissä LK5 0-0,5m (337 mg/kg) ja LK12 0-1,0m (407 mg/kg). Muissa tutkituissa näytteissä todettiin lievästi kohonneita kokonaishiilivetypitoisuuksia välillä 9...255 mg/kg.

Innov-X –kenttämittarilla todettiin näytteissä LK3 0-1,0m ja LK5 0-1,0m kynnysarvotason ylittävät pitoisuudet kromia (101 mg/kg ja 103 mg/kg) sekä näytteessä LK1A 0-0,8m arseenia (6 mg/kg).

Kenttämittaustulokset on esitetty liitteenä 2 olevassa näyteluettelossa.

### 4.2.2 Laboratorion analyysitulokset

Suoritetuissa rinnakkaisanalyyseissä näytteiden LK5 0-0,5m ja LK12 0-1,0m öljyjakeiden pitoisuuksiksi varmistuivat 38 mg/kg ja 85 mg/kg. Pitoisuudet eivät ylitä VNa:n öljyjakeiden kynnysarvotasoa.

Näytteen LK3 0-1,0m kromin pitoisuudeksi varmistui 29 mg/kg, joka ei ylitä VNa:n kynnysarvotasoa. Näin ollen myöskään näytteen L5 0-1,0m kromin pitoisuus ei ylitä kynnysarvotasoa. Näytteen LK1A 0-0,8m arseenin pitoisuudeksi varmistui 12 mg/kg, mikä ylittää VNa:n kynnysarvotasoa. Muutoin analyyseissä ei todettu VNa:n kynnysarvotasoa ylittäviä pitoisuuksia muita raskasmetalleja.

Kokoomanäytteessä KOK LK1-4 todettiin VNa:n 214/2007 kynnysarvotason ylittävä pitoisuus 20 ng/kg dioksiineja ja furaaneja.

Laboratorion analyysitulokset on esitetty liitteenä 2 olevassa näyteluettelossa. Laboratorion analyysiselosteet ovat raportin liitteenä 3.

## 5. RISKITARKASTELU

### 5.1 Rajaukset

Riskitarkastelussa on arvioitu kohteessa suoritetuissa ympäristöteknessä tutkimuksissa havaittujen arseenin sekä dioksiinien ja furaanien aiheuttamia terveydellisiä haittavaikutuksia maaperässä.

### 5.2 Kriittisten aineiden valinta

Tarkastelu perustuu dioksiinien ja furaanien pitoisuuteen. Ko. haitta-aineita havaittiin maaperässä yli VNa:n kynnysarvotason ylittävä pitoisuus. Arseenin pitoisuus (12 mg/kg) alittaa GTK:n taustapitoisuusrekisterissä alueelle asetetun suurimman suositetun taustapitoisuusarvon (15 mg/kg; arseeniprovinssi 1, luonnonmaa: savi, hiesu, hieno hiesu, siltti). ) Todetun arseenipitoisuuden katsotaan olevan alueen yleisen taustapitoisuuden luokkaa, eikä siitä näin ollen arvioida aiheutuvan haittaa ympäristölle tai terveydelle.

### 5.3 Leviämisen arviointi

Dioksiineja ja furaaneja havaittiin rakennusten ja Linnansalmenkujan tiealueen välisellä nurmi-alueella täyttömaasta otetuissa näytteissä syvyydellä 0...1,0 metriä maanpinnasta. Alueen nurmi-pinnoite estää haitta-aineiden leviämisen pölyämisen vaikutuksesta. Haitta-aineet ovat liukene-mattomia. Haitta-aineen ominaisuuksista sekä pienestä pitoisuuksista johtuen leviämistä pinta-vesien imeytymisen kautta pohjaveteen ei arvioida tapahtuvan.

### 5.4 Altistuksen arviointi

Koska alue on nurmipintainen, ei haitta-aineille nykyisellään altistuta suoran ihokosketuksen tai hengityksen kautta. Kohde ei ole vedenhankintaa varten tärkeällä pohjavesialueella eikä lähistöllä ole pohjaveden käyttöä. Haitta-aineen ei myöskään arvioida ominaisuuksista sekä pienistä pitoisuuksista johtuen liukenevan pohjaveteen. Näin ollen haitta-aineille ei arvioida altistuvan pohjaveden välityksellä.

### 5.5 Vaikutusten arviointi

Maaperässä havaitut haitta-aineet aiheuttavat riskin ympäristölle ja terveydelle. Havaittujen haitta-aineiden ei kuitenkaan arvioida leviävän nykyisellään ympäristöön, eikä niille altistuta nykyisellään. Arseenin pitoisuus (12 mg/kg) alittaa GTK:n taustapitoisuusrekisterissä alueelle asetetun suurimman suositetun taustapitoisuusarvon (15 mg/kg; arseeniprovinssi 1, luonnonmaa: savi, hiesu, hieno hiesu, siltti). Kiinteistöllä ei ole nykyisellään kunnostustarvetta.

### 5.6 Riskien luonnehtiminen

Kohteen maaperässä todettiin dioksiineja ja furaaneja, joista aiheutuu riski ympäristölle ja terveydelle. Haitta-aineista aiheutuu riski, mutta selkeää haittaa ei nykytilanteessa aiheudu. Haitta-aineet eivät leviä kiinteistön ulkopuolelle tai pohjaveteen, eikä niille altistuta suoran ihokosketuksen tai hengitysteitse pölyämisen vaikutuksesta. Maarakennustöiden yhteydessä haitta-aineille voidaan altistua kaivun yhteydessä sekä mahdollisesti kaivumaiden jatkosijoittamisen kautta.

## 6. YHTEENVETO TUTKIMUKSESTA

Ympäristötekni- sen lisätutkimuksen tarkoituksena oli selvittää esiintyykö nyt tutkituilla kiinteistöillä -7-6 sekä -91-1...4 naapurikiinteistöillä -92-1 ja -92-2 havaittua puuteollisuudesta peräisin olevaa jätettä (purua, tuhkaa) tai haitta-aineita.

Lisätutkimuksessa ei maaperässä havaittu viitteitä sahanpurusta tai tuhkasta. Tutkimuspisteessä LK11 todettiin haketta syvyydellä 1,0–1,2 metriä maanpinnasta. Tutkimuspisteessä LK1A syvyydellä 0–0,8 metriä maanpinnasta todettiin laboratorioanalyyseissä VNa:n kynnysarvotason ylittävä pitoisuus 12 mg/kg arseenia. Lisäksi tontin -7-6 pintamaa (0...1,0 m) näytteistä kootussa kokoomänäytteessä todettiin dioksiineja ja furaaneja kynnysarvotason ylittävä pitoisuus. Muutoin maaperässä ei todettu tutkituilla alueilla VNa:n kynnysarvotasoa ylittäviä pitoisuuksia tutkittuja haitta-aineita (öljyjakeet, metallit).

Lievästi kohonneet arseenin ja dioksiinien/furaanien pitoisuudet sijaitsevat rakennuksen ja tien välisellä nurmipintaisella piha-alueella. Arseenin pitoisuus alittaa GTK:n taustapitoisuusrekisterissä alueelle asetetun suurimman suositetun taustapitoisuusarvon (15 mg/kg; arseeniprovinssi 1, luonnonmaa: savi, hiesu, hieno hiesu, siltti). Todetun arseenipitoisuuden katsotaan olevan alueen yleisen taustapitoisuuden luokkaa, eikä siitä arvioida aiheutuvan haittaa ympäristölle tai terveydelle. Dioksiinit/furaanit sitoutuvat voimakkaasti maaperään, eivätkä ne ole vesiliukoisia tai haihtuvia. Koska kohde ei ole ns. herkkäkohde, ei todetusta kynnysarvotason ylittävästä pitoisuudesta arvioida aiheutuvan haittaa ympäristölle tai terveydelle. Kynnysarvon ylityksestä aiheutuu kiinteistölle maa-ainesten käyttörajoite.

Tutkimusraportti tulee toimittaa tiedoksi Savonlinnan kaupungin ympäristönsuojeluviranomaiselle ja Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle.

Mikkelissä 27. heinäkuuta 2012  
Ramboll Finland Oy



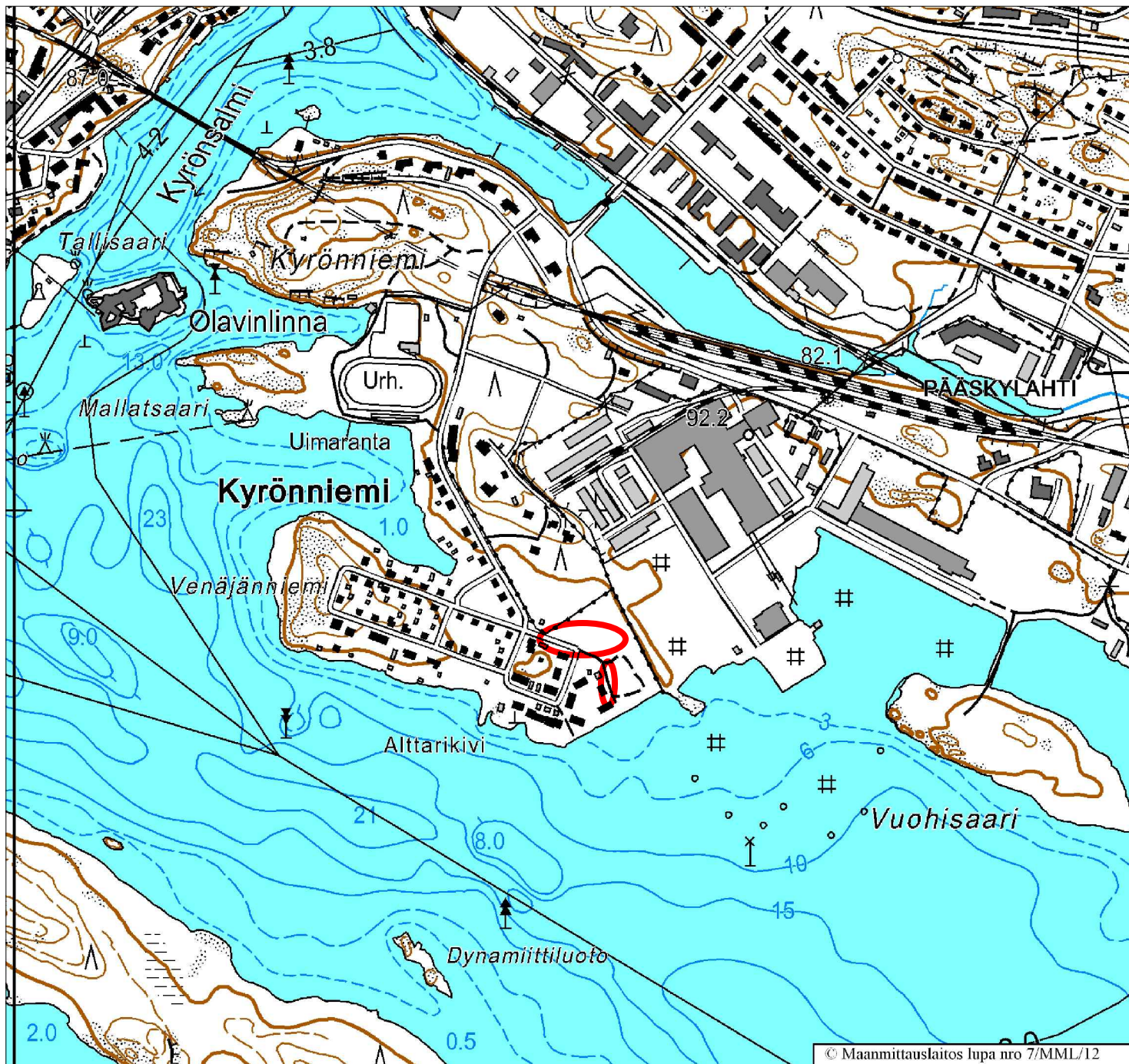
Mikko Penttinen  
Ins. Projektipäällikkö



Iiro Kiukas  
DI. Projektipäällikkö



LIITE 1  
SIJAINTIKARTTA

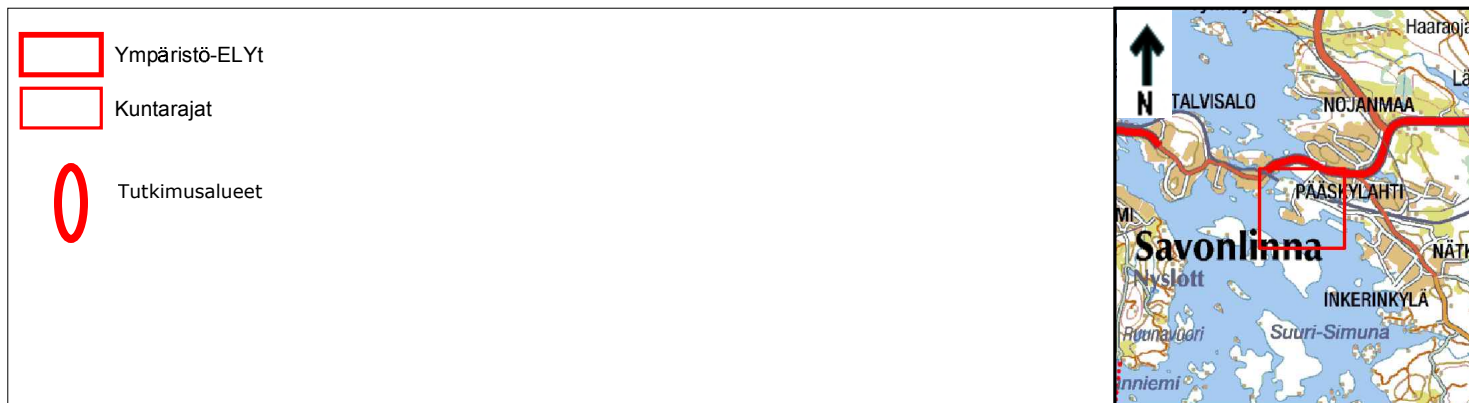


Mittakaava 1:10000



Koordinaattijärjestelmä: KKJ-yk

Nurkkapisteen koordinaatit: 6862039:3599985 - 6863869:3601925



## LIITE 2 NÄYTELUETTELO

e= Ohjearvo määritetty ekologisten riskin perusteella

t= Ohjearvo määritetty terveysriskien perusteella

p= Pohjaveden pilaantumisen riski on tavanomaista suurempi alemmaa ohjearvoa alemmissa pitoisuuksissa

100 Pitoisuus kynnysarvon ja alemman ohjearvon välillä

100 Pitoisuus alemman ohjearvon ja ylempään ohjearvon välillä

100 Pitoisuus yli ylempään ohjearvon

| PISTE           | SYVYYS<br>[m] | MAALAJI  | AI STIHA-<br>VAI NNOT | ANALYYSI -<br>MENETELMÄ | Keskitti-                  | Raskaat                         | Öljyja-                   | Kokonais-                       | PCDD-<br>PCDF-PCB | As     | Cd    | Co     | Cr     | Ni     | Pb     | Sb    | V      | Cu     | Zn     | Hg    | HUOMIOITA                         |
|-----------------|---------------|----------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-----------------------------------|
|                 |               |          |                       |                         | leet >C10-<br>C21<br>mg/kg | öljyjakeet<br>>C21-C40<br>mg/kg | keet >C10<br>C40<br>mg/kg | hiilivety<br>PetroFlag<br>mg/kg |                   | µg/kg  | mg/kg | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg  | mg/kg |                                   |
| Kynnysarvo      |               |          |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       |                                   |
| Alempi ohjearvo |               |          |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       |                                   |
| Ylempi ohjearvo |               |          |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       |                                   |
| LK1A            | 0-0,8         | Hk, Sr   |                       | PF, Innov<br>ICP-MS     |                            |                                 | 118                       |                                 | 0,01              | 5      | 1     | 20     | 100    | 50     | 60     | 2     | 100    | 100    | 200    | 0,5   | Kairaus päättyi kivien.           |
|                 | 0-1,0         | Hk, Sr   |                       | PF, Innov               |                            |                                 | 252                       |                                 | 0,1(t)            | 50(e)  | 10(e) | 100(e) | 200(e) | 100(e) | 200(t) | 10(t) | 150(e) | 150(e) | 250(e) | 2(e)  | laboratorioanalyysi               |
| LK1B            | 1,0-2,2       | SiHk/ Mr | Marka                 | Innov                   |                            |                                 |                           |                                 | 1,5(e)            | 100(e) | 20(e) | 250(e) | 300(e) | 150(e) | 750(e) | 50(e) | 250(e) | 200(e) | 400(e) | 5(e)  |                                   |
|                 | 2,2-3,4       | SiHk     | Marka                 |                         |                            |                                 |                           |                                 | (p)               | (p)    |       |        |        |        | (p)    |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK2             | 0-1,0         | Hk, Sr   |                       | PF, Innov               |                            |                                 | 228                       |                                 |                   | -      | -     | 7      | 61     | -      | 20     | -     | 61     | 34     | 63     | -     |                                   |
|                 | 1,0-2,2       | SiHk     | Marka, ei näytettä    |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK3             | 0-1,0         | Hk, Sr   |                       | PF, Innov<br>ICP-MS     |                            |                                 | 79                        |                                 |                   | -      | -     | 6      | 101    | -      | 12     | -     | 55     | 40     | 44     | -     | laboratorioanalyysi               |
|                 | 1-1,8         | Hk, Sr   |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   | 4,4    | <0,2  | 5,2    | 29     | 17     | 6,6    | <0,5  | 27     | 23     | 27     | <0,1  | Kairaus päättyi kivien.           |
| LK4             | 0-1,0         | Hk, Sr   |                       | PF, Innov               |                            |                                 | 118                       |                                 |                   | -      | -     | 5      | 39     | -      | 18     | -     | 42     | 22     | 33     | -     |                                   |
|                 | 1,0-2,0       | Hk, Sr   |                       | Innov                   |                            |                                 |                           |                                 |                   | -      | -     | 4      | 68     | -      | 11     | -     | 46     | 26     | 32     | -     |                                   |
|                 | 2,0-2,8       | SiHk     |                       | Innov                   |                            |                                 |                           |                                 |                   | -      | -     | 5      | 68     | -      | 12     | -     | 49     | 41     | 45     | -     |                                   |
|                 | 2,8-3,0       | Mr       |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Kairaus päättyi kivien.           |
| LK5             | 0-0,5         | Hk, Si   | Täyttömaata           | PF, Innov<br>GC-FID     | <10                        | 32                              | 38                        | 337                             |                   | -      | -     | 4      | 103    | -      | 10     | -     | 58     | 27     | 48     | -     | laboratorioanalyysi               |
|                 | 0,5-1,0       | Si       |                       | PF, Innov               |                            |                                 | 34                        |                                 |                   | -      | -     | 5      | 65     | -      | 10     | -     | 39     | 25     | 41     | -     |                                   |
|                 | 1,0-1,6       | Si       |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       |                                   |
|                 | 1,6-2,2       | Si       | Marka                 |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK6             | 0-1,0         | Si       |                       | Innov                   |                            |                                 |                           |                                 |                   | -      | -     | 9      | 78     | -      | 12     | -     | 53     | 33     | 43     | -     |                                   |
|                 | 1,0-2,0       | Si/ HkSr |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       |                                   |
|                 | 2,0-2,2       | Mr       |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK7             | 0-1,0         | Si       |                       | PF, Innov               |                            |                                 | 14                        |                                 |                   | -      | -     | 5      | 87     | -      | 11     | -     | 63     | 32     | 38     | -     |                                   |
|                 | 1,0-2,2       | Si       |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK8             | 0-1,0         | Si       |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
|                 | 1,0-2,2       | Si, eks  |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK9             | 0-1,0         | Sr/ HkSi |                       | PF, Innov               |                            |                                 | 9                         |                                 |                   | -      | -     | 5      | 86     | -      | 14     | -     | 49     | 21     | 40     | -     |                                   |
|                 | 1,0-2,2       | Si       |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK10            | 0-1,0         | Hk       | Täyttömaata           | PF, Innov               |                            |                                 | 45                        |                                 |                   | -      | -     | 5      | 41     | -      | 11     | -     | 40     | 19     | 33     | -     |                                   |
|                 | 1,0-1,3       | Hk       | Täyttömaata           | Innov                   |                            |                                 |                           |                                 |                   | -      | -     | 5      | 38     | -      | 13     | -     | 43     | 14     | 24     | -     |                                   |
|                 | 1,3-2,2       | Si       |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   |        |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Määräsyvyys.                      |
| LK11            | 0-1,0         | Hk, Sr   | Täyttömaata           | PF, Innov               |                            |                                 | 255                       |                                 |                   | -      | -     | 4      | 43     | -      | 12     | -     | 37     | 19     | 29     | -     |                                   |
|                 | 1,0-1,2       | Hake     |                       |                         |                            |                                 |                           |                                 |                   | -      | -     | 4      | 56     | -      | 11     | -     | -      | 21     | 34     | -     | Määräsyvyys.                      |
|                 | 1,2-2,2       | Si       |                       | Innov                   |                            |                                 |                           | 407                             |                   | -      | -     | 3      | 62     | -      | 18     | -     | -      | 23     | 49     | -     |                                   |
| LK12            | 0-1,0         | Hk       | Täyttömaata           | PF, Innov<br>GC-FID     | 10                         | 75                              | 85                        |                                 |                   | -      | -     | 3      | 62     | -      | 18     | -     | -      | 23     | 49     | -     | laboratorioanalyysi               |
|                 | 1,0-1,8       | Hk       | Täyttömaata           | Innov                   |                            |                                 |                           |                                 |                   | -      | -     | 3      | 30     | -      | 10     | -     | 45     | 15     | 12     | -     |                                   |
|                 | 1,8-2,2       | Si       |                       | Innov                   |                            |                                 |                           |                                 |                   | -      | -     | 3      | 69     | -      | 11     | -     | -      | 21     | 33     | -     | Määräsyvyys.                      |
| KOK LK1-4       | 0..1,0        | Hk, Sr   | Täyttömaata           | GC-FID                  |                            |                                 |                           |                                 |                   | 0,02   |       |        |        |        |        |       |        |        |        |       | Kokoomanäyte, laboratorioanalyysi |

LIITE 3  
LABORATORION ANALYYSISELOSTEET

# Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82140540/1

Ramboll Finland Oy / Mikkeli

Jääkärintie 33  
50130 MIKKELI

|                   |  |                        |           |
|-------------------|--|------------------------|-----------|
| Tutkimuksen nimi: | Savonlinnan kaupunki, Linnansalmenkujan lisätutkimus | Näytteenottopvm:       | 9.7.2012  |
|                   |  | Näyte saapui:          | 16.7.2012 |
| Näytteenottaja:   | Penttinen Mikko                                      | Analysointi aloitettu: | 16.7.2012 |

## Maanäytteet

|  | LK1A          | LK3           | LK5           | LK13          | Yksikkö  | Menetelmä |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------|
| Näytteenottpisteet                               | LK1A          | LK3           | LK5           | LK13          |          |           |
| Näyttenumero                                     | 12MM<br>02055 | 12MM<br>02056 | 12MM<br>02057 | 12MM<br>02058 |          |           |
| <b>MÄÄRITYKSET</b>                               |               |               |               |               |          |           |
| Näytteenottosyvyys                               | 0-0,8         | 0-1,0         | 0-0,5         | 0-1,0         | m        |           |
| Kuiva-aine                                       | 91            | 92            | 88            | 91            | m-%      | RA4016    |
| Esikäsittely, mikroaaltohajotus,<br>kuningasvesi | ok            | ok            |               |               |          | RA3007    |
| Metallit, PIMA maa                               | ok            | ok            |               |               |          |           |
| Antimoni (Sb)                                    | <0,5          | <0,5          |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Arseeni (As)                                     | 12            | 4,4           |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Elohopea (Hg), PIMA                              | <0,1          | <0,1          |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Kadmium (Cd)                                     | 0,35          | <0,2          |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Koboltti (Co)                                    | 6,1           | 5,2           |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Kromi (Cr)                                       | 41            | 29            |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Kupari (Cu)                                      | 52            | 23            |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Lyijy (Pb)                                       | 15            | 6,6           |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Nikkeli (Ni)                                     | 24            | 17            |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Sinkki (Zn)                                      | 110           | 38            |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Vanadiini (V)                                    | 52            | 27            |               |               | mg/kg ka | RA3000*   |
| Öljyhiilivetyjakeet (C10-C40), maa               |               |               | 38            | 85            | mg/kg ka | RA4020*   |
| Keskitisleet (C10-C21)                           |               |               | <10           | 10            | mg/kg ka | RA4020*   |
| Raskaat öljyjakeet (C21-C40)                     |               |               | 32            | 75            | mg/kg ka | RA4020*   |

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

# Tutkimustodistus

Projekti: 82140540/1

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

## Ramboll Analytics



Anri Aallonen  
FM, kemisti, +358 20 755 7930

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** mikko.penttinen@ramboll.fi

## Menetelmien kuvaukset

Öljyhiilivetyjakeet, maa

Öljyhiilivedyt määritettiin kaasukromatografisesti asetoni/heksaaniuuton ja florisil-puhdistuksen jälkeen käyttäen FI-detektoria. Menetelmällä määritetään poolittomien hiilivetyjen summa välillä C10H22 - C40H82 (dekaani - tetrakontaani). Määritysraja on 10 mg/kg ja mittausepävarmuus 31 %. Menetelmä perustuu standardiohjeisiin ISO 11046 ja ISO 16703.

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

# Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 82140540/2

Ramboll Finland Oy / Mikkeli

Jääkärintie 33  
50130 MIKKELI

|                    |  |                        |           |
|--------------------|--|------------------------|-----------|
| Tutkimuksen nimi:  | Savonlinnan kaupunki, Linnansalmenkujan lisätutkimus | Näytteenottopvm:       | 9.7.2012  |
| Näytteenottopiste: | KOK LK1-4 pinta                                      | Näyte saapui:          | 16.7.2012 |
| Näytteenottaja:    | Penttinen Mikko                                      | Analysointi aloitettu: | 16.7.2012 |

## Maanäytteet

| Määrittely                               | 12MM02059 | Yksikkö  | Menetelmä |
|--|-----------|----------|-----------|
| Kuiva-aine                               | 89        | m-%      | RA4016    |
| PCDD/F maa                               | ok        |          | RA4035*   |
| 2,3,7,8-TetraCDD                         | <0,5      | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,7,8-PentaCDD                       | <2        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,4,7,8-HexaCDD                      | <2        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,6,7,8-HexaCDD                      | 10        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,7,8,9-HexaCDD                      | <2        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD                   | 14        | ng/kg ka | RA4035*   |
| OctaCDD                                  | 30        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 2,3,7,8-TetraCDF                         | <0,5      | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,7,8-PentaCDF                       | <2        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 2,3,4,7,8-PentaCDF                       | <2        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,4,7,8-HexaCDF                      | 2         | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,6,7,8-HexaCDF                      | 2         | ng/kg ka | RA4035*   |
| 2,3,4,6,7,8-HexaCDF                      | 4         | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,7,8,9-HexaCDF                      | <2        | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF                   | 510       | ng/kg ka | RA4035*   |
| 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF                   | <2        | ng/kg ka | RA4035*   |
| OctaCDF                                  | 460       | ng/kg ka | RA4035*   |
| Lower bound NATO(1989)-TEQ               | 0,000017  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Middle bound NATO(1989)-TEQ              | 0,000018  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Upper bound NATO(1989)-TEQ               | 0,000020  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Lower bound WHO(1998)-TEQ                | 0,000016  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Middle bound WHO(1998)-TEQ               | 0,000018  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Upper bound WHO(1998)-TEQ, (Vn 214/2007) | 0,000020  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Lower bound WHO(2005)-TEQ                | 0,000016  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Middle bound WHO(2005)-TEQ               | 0,000018  | mg/kg ka | RA4035*   |
| Upper bound WHO(2005)-TEQ                | 0,000020  | mg/kg ka | RA4035*   |

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



# Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 82140540/2

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

## Ramboll Analytics

*Salla Partio*

Salla Partio  
FM, Tutkimuskemisti, +358 20 755 7921

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Jakelu** mikko.penttinen@ramboll.fi

## Menetelmien kuvaukset

PCDD/F maa/kiinteä

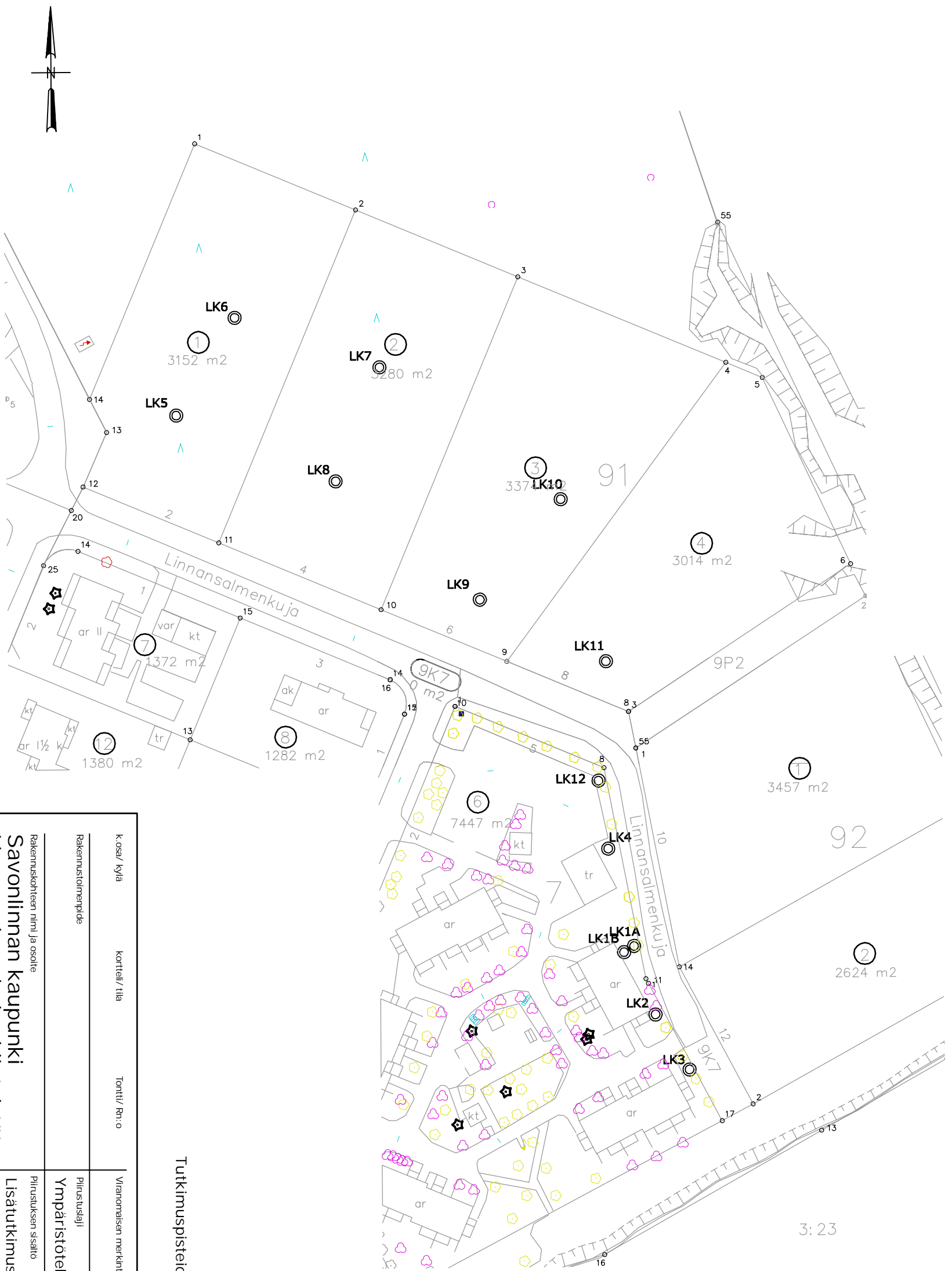
Näyte uutettiin tolueenilla käyttäen ASE-tekniikkaa ja puhdistettiin käyttäen erilaisia pylväspuhdistuksia. Näyte analysoitiin GC-HRMS tekniikkaa käyttäen. Menetelmän mittausepävarmuus on 20 -60 %. Menetelmä perustuu standardeihin mod. EPA 1613, mod. EPA 8280A, ja EN 1948-2.

Lower bound-TEQ arvossa kongeneerien, joiden pitoisuus ei ylitä määritysrajaa, pitoisuus lasketaan nollana.

Middle bound-TEQ arvossa kongeneerien, joiden pitoisuus ei ylitä määritysrajaa, pitoisuus lasketaan 0.5 kertaa määritysrajana.

Upper bound-TEQ arvossa kongeneerien, joiden pitoisuus ei ylitä määritysrajaa, pitoisuus lasketaan määritysrajana.

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



TutkimuspiSTEIDEN sijainnit ovat likimääräisiä.

|  |                                |               |                         |
|--|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| k.osa/ kyla  | korttel/ tila                  | Tontti/ Rn:o  | Viranomaisen merkintöjä |
| Rakennusluuppi   |                                |               |                         |
| Rakennuskohteen nimi ja osate  | Ympäristötekninen lisätutkimus |               | Julkaseva nro           |
| Savonlinnan kaupunki   | Lisätutkimuskartta             |               | Mittakaava              |
| Linnansalmenkujja: kiinteistöt:<br>7-6, 91-1, 91-2, 91-3, 91-4<br>Savonlinna       |                                |               | 1 : 1000                |
| Ramboll<br>Jääkärikatu 33<br>50130 Mikkel<br>puh. 020 755 7360<br>fax 020 755 7361 | Suunn. ala                     | Työnro        | Tiedosto                |
| <b>RAMBOLL</b>   | <b>YMP</b>                     | <b>140540</b> |                         |
| hvv.<br>MPn  | Piirustusno                    | Piirustuksia  | Muutos                  |
|  | 1                              | 1             |                         |
|  | suunn.<br>MPn                  | piirt.<br>MPn | pvm<br>27.7.2012        |