

Vastaanottaja  
**Loviisan kaupunki**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**11/2020**

# HADDOM SKOLA

## RAKENNETUTKIMUS



## HADDOM SKOLA RAKENNETUTKIMUS

Projekti **Haddom skola, rakennetutkimukset**  
Projekti nro **1510059280**  
Vastaanottaja **Loviisan kaupunki**  
Asiakirjatyyppi **Raportti**  
Versio **1**  
Päivämäärä **4.11.2020**  
Laatija **Johanna Tamminen**  
Tarkastaja **Tapani Moilanen**  
Hyväksyjä **[Name]**  
Kuvaus **Haddomin koulun alapohjan rakennetutkimukset**

Ramboll  
PL 25  
Itsehallintokuja 3  
02601 ESPOO

P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201  
<https://fi.ramboll.com>

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>Yleistiedot</b>	<b>1</b>
1.1	Yleistä	1
1.2	Yhteystiedot	1
1.3	Tutkimuksen rajaukset	2
<b>2.</b>	<b>Kohteen yleiskuvaus</b>	<b>3</b>
2.1	Lähtötiedot	3
2.2	Tutkimushistoria	3
<b>3.</b>	<b>Tutkimusmenetelmät</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>Rakenneteknisten tutkimusten tulokset</b>	<b>5</b>
4.1	Alapohjat	5
4.2	Muut havainnot	7
<b>5.</b>	<b>Johtopäätökset ja yhteenveto toimenpiteistä</b>	<b>10</b>
5.1	Tutkimuksen johtopäätökset	10
5.2	Toimenpidesuositukset	10

## LIITTEET

- Liite 1. Tutkimusmenetelmät
- Liite 2. Havainnot ja näytteenottopaikat
- Liite 3. Laboratorioiden tutkimustodistukset

# 1. YLEISTIEDOT

## 1.1 Yleistä

Tutkimuskohteena on Loviisassa sijaitseva Haddom skola ja siellä erityisesti luokkahuone 101. Haddom skola sijaitsee osoitteessa Haddomintie 14, Kuggom. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää alapohjan rakenteet, jotka sisäilmateknisestä näkökulmasta tulee korjata. Tutkimusmenetelminä käytetään aistinvaraisia havaintoja, rakenneavauksia ja kosteusmittauksia.

## 1.2 Yhteystiedot

### Tutkimuksen tilaaja

Loviisan kaupunki  
Tilapalvelut  
PL 11  
07901 Loviisa

tilapalvelupäällikkö  
Antti Kinnunen  
p. 044 055 5412  
antti.kinnunen@loviisa.fi

### Kuntotutkimuksen suorittaja

Ramboll Finland Oy  
Laserkatu 6  
53850 Lappeenranta

Projektipäällikkö

Tapani Moilanen  
p. 040 193 8006  
tapani.moilanen@ramboll.fi

Tutkimuksen suorittajat:

tutkimuspäällikkö  
Tapani Moilanen  
p. 040 193 8006  
tapani.moilanen@ramboll.fi  
RTA, RKM

### Tutkimuksen ajankohta

16.10.2020

asiantuntija  
Johanna Tamminen  
p. 040 652 2228  
johanna.tamminen@ramboll.fi  
ins. AMK

### Käytettävät tutkimuslaboratoriot

Haitta-ainenäytteet:  
Labroc Oy  
Tyrnäväntie 12  
90400 Oulu

Rakenneavaukset:  
Tilaaajan järjestämä rakenneavaaja

### 1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimuksen tilaajan ja konsultin (Ramboll) välisen toimeksiannon sopimusehtoina noudatetaan konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013, ellei tilaajan ja Rambollin välillä ole toisin kirjallisesti sovittu.

Tutkimus on rajattu koskemaan keskustelun (Kinnunen - Moilanen) perusteella tehdyssä tilauksessa 10/2020 esitettyjä tutkimuksia ja mittauksia. Tutkimustulosten luotettavuus on riippuvainen mittauspisteiden edustavuudesta ja otosten laajuudesta, jolloin otantatutkimuksissa yleisesti käytettävillä havaintomäärillä tutkimuksiin sisältyy aina jonkin verran epävarmuutta. Kenttätutkimuksen aistinvaraiset havainnot ovat subjektiivisia näkemyksiä. Lisäksi käytettyihin tutkimusmenetelmiin sisältyy epävarmuutta, joka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Rambollilla on oikeus luottaa tilaajan tai tämän puolesta toimivan antamiin tietoihin ja aineistoihin. Tutkimukset on rajattu koskemaan Haddomin koulun luokkahuoneen 101 alapohjarakenteita.

Kuntotutkimus sisältää ehdotuksen korjaustoimenpiteistä. Tutkimusta voidaan hyödyntää korjaussuunnitelmien ja korjausohjelman laadinnassa. Annetut korjausehdotukset eivät ole rakennustöiden työselitys, vaan tilaajan tulee laadituttaa erikseen varsinainen korjaussuunnitelma.

Kuntotutkijalla on oikeus oikaista kuntotutkimusraportissa mahdollisesti havaittu virhe. Kaikista virheistä tulee reklamoida kuntotutkijaa kohtuullisessa ajassa, viimeistään kolmen kuukauden kuluessa kuntotutkimusraportin luovutuspäivästä.

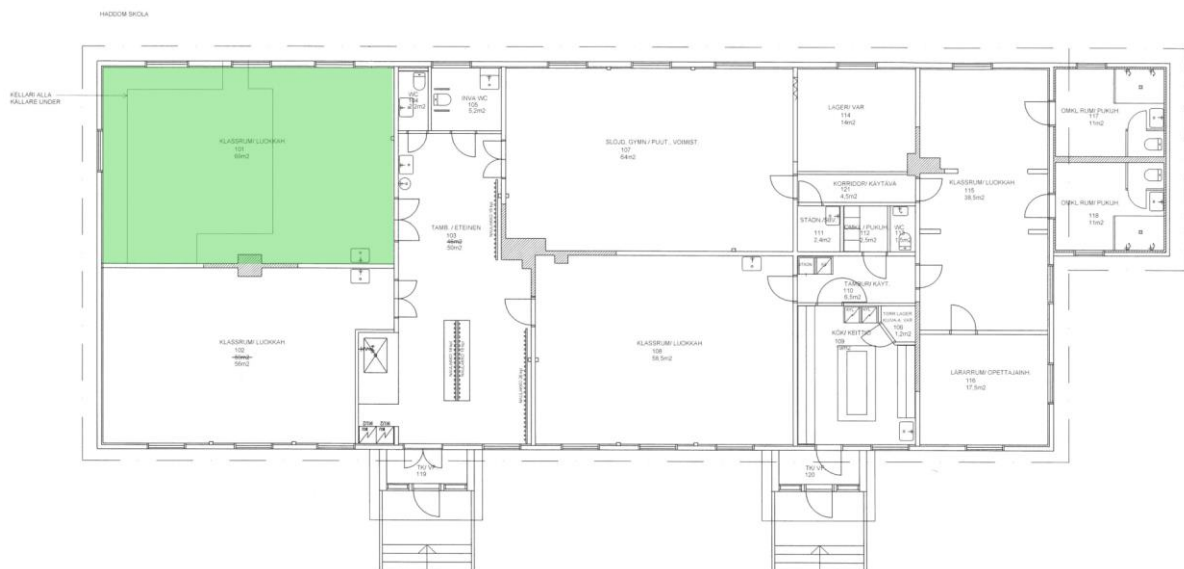
Ramboll on tehnyt tutkimuksen ja laatinut tämän raportin tutkimuksen tilaajalle, eikä Ramboll ota vastuuta kolmansia osapuolia kohtaan. Tämän asiakirjan kopiointi kokonaan tai osittain on kielletty ilman Ramboll Finland Oy:n kirjallista lupaa.

## 2. KOHTEEN YLEISKUVAUS

Haddom skola on rakennettu 1930-luvulla ja se on toiminut viimeaikoihin asti koulurakennuksena. Rakennuksessa on yksi kerros, pienet kellaritilat ja ullakkotilat. Rakennukseen on jossain vaiheessa rakennettu lisäsiipi, jossa sijaitsevat pukuhuone- ja peseytymistilat. Rakennuksessa on tehty vuosien saatossa korjaus- ja kunnostustöitä. Viimeisimpinä korjauksina kesällä 2020 rakennuksessa on tehty mm. sadevesiviemäri, talouskellarin täyttäminen kapillaarisepelillä, tuloilmaventtiilien lisääminen ja poistokanavien nuohoaminen. Tiloissa on koettu korjausten jälkeen sisäilmaongelmaan viittaavaa oireilua ja hajuhaittaa. Lokakuusta 2020 tilojen toiminta on siirtynyt väistötiloihin.

Rakennus on hirsirunkoinen ja pinta-alaltaan noin 490 m<sup>2</sup> kokoinen. Julkisivu on lautaverhoiltu ja perustukset ovat kiveä. Aumakaton vesikate on profiilipeltiä. Rakennuksen ilmanvaihto on painovoimainen.

Tutkimukset on rajattu koskemaan pääosin luokkahuoneen 101 alapohjarakennetta. Tutkimuksen yhteydessä tehtiin havaintoja myös muista tiloista ja rakenteista.



Kuva 1. Haddom skola, tutkimusalue (luokkahuone 101) on merkattu pohjakuvaan vihreällä

### 2.1 Lähtötiedot

Tilaaajalta saadut lähtötiedot:

- Pohjakuva ja alapohjan korjausselostus, 2005, Oy Racdoc Ab
- Kuntoarvioraportti, 2015, Ramboll Finland Oy
- Kuntoarvion lisätutkimusraportti, 2015, Ramboll Finland Oy
- Sähköpostit: Kinnunen-Moilanen 12.10.2020 ja Pettersson-Moilanen 13.10.2020

### 2.2 Tutkimushistoria

Rakennuksesta on laadittu 2015 kuntoarvio ja lisätutkimusraportti, joissa mm. julkisivuverhoaus on todettu monin paikoin lahovaurioituneeksi, osa ikkunoista heikkokuntoisiksi ja sadeveden poistojärjestelmä puutteelliseksi. Jatkotutkimuksen oli ehdotettu hirsirungon alaosien kunnan ja yläpohja alapintojen kosteusjälkien tutkimista.

### 3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Käytettyihin tutkimusmenetelmiin sisältyy epävarmuutta, joka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Tämän asiakirjan epävarmuustarkastelussa on esitetty mittauskaluston tarkkuus sekä karkea-, systemaattinen- ja satunnainen virhe lukuun ottamatta analyysilaboratorion virhetarkastelua.

Epävarmuustarkastelu sisältää vain Ramboll Finland Oy kenttämittaukseen sekä näytteenottoon liittyvät virheet. Analyysilaboratoriot ilmoittavat menetelmän ja mittausten virhetarkastelun analyysivastauksessaan. Tutkimuksissa käytetyt välineet ja epävarmuustarkastelu on esitetty liitteessä 1.

Käytetyt tutkimusmenetelmät:

- aistinvaraiset havainnot
- rakenneavaukset
- merkkisavu ilmavirtojen suunnan arvioimiseksi, Dräger
- materiaalinäytteet:
  - haitta-aineet, PAH-yhdisteet
- kosteusmittaukset:
  - pintakosteusmittaukset
  - viiltomittaus muovimaton alta

## 4. RAKENNETEKNISET TUTKIMUSTEN TULOKSET

Noudatetaan:

- Asumisterveysasetus (545/2015)
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje (osa III ja IV, 8/2016)
- Voimassa olevat Ympäristöministeriön asetukset rakenteiden lujuudesta ja vakaudesta, paloturvallisuudesta ja terveellisyydestä
- Suomen rakentamismääräyskokoelman B-, C- ja E-osat (lujuus, eristykset ja rakenteellinen paloturvallisuus), rakentamisen aikana voimassa olleita
- Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöopas 2016
- Työterveyslaitoksen viitearvot
- Työterveyslaitoksen laboratorio näytteenotto- ja käsittelyohje
- Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, Työterveyslaitos 2017

### 4.1 Alapohjat

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää luokkahuoneen 101 alapohjan kuntoa ja materiaaleja rakenneavauksilla. Muissa tiloissa ei tehty rakenneavauksia. Rakenneavauskohdat, havainnot, näytteenottokohdat ja mittauspisteet on esitetty paikannuskuvassa, joka on liitteenä 2.

#### Havainnot ja mittaustulokset, kenttätutkimus

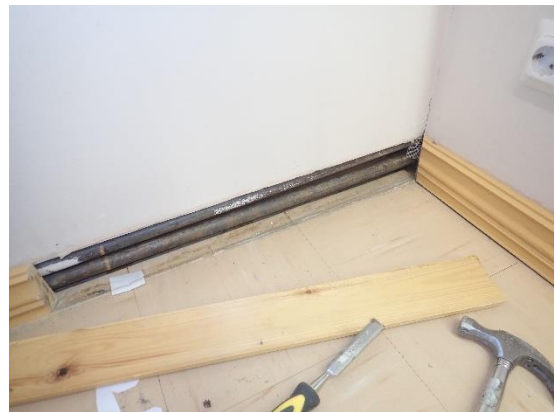
- Ponttilautalattia on jossain vaiheessa levytetty ja pinnoitettu vinyylilaattapinnoitteella.
- Opettajan työpöydän kohta:
  - Opettajan pöydän läheisyydessä on aistittu poikkeuksellista hajua.
  - Ulkoseinällä jalkalistan reunoja on tiivistetty kittauksilla, mutta tiivistykset ovat repeilleet tai ovat muuten epätiivittä.
  - Nurkassa, alapohjan ja ulkoseinän liittymässä, oli jalkalistojen jirissä näkyvä rako. Raon kautta havaittiin merkkisavulla ilmapirtausta rakenteesta tilan sisäilmaan päin.
  - Jalkalistan irrotuksen yhteydessä havaittiin, että sisäseinän levytyksen alareuna on hieman jalkalistan yläreunan alapuolella. Kohdassa jalkalistan takana sijaitsevat lämmitysjärjestelmän putket.
  - Ulkoseinän ja alapohjan liittymässä on suora ilmayhteys sisätilaan ja ilmapirtausten mukana rakenteen sisältä voi kulkeutua tilan sisäilmaan hajuja sekä epäpuhtauksia.
- Rakenneavauksilla 1 ja 2 todettu rakenne ylhäältä alaspäin:
  - vinyylilaatta
  - kuitulevy(t)
  - ponttilauta, noin 35 mm
  - puukoolaus/tuuletusrako/eriste (purua, sammalta, turvetta, rakennusjätettä yms.)
  - bitumisively
  - betonilaatta (betonin yläpinta noin 600 mm lattiapinnan tason alapuolella)
- Rakenneavaus 1, alapohja:
  - Avauskohdassa ei havaittu poikkeuksellista hajua.
  - Levytyksessä on havaittavissa muutamia vanhoja kosteusjälkiä, jotka ovat todennäköisesti peräisin lattianpesuvesistä. Rakenteissa ei ole havaittavissa muita poikkeuksellisia kosteusjälkiä tai vaurioita.
  - Ponttilaudat ja koolaukset ovat hyvässä kunnossa.
  - Täyttömateriaali on sekalaista orgaanista materiaalia, jonka seassa on jonkin verran rakennusjätettä.
  - Haitta-ainenytykset:
    - Täyttömateriaalin seassa olevasta bitumipaperista analysoitiin 31 000 mg/kg pitoisuus PAH-yhdisteitä. Bitumipaperi tulee käsitellä ja hävittää vaarallisena jätteenä.



- Betonilaatan pinnalla olevasta bitumisivelistä ei analysoitu poikkeuksellisia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä. Bitumisively on halkeillut, eikä toimi enää suunnitellulla tavalla kosteussulkuna.
- Rakenneavaus 2, alapohja:
  - Rakenneavaus tehtiin ulkoseinän vierustalle kohtaan, jossa ulkopuolelta käsin on havaittavissa ulkovuorauksessa ja alimmissa hirsissä lahovaurioita.
  - Kohdassa ei havaittu poikkeuksellista hajua.
  - Lattian levytyksessä on havaittavissa todennäköisesti lattianpesuvesien aiheuttamia kosteusjälkiä.
  - Alin hirsi on kosketuksissa betoniin ja sokkeli/hirsi välinen liittymä on "tiivistetty" kalkkilaasilla
  - Alimpien hirsien ulkopinta on sivelty bitumilla tms.
  - Lattiapinnan tason alapuolella olevat hirret ovat sisäpinnan bitumisivelyn alla lahovaurioituneet
    - lahovauriota ei ole alueella, jossa ei ole bitumisivelyä
    - bitumisively on estänyt kosteuden suoran siirtymisen hirrestä eristetilaan
  - Alimpien hirsien sisäpinta alapohjarakenteen sisäpuolella on ehjän näköinen, mutta hirsien sisus on jauhoa. Alimmat hirret ovat altistuneet kosteudelle, jonka vuoksi hirret ovat laho- ja hyönteisvaurioituneet.



Kuva 2. Epätiivis liittymä Luokkahuoneen 101 opettajan työpöydän läheisyydessä



Kuva 3. Epätiivis alapohja-ulkoseinäliittymä, kohdasta havaittavissa ilmavirtausta huonetilaan päin



Kuva 4. Rakenneavaus 1, luokkahuone 101



Kuva 5. Rakenneavaus 1



Kuva 6. mPAH 1, bitumisively ei sisällä PAH-yhdisteitä poikkeuksellisia pitoisuuksia



Kuva 7. mPAH 2, bitumipaperi sisältää erittäin suuria pitoisuuksia PAH-yhdisteitä, käsiteltävä vaarallisenajätteenä



Kuva 8. Rakenneavaus 2, luokkahuone 101



Kuva 9. Kosteuden aiheuttamia laho- ja hyönteisvaurioita alimmissa hirsissä rakenneavauksen 2 kohdalla

## 4.2 Muut havainnot

### Havainnot ja mittaustulokset

Tutkimusten yhteydessä tehtiin havaintoja myös muissa tiloissa.

- Tuulettuva ullakotila ja yläpohja:
  - Ullakotila tarkastettiin aistinvaraisesti, eikä tilassa havaittu mitään poikkeuksellista.
  - Ulkoseinän vierustalta yläpohjaeriste kaivettiin auki yhdestä kohdasta aluslaudoitukseen asti, eikä kohdassa havaittu mitään poikkeuksellista.
  - Yläpohjarakenne ylhäältä alaspäin:
    - selluvilla, noin 200 mm
    - hiekka
    - turvelevy
    - bitumipaperi
    - aluslaudoitus
- Ulkoseinien ulkovuorauksen alahelmassa, alimmissa hirsissä ja kuistien puurungon alaosissa havaittiin lahovaurioita. Lahovaurioita on joissain kohdin paikattu elastisella kitillä, joka on entisestään lisännyt vaurioitumista. Lahovauriokohdissa puukon terä upposi puuhun monin paikoin kevyesti painamalla syvälle puuhun.

- hirsirakenne ei ole ilmatiivis ja tämän takia laho- ja kosteusvaurioituneesta ulkoseinärakenteesta on ilmayhteys alapohjaan ja sitä kautta sisätiloihin
- Ulkovuorauksen alaosan puinen tippalista on asennettu suoraan perustuksia vasten, eikä välissä ole kapillaarikatkokaistaa. Suurin osa tippalistoista täysin lahovaurioitunut.
- Yhden uusitun puu-alumiini-ikkunan alareunan tippapelti on asennettu siten, että listan yläreunassa on parin senttimetrin levyinen rako. Sadevesi pääsee kulkeutumaan kohdasta suoraan seinärakenteeseen, eikä vesipellitys siten toimi oikein.
- Osa syöksyputkien alla olevista rännikaivoista on pois paikoiltaan.
- Rakennuksen vierustoilla on kasvillisuutta, joka osaltaan lisää julkisivuun kohdistuvaa kosteusrasitusta.
- Sisääntulokuistit ovat rankarakenteisia ja ne ovat alun perin olleet kylmiä osia rakennuksen ulkopuolella
  - myöhemmin sisääntulokuistit on tehty lämpimiksi ja ovat nyt osa lämpimiä sisätiloja
  - rankarakenteen alaosat ja ulkoverhous ovat lahovaurioituneet
  - rakenteet sisäpuolella eivät ole ilmatiiviitä ja liittymien kautta on todennäköisesti ilmavirtausta sisätilojen suuntaan.
- Lisäsiiven ulkoseinärakenteen alaosassa on lahovaurioita niin runko- kuin ulkoverhouksessa
  - rakenteet sisäpuolella eivät ole ilmatiiviitä ja liittymien kautta on todennäköisesti ilmavirtausta sisätilojen suuntaan.
- Lisäsiivessä sijaitsevien Pukuhuoneiden 117 ja 118 muovimattopinnoitteen päältä mitattiin pintakosteudentunnistimella poikkeuksellisen korkeita lukemia. Pukuhuoneessa 118 tehtiin viiltomittauksena kosteusmittaus muovimattopinnoitteen alta. Kohdasta mitattiin poikkeuksellisen korkea suhteellinen kosteuspitoisuus: RH 97 %, 19 °C. Muovimatto on paikoin irronnut alustasta ja sen alla oli havaittavissa kosteus- ja mikrobivaurioitumista.
  - muovimattopinnoite on ehyt ja nurkat ovat tiiviit
  - lattiapinnoitteen alle ja maavaraiseen betonilaattaan kertynyt kosteus nousee rakenteeseen kapillaarisesti maavaraisen laatan alapuolisesta maaperästä/rakennekerroksista.
- Tilan Varasto 114 sisäilman lämpötila oli tutkimushetkellä korkeampi, kuin muissa tiloissa. Tilassa oli aistittavissa poikkeuksellista hajua, öljyperäinen haju
- Luokkahuoneessa 101 (myös muissa tiloissa) havaittiin kalusteiden alaosissa lattianpesuvesistä aiheutuneita kosteusvaurioita.



Kuva 10. Lahovaurioitunut ulkovuoraus ja tippalista



Kuva 11. Lahovaurioitunut alahirsi



Kuva 12. Väärin asennettu ikkunan tippapelti



Kuva 13. Irrallinen rännikaivo ei poista kattovesiä rakennuksen vierustalta



Kuva 14. Suhteellinen kosteuspitoisuus Pukuhuoneen 118 muovimattopinnoitteen alla oli poikkeuksellisen suuri



Kuva 15. Kosteusvaurioitunut hyllyn alaosa, luokkahuone 101

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO TOIMENPITEISTÄ

### 5.1 Tutkimuksen johtopäätökset

Luokan 101 alapohja- ja ulkoseinäliittymä on epätiivis, ja tilassa koettu poikkeuksellinen haju voi olla peräisin kosteus- ja lahovaurioituneista ulkoseinäarakenteesta. Kohdassa havaittiin selvää ilmavirtausta rakenteesta tilan sisäilmaan päin. Rakenteista voi kulkeutua sisäilmaan hajujen lisäksi rakenteiden epäpuhtauksia.

Rakenneavauksilla havaittiin, että itse alapohjarakenne ja sen materiaalit ovat kunnossa, eikä niissä havaittu poikkeuksellisia kosteusvaurioita. Alapohjarakenteiden epätiivisyyskohtien kautta sisäilmaan voi silti kulkeutua epäpuhtauksia, joita on luontaisesti esimerkiksi orgaanisessa eristeessä.

Julkisivuja ulkopuolelta tarkastelemalla sekä rakenneavauksen 2 yhteydessä havaittiin, että alimmat hirret sekä julkisivuvuorauksen alaosa ovat monin paikoin pahasti lahovaurioituneita. Vaurioita aiheuttanut kosteus on todennäköisesti pääosin peräisin rakennuksen ulkopuolelta kulkeutuneesta kosteudesta. Ulkovuorauksen alaosan ja kivisokkelin välissä ei ollut havaittavissa kapillaarikatkokaistaa, joka estäisi kosteuden nousun puuhun. Rakenneavauksen 2 kohdalla havaittu hirsien sisäpinnan bitumisively on osaltaan estänyt hirsien kuivumista ja kiihdyttänyt vaurioitumista. Rakenneavauksen kohdalla lahovaurioituneessa puussa oli havaittavissa myös hyönteisten aiheuttamia vaurioita. Hirsien kosteusvauriot ovat riski sekä rakenteiden kantavuuden että sisäilman laadun kannalta.

Julkisivuun kohdistuu poikkeuksellista kosteusrasitusta lisäksi rakennuksen vierustoilla sijaitsevasta kasvillisuudesta sekä yhden ikkunan väärin asennetusta tippapelistä.

Tilassa varasto 114 havaittu poikkeuksellinen haju voi olla peräisin rakenteissa käytetyistä PAH-pitoisista materiaaleista. Tilan muita tiloja korkeampi sisäilman lämpötila voi aiheuttaa yhdisteiden haihtumista sisäilmaan PAH-pitoisista materiaaleista.

Rakennuksen ympärille maaperään on asennettu sadevesiviemärointi, mutta kattovedet eivät kaikilta osin kulkeudu järjestelmään, sillä osa rännikaivoista on poissa paikoiltaan.

Lisäsiiven pukuhuoneiden muovimattopinnoite on alapohjalaatan kosteuden takia irronnut monin paikoin alustastaan. Muovimaton alla havaituista kosteuden aiheuttamista vaurioista voi kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia.

Tilojen lattioiden peseminen runsaalla vedellä on aiheuttanut kosteusjälkiä lattian levytyksiin sekä kosteusvaurioittanut kalusteiden alaosia. Liian runsas veden käyttö siivouksessa voi vaurioittaa rakenteita ja edelleen edesauttaa esimerkiksi mikrobivaurioiden syntymistä.

### 5.2 Toimenpidesuosituksukset

#### 5.2.1 Suunnitelmalliset toimenpiteet

- Rakennuksen kengittäminen ja vaurioituneiden puuosien korjaaminen erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti
- Lisäsiiven kosteusvaurioituneiden rakenteiden korjaaminen
- Kasvillisuuden poistaminen rakennuksen vierustoilta
- Väärin asennetun ikkunan tippapellin korjaaminen
- Rännikaivojen asentaminen paikoilleen
- Tilojen pintojen puhdistaminen jatkossa niukalla vesimäärällä

### 5.2.2 Jatkotutkimussuositukset

- Kattavan kunto- ja rakennetutkimuksen suorittaminen korjaustarpeen laajuuden arvioimiseksi
- Tarvittaessa sisäilmatutkimusta rakenteista mahdollisesti sisäilmaan kulkeutuvien epäpuhtauksien selvittämiseksi

### Päiväys ja allekirjoitukset

Ramboll Finland Oy  
Lappeenranta  
4.11.2020



Johanna Tamminen  
asiantuntija  
ins. AMK  
Raportin laatija



Tapani Moilanen  
tutkimuspäällikkö  
RKM, RTA  
Raportin tarkastaja

## LIITE 1. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä asiakirjassa esitetty epävarmuustarkastelu sisältää vain kenttämittaukseen sekä näytteenottoon liittyvät virheet, jolloin analyysilaboratoriot ja alihankkijat ilmoittavat menetelmän virhetarkastelun analyysivastauksessaan.

Laitteiden / tutkimusvälineiden valmistajan ilmoittamat virhetarkastelut tms. löytyvät kunkin laitevalmistajan ylläpitämästä rekisteristä.

### 1. RAKENNEKOSTEUSMITTAUKSET

Voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

- Pintakosteuskartoitus, kosteuden tunnistaminen
- Kosteusmittaukset tuuletustiloista ja -väleistä
- Kosteusmittaukset rakenteen sisältä, ainekerroksesta (viilto, näytepala, porareikä ja puun painoprosenttikosteus)

Noudatetaan seuraavia julkaisuja ja ohjeita:

- RT 14-10984, betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen (Rakennustieto, 2010)
- Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi (Tarja Merikallio, 2002)

#### 1.1. PINTAKOSTEUSKARTOITUS

Kosteusmittaukset suositellaan aloitettavaksi pintakosteuskartoituksella, jonka perusteella arvioidaan rakenteen lisätutkimisen tarve ja laajuus.

Lopullista korjaustarvetta ei pidä milloinkaan määritellä pelkkien pintakosteuskartoitusten perusteella.

#### Kalusto

Pintakosteudenilmaisimien GANN Hydrotest LG2 ja pintakosteusanturi B 60

#### Epävarmuustarkastelu

Pintakosteuskartoituksessa virhettä voi aiheuttaa mittajaajan ilmaisimen käsittely. Kerroksellisissa rakenteissa ilmavälit saattavat vaikuttaa rakenteen näyttämään. Lisäksi mittaustuloksia tulkittaessa on otettava huomioon metallien olemassaolo rakenteessa (esim. betoniteräkset ja ESD-pinnoite), sillä pintailmaisimet antavat poikkeavia lukemia sähköä hyvin johtavista materiaaleista.

Käytettävä mittalaite kalibroidaan säännöllisesti mittaritoimittajan ilmoittaman kalibrointiohjeistuksen mukaisesti. Kalibroidun mittarin ja oikealla mittaustekniikalla suoritettu pintakosteuskartoitus on luotettava.

## 1.2. VIILTOMITTAUS

Betonin pintaan liimattujen muovi-, kumi- ym. mattojen alapuolinen kosteus voidaan mitata viiltomittauksella, jossa suhteellisen kosteuden mittapää työnnetään päällysteen alle päällystemateriaaliin tehdyn viillon kautta. Menetelmällä saadaan nopeasti ja edullisesti selville ilmatilan suhteellinen kosteus pinnoitteen alta ja se soveltuu hyvin pintakosteuskartoituksen tueksi.

### Kalusto

HMI40 on kannettava näyttölaite ja HMP42 on kosteus- ja lämpötilamittapää suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaamiseen rakenteista.

Mittalaitteen kalibrointi, 08/2019

### Epävarmuustarkastelu

Mitattavan / tutkittavan tilan lämpötila ja suhteellinen kosteus tulee mitata mahdollisten virhelähteiden arviointia varten. Myös ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus tulee mitata.

Luotettavin mittaustulos saadaan, kun mittaus suoritetaan +20 °C lämpötilassa.

Mittauskaluston valmistajien mukaan +20 °C suhteellisen kosteuden ollessa alle 90 %, mittaustarkkuus on  $\pm 2$  % ja suhteellisen kosteuden ollessa yli 90 %, mittaustarkkuus on  $\pm 3$  %.

Porareikämittauksen mahdollisia epätarkkuustekijöitä ovat päällysteen irrotus viillon kohdalta, päällystetuenta koholleen ja mittausanturin tiivistys (mittausvirhe n.  $\pm 10$  Rh-yksikköä), mittapään tasaantumisaika (mittausvirhe n.  $\pm 5$  Rh-yksikköä), rakenteen lämpötila (mittausvirhe n.  $\pm 10$  Rh-yksikköä), mittapisteiden määrä, mittapäätyyppi ja mittauskohteet ( $\pm 5$  RH-yksikköä), kalibroinnin ja tarkistuksen tarkkuus (n.  $\pm 3$  RH-yksikköä) sekä rakenteen ja ympäröivän ilman lämpötilaero (n.  $\pm 15$  RH-yksikköä).

Mittausolosuhteista johtuva mittausepäätarkkuus on huolellisesti tehdyssä mittauksessa  $\pm 1...3$  %. Tällöin voidaan arvioida mittaustulosten kokonaisepäätarkkuuden olevan  $\pm 5$  %.

## 2. SISÄILMAN OLOSUHDEMITTAUKSET

Noudatetaan:

- Asumisterveysasetus (545/2015)
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje (osa I, 8/2016)
- Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöopas 2016
- Työterveyslaitoksen viitearvot
- Työterveyslaitoksen laboratorio näytteenotto- ja käsittelyohje
- Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, Työterveyslaitos 2017
- RT 14-11197, rakenteiden ilmatiiviyyden tarkastelu merkkiainekokein (Rakennustieto, 2015)



## 2.1. MERKKISAVUT

Tilojen välisiä hetkellisiä painesuhteita voidaan tutkia käyttämällä merkkisavuja. Tällä menetelmällä saadaan selvitettyä rakenteissa olevat selvät ilmavuotopaikat, kun merkkisavua johdetaan tutkittavan rakenteen alipaineiselle puolelle lähelle epäiltyä vuotopaikkaa.

### Epävarmuustarkastelu

Hetkellinen mittausmenetelmä voidaan suorittaa virheellisesti, jos merkkisavukoe suoritetaan poikkeuksellisissa olosuhteissa (kuumat, kylmät, erittäin tuuliset tai poikkeavat käyttöolosuhteet). Tällöin saadut tulokset eivät välttämättä vastaa todellista tilannetta tutkittavassa tilassa. Koe on pyrittävä aina suorittamaan normaalia käyttöä vastaavissa sää- ja käyttöolosuhteissa.

## 3. MUUT SISÄILMAN EPÄPUHTAUSMITTAUKSET

Noudatetaan:

- Säteilylaki (859/2018)
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä (1044/2018)
- Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä (1034/2018)
- Asumisterveysasetus (545/2015)
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje (osa I, III, IV, 8/2016)
- Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöopas 2016
- Työterveyslaitoksen viitearvot
- Työterveyslaitoksen laboratorio näytteenotto- ja käsittelyohje
- Asbestikuitujen löytyminen työtiloista, toimintaohje ja terveysvaarat, 5/2016
- Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, Työterveyslaitos 2017

### 3.1. HIUKKASMAISET EPÄPUHTAUDET

#### 3.1.1. PAH-materiaalinäyte

Materiaalinäyte uutetaan liuottimella ja siitä määritetään 16 PAH-yhdistettä käyttäen massaselektiivisellä ilmaisimella varustettua kaasukromatografia (GC/MS-menetelmä). Yksittäisen rakennusosan tms. näytteen esittäminen, mutta suositeltavaa on laatia erillinen voimassa olevan lainsäädännön mukainen asbesti- ja haitta-aineraportti.

### Kalusto

Tyypillisesti materiaalinäyte otetaan rakenneavauksesta käyttäen esimerkiksi pihtiä, puukkoa tai mattopuukkoa.

### Epävarmuustarkastelu

Menetelmässä mahdollista virhettä aiheuttavat näytteenottotekniikka (käytettävien välineiden puhtaus, näytteenottajan toiminta) sekä näytteiden säilytys ja toimitus laboratorioon. Myös näytteenottoaikan valinnalla on suuri merkitys tulosten tulkinnalle.

**Liite 2.**

HADDOM SKOLA

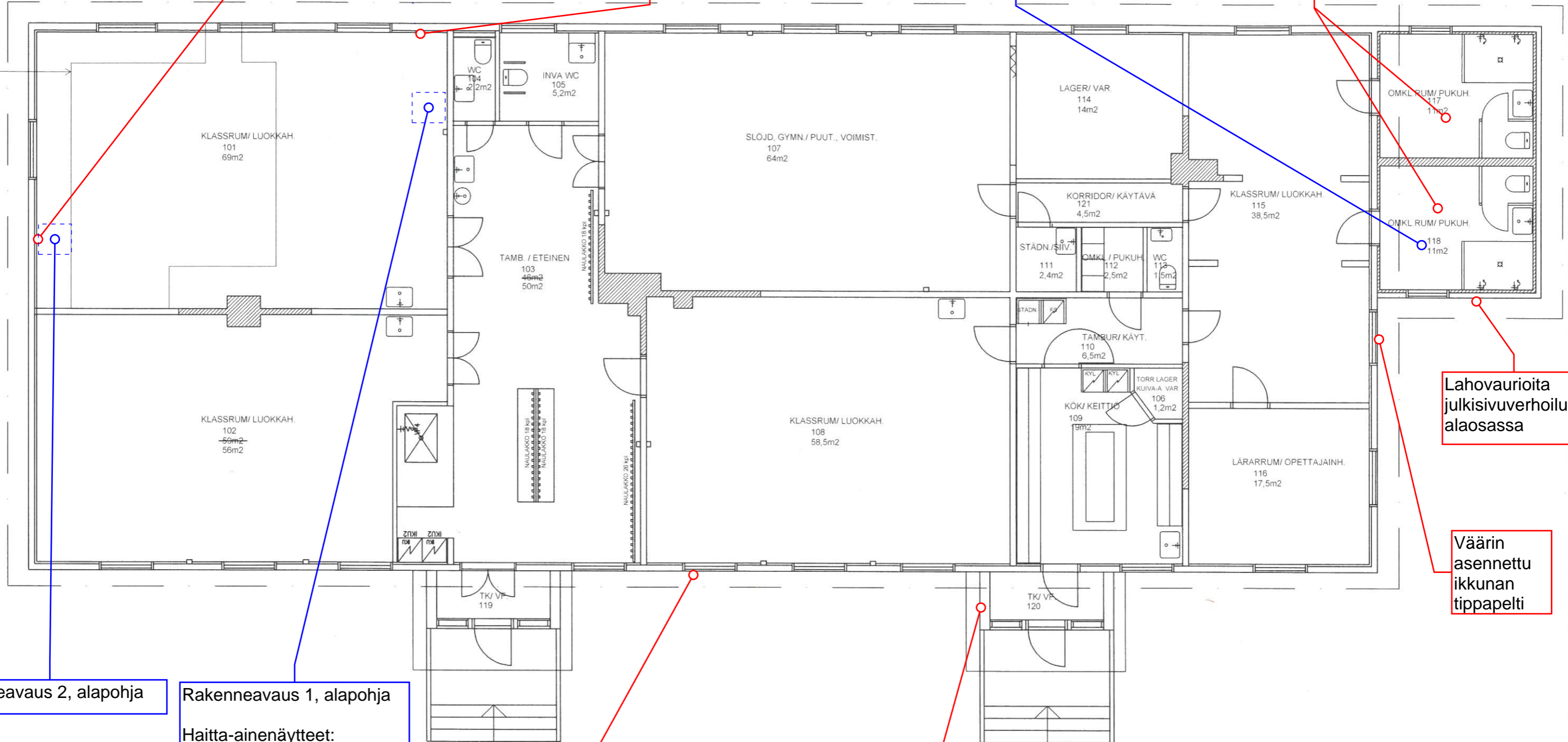
Alin hirsi lahovaurioitunut sisä- ja ulkopuolta tarkastettuna

Sisäpuolinen verhouslevy päättyy jalkalistan yläreunan kohdalla.  
AP-US -liittymä epätiivis ja kohdassa ilmayhteys sisäilmaan, kohdasta ilmavirtausta rakenteesta tilan sisäilmaan päin.

Kosteusmittaus, viilto muovimaton alta  
RH 97 %  
T 19 °C

Pintakosteudentunnistimella poikkeuksellisen korkeaa kosteutta indikoivia lukemia keskilattialla, muovimatto irti alustasta isolta alalta

KELLARI ALLA  
KÄLLARE UNDER



Lahovaurioita julkisivuverhoilun alaosassa

Väärin asennettu ikkunan tippapeltti

Rakenneavaus 2, alapohja

Rakenneavaus 1, alapohja  
Haitta-ainenäytteet:  
mPAH 1  
mPAH 2

Lahovaurioita alimman hirsren korkeudella jokaisella julkisivulla sekä verhoilussa että alimmassa hirressä.

Lahovaurioita ulkovuorauksen alaosassa ja puurungon alaosissa kummankin kuitin ulkoseinissä.

Paikannuskuva  
Haddom skola, Loviisa  
Havainnot, rakenneavaukset, kosteusmittaukset ja näytteet  
(ei mittakaavassa)

**PAH-ANALYYSI**

<b>Tilaja:</b> Ramboll Finland Oy	<b>Tilauspäivä:</b> 20.10.2020
<b>Kohde:</b> Haddom skola	<b>Toimitettu laboratorioon:</b> 26.10.2020
<b>Projektinnumero:</b> 1510059280	<b>Laboratorio:</b> Oulu

**Menetelmät:**  
 Analyysi suoritettiin tilajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittaepävarmuus summapitoisuudelle on 22 % ja yhdistekohtainen määrittämiss raja on 4,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

<b>Näytteenottaja:</b> Johanna Tamminen		<b>[mg/kg]</b>																
<b>Näyte</b>	<b>Materiaali / tila tai rakennusosa</b>	<b>Naftaleeni</b>	<b>Asenaftaleeni</b>	<b>Asenaftteeni</b>	<b>Fluoreeni</b>	<b>Fenantreeni</b>	<b>Antraseeni</b>	<b>Fluoranteeni</b>	<b>Pyreeni</b>	<b>Bentso(a) antraseeni</b>	<b>Kryseeni</b>	<b>Bentso(b) fluoranteeni</b>	<b>Bentso(k) fluoranteeni</b>	<b>Bentso(a) pyreeni</b>	<b>Indeno(1,2,3-cd) pyreeni</b>	<b>Dibentso(a,h) antraseeni</b>	<b>Bentso(ghi) peryleeni</b>	<b>PAH-yht.*</b>
mPAH1	Luokka 101, AP, bitumisively	51	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 64
mPAH2	Luokka 101, AP, bitumipaperi	14	810	40	110	2500	1100	6400	4200	3500	2900	2400	2000	1600	1600	340	1200	<b>31000</b>

\* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu. (Ratu-kortti 82-0381)

Näytettä mPAH1 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.

Näytettä mPAH2 vastaavat materiaalit tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.




**Mikko Kivela**, Tutkija, Laboratorioanalyttikko  
 p. 050 438 8912, mikko.kivela@labroc.fi