

## Tutkimusraportti

|          |   |
|----------|---|
| Päiväys  | 25.11.2022  |
| Projekti | Rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus                         |
| Tilaaja  | Tampereen Tilapalvelut Oy, Joonas Nikula,<br>Isännöitsijä         |
| Kohde    | Puutyöpaja, alkuperäinen osa, Viinikankatu<br>44 C, 33800 Tampere |



## Sisältö

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Tiivistelmä.....  | 3  |
| 2 | Yhteystiedot.....   | 4  |
|   | 2.1 Kohde .....   | 4  |
|   | 2.2 Tilaaja .....   | 4  |
|   | 2.3 Tutkimuksen suorittajat .....                                     | 4  |
| 3 | Tutkimuksen perustiedot .....   | 4  |
|   | 3.1 Toimeksiannon tausta ja tavoitteet .....                          | 4  |
|   | 3.2 Kohteen yleistietoja .....  | 5  |
|   | 3.3 Lähtötiedot .....   | 5  |
|   | 3.4 Aiempien tutkimuksien yhteenveto.....                             | 6  |
|   | 3.5 Korjaushistoria.....  | 6  |
| 4 | Yleistä tutkimuksesta .....   | 6  |
|   | 4.1 Tutkimusten ajankohta, laajuus ja rajaukset.....                  | 6  |
|   | 4.2 Suoritettavat tutkimukset ja mittaukset .....                     | 7  |
|   | 4.3 Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet.....                        | 7  |
| 5 | Maanvastaiset rakenteet, pinnat ja piha-alueet .....                  | 7  |
|   | 5.1 Rakennetyypit.....  | 7  |
|   | 5.2 Havainnot ja mittaustulokset .....                                | 8  |
|   | 5.3 Kosteuskartoitus .....  | 11 |
|   | 5.4 Johtopäätökset .....  | 12 |
|   | 5.5 Toimenpide-ehdotukset.....  | 12 |
|   | 5.5.1 Kevyt korjaus .....   | 13 |
|   | 5.5.2 Raskas korjaus, rakenteen uusiminen .....                       | 13 |
| 6 | Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet .....                         | 13 |
|   | 6.1 Rakennetyypit.....  | 13 |
|   | 6.1.1 Ulkoseinät .....  | 13 |
|   | 6.1.2 Ikkunat ja ovet.....  | 14 |
|   | 6.2 Havainnot ja mittaustulokset .....                                | 15 |
|   | 6.2.1 Julkisivut ja ulkoseinät .....                                  | 15 |
|   | 6.2.2 Ikkunat ja ovet.....  | 17 |
|   | 6.3 Materiaalien mikrobitutkimukset.....                              | 19 |
|   | 6.4 Sokkelin mittaukset ja laboratorioanalyysit .....                 | 19 |
|   | 6.4.1 Ohuthieanalyysi.....  | 19 |
|   | 6.4.2 Vetolujuuskokeet.....   | 20 |
|   | 6.4.3 Karbonatisoituminen.....  | 20 |
|   | 6.4.4 Betonipeitepaksuudet .....                                      | 21 |
|   | 6.4.5 Betoniraudotteiden korroosio ja korroosioriskin arviointi ..... | 21 |
|   | 6.4.6 Kloridipitoisuus.....   | 21 |
|   | 6.5 Johtopäätökset .....  | 21 |
|   | 6.6 Toimenpide-ehdotukset.....  | 22 |
| 7 | Yläpohjat ja vesikatot.....   | 22 |



|     |   |    |
|-----|---|----|
| 7.1 | Rakennetyypit.....                                      | 22 |
| 7.2 | Havainnot .....   | 23 |
|     | 7.2.1 Vesikate.....                                     | 23 |
|     | 7.2.2 Yläpohja.....                                     | 24 |
| 7.3 | Materiaalien mikrobitutkimukset .....                   | 28 |
| 7.4 | Johtopäätökset .....                                    | 28 |
| 7.5 | Toimenpide-ehdotukset .....                             | 29 |
| 8   | Haitta-aineet.....                                      | 29 |
|     | 8.1 Asbesti.....  | 29 |
|     | 8.2 PAH-yhdisteet .....                                 | 30 |
| 9   | Yhteenveto .....  | 30 |
|     | 9.1 Kiireelliset toimenpiteet.....                      | 30 |
|     | 9.2 Maanvastaiset rakenteet, pinnat ja piha-alueet..... | 30 |
|     | 9.2.1 Kevyt korjaus .....                               | 31 |
|     | 9.2.2 Raskas korjaus, rakenteen uusiminen .....         | 31 |
|     | 9.3 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet.....        | 31 |
|     | 9.4 Yläpohjat ja vesikatot .....                        | 31 |

## Liitteet

- Liite 1. Tutkimuskartat ja alkuperäinen leikkaus, 3 sivua
- Liite 2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit, Taklab Oy, 8 sivua
- Liite 3. Betonianalyysit, Mitta Oy, 12 sivua
- Liite 4. Materiaalinäytteiden haitta-aineanalyysit, Taklab Oy, 4 sivua
- Liite 5. Tutkimusmenetelmät ja -käsitteet, 10 sivua



## 1 Tiivistelmä

Rakenne- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen kohteena oli vuonna 1956 rakennettu puurunkoinen, kehäarakenteilla kannatettu hallirakennus Nekalassa. Hallin suojelutilanne on tällä hetkellä käsittelyssä. Halli ei ole käytössä, mutta se on lämmitetty. Se on ollut alun perin puutyöverstaas ja on ollut vastaavassa käytössä ennen käytöstä poistamista. Hallia on laajennettu eri vaiheissa itään ja länteen. Tutkimus koski alkuperäistä osaa. Tutkimuksen tavoitteena oli määrittää alkuperäisen osan rakenne- ja kosteustekninen kunto rakennuksen tulevan käytön päätöksentekoa varten.

Tutkittavan alkuperäisen osan alapohja on maanvarainen. Alapohja on valettu kahdessa vaiheessa siten, että laattojen välissä eristeenä on reuna-alueilla kevytbetoni. Keskeemmällä rakennusta ei havaittu eristettä. Laattojen välissä kosteudeneristeenä on bitumisively. Ulkoseinät ovat puolen-toista tiilikiven massiiviseiniä. Julkisivut ovat puhtaaksimuurattuja. Sokkelit ovat betonirakenteisia. Vesikatto on tyypiltään harjakatto. Vesikatteenä toimii savikattotiili. Yläpohja on tuuletettu ja kannatettu kattoristikkekehillä. Ikkunat ovat pääasiassa alkuperäisiä puuikkunoita.

Tutkimuksen perusteella puutyöpajan alkuperäisen osan kunto edellyttää perusteellista rakenteiden, järjestelmien ja pintojen eli koko osan peruskorjausta. Usea rakenteista ja järjestelmistä on alkuperäisiä ja teknisen käyttöikänsä päässä. Vastaavasti osa rakenteista, kuten massiivitiiliseinät, on yksiaineisia ja pitkäkestoisia käyttöikältään. Tuleva käyttö määrittää keskeisesti korjaustarvetta.

Vierustan, perustuksien ja alapohjan kosteusrasitusta suositellaan vähennettävän piha-alueen ja kuivatusrakenteiden peruskorjauksella. Alapohjalle ehdotetaan joko rakenteen uusimista tai kevyempää pintakorjausta käyttötarkoituksen perusteella. Rakennuksen salaojituksessa ja vierustan toiminnassa havaittiin puutteita ja viitteitä puutteisiin. Rakennuksen ympärillä kasvaa runsaasti sammalta viitaten poikkeavaan kosteuteen. Alapohjan maatyttö oli märkää rakenneavauksissa. Rakennuksen vierustat kaatavat osin veden rakennusta kohti. Alapohjarakenteet ja niiden pintamateriaalit ovat ikääntyneitä ja kuluneita. Alapohjan vedeneriste on vanhentunut ja heikentynyt ominaisuuksiltaan päästään kosteutta läpi. Reuna-alueiden huokoinen kevytbetonieriste ja maaperä voi toimia epäpuhtauslähteenä. Alapohjassa on toistuvaa epätiiveyttä liittymien, saumojen ja halkeamien kautta. Pinnat ovat pääasiassa alkuperäisiä ja/tai useasti huollettuja ja korjattuja.

Julkisivuissa merkittävin korjaustarve on ikkunoissa, joiden heikentynyt kunto edellyttää uusimista tai raskasta kunnostamista sekä ikkunaliitoksien ilmatiiveyden parantamista. Julkisivujen vaurioituminen on vähäistä. Korjaustarve kohdistuu vanhoihin avonaisiin ja julkisivua rikkoviin aukkoihin ja kiinnityksiin. Sokkelissa keskeisempänä ongelmana on laajalti ruostuneet ja korroosiovyöhykkeellä olevat betoniteräkset, jotka ovat rikkoneet betonia ja edistäneet betonin rapautumista. Sokkelille suositellaan perusteellista pinnoituskorjausta, jolla parannetaan ulkopinnan suojausta ja vähennetään kosteusrasitusta. Ulko-ovet on uusittu jossain vaiheessa. Ne voidaan huoltomaalata ja kunnostaa.

Vesikaton tiilikate on laajalti rapautunut ja uusittava lähivuosina. Korjauksen kiireellisyyttä määrittää vesikaton kunnan lisäksi kehäristikoiden kuormitus. Yläpohjassa on useita vesivuotojälkiä, mutta aluskate on kuitenkin pitänyt vesivuodot maltillisena. Laajempia lämmöneristeen ja puurakenteiden vaurioita on läpivientien ympärillä ja räystäillä. Lisäksi yläpohjan ilmatiiveys on heikko ja tuuletus on osin puutteellinen. Kehäristikot on lähtökohtaisesti alimitoitettu. Niissä on merkkejä, kuten halkeamia ja liikkeitä, liialliseen kuormitukseen. Kosteusvaurioita on lähinnä pistemäisesti vesivuotojen seurauksena. Tiilikatolle ja yläpohjalle ehdotetaan perusteellista peruskorjausta, jonka yhteydessä vahvistetaan yläpohja- ja kehäarakenteita. Lämmöneriste uusitaan vähintään vaurioalueilta. Vaihtoehtoisesti yläpohja uusitaan kokonaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta, jotta voidaan varmistua yläpohjan kosteusteknisestä toimivuudesta muuttuvissa olosuhteissa. Ennen korjaustoimenpiteitä on rajoitettava nykyiseen tapaan vesikaton kuormitusta lumien säännöllisellä poistamisella.



## 2 Yhteystiedot

### 2.1 Kohde

Puutyöpaja  
Alkuperäinen osa  
Viinikankatu 44 C  
33800 Tampere

### 2.2 Tilaaja

Tampereen Tilapalvelut Oy  
Joonas Nikula, isännöitsijä  
joonas.nikula@tilapa.fi  
p. 041 730 0617  
Hermiankatu 12 c  
33720 Tampere

### 2.3 Tutkimuksen suorittajat

Sitowise Oy puh (vaihte) 020 747 6000  
Vuolteenkatu 2  
33100 Tampere

Jussi Saari, Ins. YAMK,  
Rakennusterveysasiantuntija, RTA  
044 088 3017  
jussi.saari@sitowise.com

Mika Körkkö, DI,  
Rakennusten lämpökuvaaja, C-26479-25-21  
044 427 9301  
mika.korkko@sitowise.com

## 3 Tutkimuksen perustiedot

### 3.1 Toimeksiannon tausta ja tavoitteet

Toimeksiannon tarkoituksena on suorittaa kattava rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus kiinteistön ylläpitoa ja tulevaa käyttöä varten. Toimeksianto on rajattu koskemaan alkuperäistä osaa.

Tavoitteena on määrittää Puutyöpajan alkuperäisen osan rakenne- ja kosteustekninen kunto. Tarvittavat jatko- ja korjaustoimenpiteet määritetään rakennuksen tulevan käytön päätöksentekoa varten.



### 3.2 Kohteen yleistietoja

Kohde on vuonna 1956 rakennettu puurunkoinen, kehärakenteilla kannatettu hallirakennus (paikannuskuvat alla). Hallin suojelutilanne on tällä hetkellä käsittelyssä. Halli ei ole käytössä, mutta se on lämmitetty. Se on ollut alun perin puutyövästas ja on ollut vastaavassa käytössä ennen käytöstä poistamista. Hallia on laajennettu kahdessa osassa länteen. Ensimmäinen laajennus on arviolta 1970-luvun loppupuolelta rakenteiden perusteella. Tätä laajennusta on jatkettu maalaamalla myöhemmin. Itäpuolelle on lisäksi tehty kylmä kangasrakenteinen halliosa.

Alkuperäinen rakennus on lähtötietojen mukaan perustettu maanvaraisesti betonianturoiden vaaraan. Lähtötietojen mukaan rakennus on salaojitettu. Alapohja on maanvarainen. Alapohja on valettu kahdessa vaiheessa siten, että laattojen välissä eristeenä on reuna-alueilla kevytbetoni. Keskeimmällä rakennusta ei havaittu eristettä. Laattojen välissä kosteudeneristeenä on bitumisively. Julkisivut ovat puhtaaksimuurattua tiiltä. Ulkoseinät ovat massiivitiilirakenteisia. Sokkelit ovat betonirakenteisia ja pinnoittamattomia. Vesikatko on tyypiltään harjakatto. Vesikatteena toimii savi-kattotiili. Yläpohja on kannatettu kattoristikkekehällä. Yläpohjan lämmöneristeenä toimii pääasiassa kutterinlastu. Ikkunat ovat pääasiassa alkuperäisiä kaksilasisia ja -puitteisia puuikkunoita. Eikantavat väliseinät ovat tiilimuurattuja tai puurunkoisia kipsilevyverhouksilla.



Rakennus ilmakuvassa (google.com/maps)



Rakennus aluekartassa

|                |  |
|----------------|--|
| Käyttökohteet: | Teollisuus                                       |
| Rakennusvuosi  | 1956   |
| Rakennuksia:   | 1  |
| Kerros määrä:  | 1  |
| Ala:           | n. 15x40 m (pohjapiirustuksessa, ei tarkistettu) |
| Ilmanvaihto:   | koneellinen                                      |
| Lämmitys:      | vesikiertoiset patterit                          |

### 3.3 Lähtötiedot

Käytössä olleet lähtötiedot on lueteltu alla. Lisäksi tutkimuksen aikana saatiin suullisia tietoja isännöitsijältä. Käytössä oli seuraavia suunnitelma-asiakirjoja ja tutkimusraportteja:

- Alkuperäiset julkisivupiirustukset ja leikkaus, laajennusosa
- Leikkaus A-A, alkuperäinen osa
- Pohjapiirustus, koko rakennus
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitusraportti, Nekalan varikko, JK Mikrobiteknikka Oy, 11.10.2022
- Yläpohjan rakenteellisen selvityksen raportti, Sweco Rakennetekniikka Oy, 12.10.2017
- Alueen alueopaste vuodelta 2017





- Vanha rakennesuunnitelma kattoristikkekehästä ja sen laskelmat (valokuva)

### 3.4 Aiempien tutkimuksien yhteenveto

Yläpohjan rakenteellisen selvityksen raportti, Sweco Rakennetekniikka Oy, 12.10.2017:

- Selvitetty yläpohjarakenteen kuntoa ja toimivuutta
- Vesikaton tiilikatteen on todettu sammaloituneen, eikä kestävä kulkua katolla. Itäkatteella havaittiin painuma-alue. Harja oli aistinvaraisesti arvioituna suora.
- Ullakolla on asunut puluyhdyskunta ennen räystäiden ummistamista.
- Sisäpuolelta havaittiin muutama vesivuotokohta. Yhtä kehää on tuettu sivusiirtymän vuoksi.
- Yläpohjaa ja siten yläpohjan kehäristikoiden kuntoa liitoksineen ei ole pystytty tarkistamaan.
- On suoritettu rakenteellisia mittauksia kahdeksasta kohdasta kaksi kertaa viikossa. Neljä mittauspistettä oli lattiasta kattoon kehän suoralla osuudella ja neljä kehäväleistä vaakasuuntaisesti. Mittauksista on todettu, että jos mittauksissa havaitaan yli 20 mm poikkeama, tulee kehä tukea lisätuen avulla ja toiminta keskeyttää lisätutkimuksiin saakka. Mittaustuloksia ei ole esitelty raportissa.
- Toimenpiteenä on ehdotettu rakenteiden kuormituksen rajoittamista (mm. lumikuorman poistamista), koska rakenteiden toimivuutta ei voida varmistaa. Lisätuentaa ei ole voitu toteuttaa käynnissä olleen toiminnan vuoksi.
- Yhteenvetona rakennuksen käyttöikästä todetaan: "Rakennus on käyttöikänsä päässä ja toiminta tiloista tulee lopettaa mahdollisimman pian tai suorittaa tarkempi kuntotutkimus rakenteita avaamalla ja kunnostaa rakennuksen vesikatto. Välitöntä vaaraa rakenteiden sortumisesta ei ole havaittavissa, kun huolehditaan lumikuorman poisto ja seurantamittauksiin reagoidaan edellä esitetyllä tavalla. Tilojen käyttöä rakenteiden kantavuuden osalta voidaan jatkaa näillä edellytyksillä korkeintaan vuoden verran ilman uutta tarkastelua."

### 3.5 Korjaushistoria

Rakennuksen korjaushistoria ja -laajuudet eivät ole tiedossa. Tiedossa on, että rakennusta on laajennettu kahdessa osassa länteen. Toinen laajennus on arviolta 1970-luvun lopulta. Lisäksi itäosaan on tehty laajennus.

Kohteella on tehty eriasteisia toimenpiteitä havaintojen mukaan. Ilmanvaihtoa on lisätty ja/tai uusittu osittain. Valaisimia ja sähköjärjestelmiä on uusittu tai lisätty osittain. Putkieristeitä on uusittu osittain. Vesikalusteita on uusittu tai lisätty osittain. Vesi- ja viemäriputket yleensä näyttävät alkuperäisiltä. Patterit näyttävät jossain myöhemmässä vaiheessa uusituilta ja asennetuilta. Osa pinnoista on uusittu tai huollettu toimisto- ja sosiaalityötiloissa. Halliosan lattiapintoja on mahdollisesti korjailtu ja pinnoitettu eri vaiheissa. Halliosalta on uusittu osittain katon kipsilevyjä kosteusvaurioiden vuoksi. Ulko-ovia on uusittu.

## 4 Yleistä tutkimuksesta

### 4.1 Tutkimusten ajankohta, laajuus ja rajaukset

Tutkimukset suoritettiin 2.–7.11.2022. Tutkimukseen kuului Puutyöpajan alkuperäinen osa. Laajennusosat oli rajattu tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimus perustui tutkimussuunnitelmaan.

Tutkimus keskittyi alapohja-, vesikatto-, yläpohja- ja ulkoseinärakenteisiin. Tutkimuksen yhteydessä otettiin asbesti- ja haitta-ainenäytteet, mikäli mahdollisia haitta-ainepitoisia materiaaleja havaittiin rakenteiden sisällä.



## 4.2 Suoritettavat tutkimukset ja mittaukset

Tutkimusmenetelmät ja -käsitteet ovat tarkemmin liitteenä 5. Tutkimus koostui pääkohdittain seuraavista tutkimuksista ja mittauksista:

- Aistinvarainen kartoitus
- Julkisivumuurausten ja sokkelien vasarointi
- Rakenne- ja kosteuskartoitus
- Rakennekosteusmittaukset (porareikä)
- Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset (alapohja, sokkeli, ulkoseinä, yläpohja, väli-seinä)
- Lämpökuvaukset

## 4.3 Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet

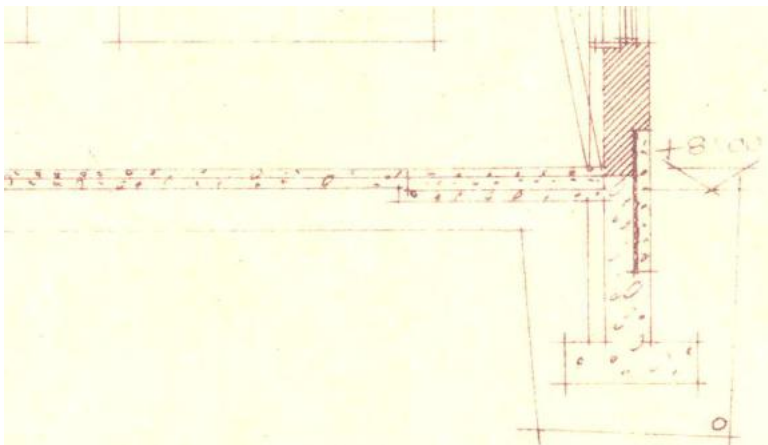
Tutkimuksessa käytettiin seuraavaa mittaus- ja tutkimuskalustoa:

- Pinta-, rakennekosteus- ja olosuhdemittaus: Gann Hydromette BL UNI 11, B55 BL, Gann Hydromette RTU 600 Jh, M20-anturi (anturit kalibroitu 5/2022) sekä Vaisala SHM40, anturit HMP40S (kalibroitu 3/2022)
- Poraus- ja käsityökalusto
- Lämpökamera FLIR E75 (kalibroitu 2/2022)
- Betonipeitepaksuusmittari Proceq Profoscope +

## 5 Maanvastaiset rakenteet, pinnat ja piha-alueet

### 5.1 Rakennetyypit

Alapohjarakenteena on maanvarainen betonilaatta. Lähtötietojen mukaan rakenteessa on reuna-alueilla lämmöneristys (kuva alla).




Kuva: Leikkaus, Sweco Rakennetekniikka Oy, 12.10.2017, raportin liite

Alapohjarakenne on suunnitelmien mukaisesti lämmöneristetty pelkästään reuna-alueilta. Kaikki rakenneavaus-, mittaus- ja näytteenottokohdat on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttoihin. Alapohjarakenteet rakenneavauksien perusteella on esitelty alla:




Rakenneavaukset RA.01-RA.03, alapohjarakenne keskialueella, AP1

| Todettu mitta (mm) | Rakenne, materiaali                             |
|--------------------|---|
| 70-90              | (muovimatto ja tasoite, toimisto-osalla) betoni |
| -                  | bitumisively                                    |
| 70-90              | betoni  |
| -                  | hiekkainen sora                                 |
| -                  |   |



Rakenneavaus RA.04-RA.05, alapohjarakenne reuna-alueilla AP.02

| Todettu mitta (mm) | Rakenne, materiaali |
|--------------------|---------------------|
| 80-90              | betoni              |
| 80-90              | kevytbetoni         |
| -                  | bitumisively        |
| 50-100             | betoni              |
| -                  | hiekkainen sora     |



Rakennuksen vierustoilla ja piha-alueella on pääasiassa asfalttia. Eteläpäädyssä ja itäisivulla on osittain istutuksia sekä savi- ja hiekkamaata. Rakennuksessa on lähtötietojen (leikkauskuva yllä) mukaan salaojitus.

## 5.2 Havainnot ja mittaustulokset

Rakennuksen ulkopuoliset maanpinnan kaadot ovat rakennuksen vierustoilla osittain puutteelliset. Pohjoispäädyssä asfaltti kaataa rakennusta kohti. Muuten yleiskaadot ovat aistinvaraisesti arvioituna rakennuksesta pois päin, vaikkakin maltillisesti. Paikallisesti on epätasaisuutta mm. pehmeästä alustasta ja vaurioista johtuen.

Rakennuksen vierustalla pitkillä sivuilla ja eteläpäädyssä on hoitamattomia istutuksia, jotka ovat lähes kiinni rakennuksessa. Sokkelin ja asfaltin liittymässä kasvaa heinää, sammalta ja muuta kasvillisuutta. Asfaltissa kasvaa runsaasti sammalta kaikilla sivuilla. Lisäksi asfaltissa on paikallisesti

voimakasta halkeilua. Asfalttia on paikkailtu ja uusittu. Rakennuksen vierustalle ei havaittu sala-  
ojakaivoja, eikä salaojien olemassaoloa voitu varmistaa.

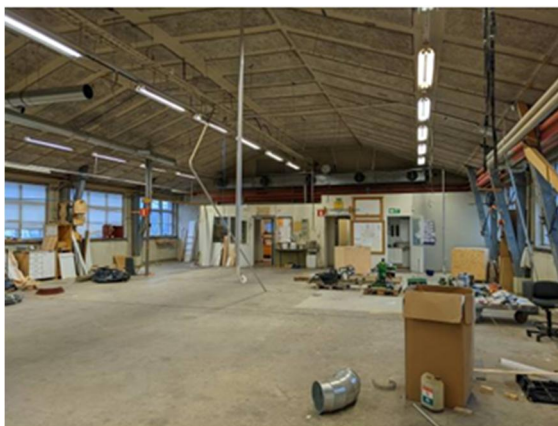
Katolta tulevia sadevesiä ei ole johdettu riittävästi pois rakennuksen vierustoilta. Sadevesikouruja  
ei pääsääntöisesti ole. Sadevedet valuvat tiilikatetta pitkin rakennuksen vierustalle. Liittyvien  
osien ja liittyviin osiin tehdyt vesikattojen syöksyt kastelevat vierustaa ja sokkeleita.

Alapohja on pääasiassa hieman, noin 100 mm, vierustan maanpintaa korkeammalla. Maanpinta  
on osin korkeammalla tai samalla tasolla maanpintaan verrattuna ulko-ovista poispäin mentäessä.

Puutyöhallin alapohjarakenne on pääosin pinnoittamatonta betonia. Pinta on tilan toiminnasta  
johtuen paikoin kulunut ja siihen on tehty havaintojen mukaan paikallisia korjauksia valamalla  
uusi ohut pintakerros. Rakentamisajankohdan jälkeen alapohjaan on lisätty verstaan koneiden ja  
laitteiden jalustoja varten tehtyjä vahvennuksia. Vanhassa alapohjarakenteessa on alkuperäisiä  
liikuntasauvoja, mutta laatta on paikoin voimakkaasti halkeillut. Betonilaatan pinnan kuluneisuus  
ja likaantuneisuus vaihtelee tilan eri puolilla aiemmasta toiminnasta johtuen.

Toimisto-osalla lattiapinnoitteena on käytetty osin jo ikääntynyttä muovimattoa tai vinyylilaattaa  
ja osin betonilattia on maalattu. Osa muovimatoista ja pinnoista on arviolta uudempia tai huollet-  
tuja. Rakenneavauksissa havaittiin, että alapohjassa on vanha bitumisively vedeneristeenä, sivelyn  
paksuudessa oli vaihtelua. Vedeneriste on sivelty alemman betonilaatan yläpintaan. Ulkoseinien  
läheisyydessä alapohjan reuna-alueilla on lämmöneristys. Lämmöneristeenä on käytetty kevytbe-  
tonia, joka on betonilaattojen välissä. Rakenneavauksissa havaittiin, että kevytbetonissa on lievä  
pistävä haju. Hajua ei kuitenkaan havaittu verstaan sisäilmassa. Rakenneavauksissa alapohjatäyttö  
oli aistinvaraisesti arvioiden kostea.

Havaintoja esitettynä kuvien avulla:



Yleiskuva hallista



Halkeamia betonilattiassa





Värjäytymää lattiassa, mahdollisesti maalia tai lakkaa



Liikuntasaumaa massattu rakentamisajankohdan jälkeen



Liikuntasaumoissa on ohut metallikaista ja toiminnasta syntynyttä roskaa



Rakentamisajankohdan jälkeen valettu antura laitejalustalle



Reuna-alueilla alapohjarakenteessa on lämmöneriste betonilaattojen välissä. Eristeenä on kevytbetonia. Pintalaatassa näkyy ohut taasoite/betonikerros



Kattokannattajien jalusta





WC:n vanha muovimatto



Pukuhuoneessa maalattu betonilattia



Kasvillisuus rakennuksessa kiinni länsisivulla,  
 sammalta kasvaa asfaltissa



Pohjoispäädystä asfaltti kaataa rakennusta  
 kohti, halkeama, sammalta kasvaa asfaltissa

### 5.3 Kosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus tehtiin maanvastaisiin alapohjarakenteisiin ja niihin liittyviin rakenteisiin sekä otantana kattokannattajien betonirakenteisiin jalustoihin. Pintakosteuskartoituksen perusteella alapohjarakenteessa on vaihtelevasti paikallisia kohonneen kosteuden alueita. Liittyvissä rakenteissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta.

Rakennekosteusmittaukset tehtiin maanvastaisiin alapohjarakenteisiin porareikämittauksina. Mittaustulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Mittaukset tehtiin alapohjarakenteeseen 2–3 eri syvyydelle porattuihin mittareihin. Betonirakenteen suhteellisen kosteuspitoisuuden lisäksi mitattiin kevytbetonin kosteutta sekä alapohjarakenteen alapuolisen soratäytön kosteutta. Mittaustulokset on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko: alapohjan rakennekosteusmittauksien tulokset



| Tunnus   | Tila / materiaali      | Mittaus-syvyys | Lämpötila (°C) | Huokosilman kosteus (%) | Absoluuttinen kosteus (g/m <sup>3</sup> ) |
|----------|------------------------|----------------|----------------|-------------------------|---|
| KO.01    | Hallin eteinen, betoni | 40 mm          | 21,0           | 85,8                    | 15,78                                     |
| KO.01    | Hallin eteinen, betoni | 100 mm         | 20,9           | 87,4                    | 15,98                                     |
| KO.02    | Halli, betoni          | 40 mm          | 21,0           | 53,5                    | 9,83                                      |
| KO.02    | Halli, betoni          | 100 mm         | 20,9           | 75,2                    | 13,73                                     |
| KO.02    | Halli, sora-täyttö     | -              | 20,7           | 99,3                    | 17,93                                     |
| KO.03    | Halli, betoni          | 40 mm          | 22,5           | 60,8                    | 12,18                                     |
| KO.03    | Halli, kevyt-betoni    | 100 mm         | 22,6           | 61,3                    | 12,33                                     |
| Sisäilma | Halli                  | -              | 21,3           | 41,6                    | 7,70                                      |

#### 5.4 Johtopäätökset

Rakennuksen alapohjarakenteet ja niiden pintamateriaalit ovat ikääntyneitä ja kuluneita. Maanvaraiseen alapohjarakenteeseen kohdistuu maaperästä tulevaa kosteusrasitusta. Rakenteessa oleva vanha vedeneriste (bitumisively) on ikääntynyt ja teknisen käyttöikänsä päässä. Tehtyjen kosteusmittausten ja kosteuskartoituksen havaintojen ja tulosten mukaan vedeneristeen kyky rajoittaa maasta tulevaa kosteusrasitusta on paikoin heikentynyt. Siveltynä asennetun vedeneristeen ainevahvuus vaihtelee rakenneavausten havaintojen mukaan, mikä vaikuttaa osaltaan kosteuden nousuun ja vaihtelevaan yläpinnan kosteusrasitukseen. Kosteuden nousuun voi paikallisesti vaikuttaa myös täyttömaan painuminen laatan alla.

Keskialueilla alapohjarakenteessa ei ole huokoisia orgaanisia eristemateriaaleja, joten betonirakenne on kosteusrasitusta kestävä. Reuna-alueilla oleva kevytbetonieriste on kuitenkin betonia huokoisempi materiaali ja siihen voi liiallisen kosteusrasituksen vallitessa kertyä hajuja tai muita epäpuhtauksia. Kevytbetoni on pintabetonilaatan alla, mutta laatta on reunoiltaan epätiivis, ja alapohjassa on lisäksi epätiivisiä liikunta- ja valusauvoja sekä halkeamia. Lisäksi nykyinen alapohjarakenne on lämmöneristävyydeltään heikko, joka on ongelma erityisesti reuna-alueilla.

Rakennuksen kuivatuksessa ja vierustan vedenohjauksessa on keskeisiä puutteita. Vierustan maanpinnan ja sadevesien ohjaus kohdistaa ylimääräistä kosteusrasitusta sokkeliin ja maanvastaisiin rakenteisiin. Vierustan ja alapohjan kosteus viittaa kuivatuksen toimimattomuuteen, eikä salaojajärjestelmän toimintaa voida varmistaa tarkastuskaivojen puuttuessa. Alapohja- ja perustusrakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta on mahdollista vähentää parantamalla vesikatolta tulevien sadevesien ohjausta, hulevesien ohjausta sekä uusimalla toiminnaltaan epävarman rakennuksen salaojitus.

#### 5.5 Toimenpide-ehdotukset

Rakenteen tuleviin korjaustoimenpiteisiin ja niiden laajuuteen vaikuttaa tilojen tuleva käyttötarkoitus sekä mahdolliset rakennussuojelliset seikat. Lähtökohtaisesti alapohjarakenteisiin kohdistuvaa ulkopuolelta tulevaa kosteusrasitusta tulee vähentää mm. parantamalla sadevesien ja hulevesien ohjausta sekä salaojituksen rakentamisella tai uusimisella. Tässä yhteydessä on järkevää myös tehdä perusmuurin ulkopuolinen veden-, routa- ja lämmöneristys.



### 5.5.1 Kevyt korjaus

Kevyessä korjausvaihtoehdossa vanhat rakenteet säilytetään. Rakenteen korjauksessa tulee huomioida rakenteen tiiveyden parantaminen siten, että maaperästä ja kevytbetonieristekerroksesta ei kulkeudu merkittävää määrää epäpuhtauksia sisäilmaan. Tiiveyden parantamisessa tulee huomioida alapohjan ja ulkoseinärakenteen ja muiden kantavien rakenteiden liitoskohdat, liikunta- ja valusaumat, valusaumat ja halkeamat.

Vanhat pintamateriaalit tulee uusien tarpeenmukaisessa laajuudessa, suositeltavaa on poistaa tiiviit pinnoitteet, kuten muovimatot ja vinyylilaatat. Uusien pintamateriaalien asennuksessa tulee käyttää vähäisen vesihöyrynvastuksen omaavia tuotteita, mikäli uusia pintamateriaaleja on tarvetta asentaa. Halliosan pinnoitevalinnoissa on huomioitava toiminnan aiheuttama kulutus ja rasiutus (mm. käytetyt kemikaalit) sekä varauduttava kunnostamaan ja paikkaamaan nykyistä alustaa.

### 5.5.2 Raskas korjaus, rakenteen uusiminen

Raskaassa korjausvaihtoehdossa alapohjarakenteet uusitaan kokonaisuudessaan. Korjauksessa uusi rakenne käsittää pääkohdittain:

- perusmaan päälle asennetaan suodatinkangas ja kapillaarikatko (sepeli)
- radonkatkot ja radonputkisto
- alapohjalaatan alapuolinen lämmöneriste
- uusi betonilaatta ja mahdolliset pintamateriaalit

## 6 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

### 6.1 Rakennetyypit

#### 6.1.1 Ulkoseinät

Ulkoseinät ovat päärakenteeltaan puolentoista tiilikiven massiivitiiliseiniä. Tiilenä on kennotiili. Aukkojen kohdalla on betonipalkki (US.03). Tiilen (130 mm) ja betonipalkin (noin 300 mm) välissä ei havaittu eristettä. Molemmissa päädyissä on kaksi betonipilaria. Tiilimuurauksen ja betonin välissä eristeenä on korkki.

Sokkelit ja perustukset ovat paikallavalettuja betonirakenteita. Sokkelissa ei havaittu lämmöneristettä. Sisäkuorena on tiili. Rakenteet rakenneavauksissa on esitelty alla olevissa taulukoissa.

Rakenneavaus RA.13-US.01 ja vanhat aukot, ulkoseinärakenne yleensä

| Todettu mitta (mm) | Rakenne, materiaali                          |
|--------------------|--|
| 430-450            | massiivitiili, kennotiili, puhtaaksimuurattu |
| 10-20              | rappaus                                      |
| -                  | maali  |



Rakenneavaus RA.12-US.02 ja mikrobinäytteet, ulkoseinärakenne päädyissä betonipilarien kohdalla



| Todettu mitta (mm) | Rakenne, materiaali |
|--------------------|---------------------|
| 130                | kennotiili          |
| 50                 | korkki              |
| n. 300             | betonipilari        |
| 10-20              | rappaus             |
| -                  | maali               |



Rakenneavaukset RA.07-11-SOK.01, sokkelirakenne

| Todettu mitta (mm) | Rakenne, materiaali                                   |
|--------------------|---|
| 140-150            | betoni, muottilautapintainen                          |
| -                  | bitumisively  |
| n. 270             | tiili (osittain ohut, n. 5-10 mm ilmaväli tai laasti) |
| 10-20              | rappaus ja maali                                      |



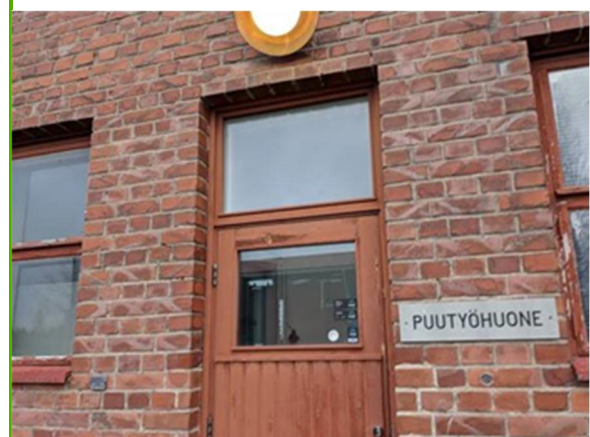
## 6.1.2 Ikkunat ja ovet

Rakennuksen ikkunat ovat pääasiassa alkuperäisiä kaksilasisia ja -puitteisia puuikkunoita. Ulkovoien ylle on asennettu uudempia puuikkunoita jossain vaiheessa. Yksittäisiä aukkoja on tukittu eristelevylle tai vanerilla. Ikkunoiden karmit on sisäpuolelta rapattu hieman päältä. Tilkkeenä on käytetty pellavarivettä.

Ovet ovat puurakenteisia. Ovet ovat lasiaukollisia (kiinteä 2-lasinen eristyslasi). Itäisivulla on yksi käytöstä poistettu peltiverhoiltu ovi. Vanha aukko on ummistettu.



Yleiskuva ikkunasta



Ulko-ovi ja ikkunoita eteläpäädyssä

## 6.2 Havainnot ja mittaustulokset

### 6.2.1 Julkisivut ja ulkoseinät

Julkisivumuuraus ja saumalaasti olivat kovaa ja ehjää jokaisella julkisivusuunnalla. Osin pinnan saumalaasti näyttää uudemmalta ja tummemmalta räystäiden alta. Julkisivuissa on muutamia rikkoutuneita tiiliä ja paikkaamattomia ja avoimia aukkoja tai läpivientejä. Tiiliä on rikottu kiinnityksistä, eikä rapautumaa havaittu. Pohjoispäädyssä havaittiin yksittäinen saumoja myötäilevä halkeama. Tiilissä on myös muutamia halkeamia, jotka näyttävät mahdollisesti jo valmistusaikaisilta.

Ulkoseinässä on liikuntasauva lähellä rakennuksen keskikohtaa. Liikuntasauvan välissä on puukuitulevy. Sauma on muuten avoin.

Sokkelissa havaittiin useita ruostuneita teräksiä, jotka olivat jääneet liian lähelle ulkopintaa. Ruostuneita teräksiä oli etenkin itäisivulla. Osassa halkeamissa on näkyvissä ruostunut teräs. Teräksiä on harvakseltaan peitepaksuusmittauksella mitattuna.

Sokkelissa havaittiin säännöllisesti pystysuuntaisia halkeamia, jotka menivät läpi aistinvaraisesti näkyvän sokkelin jatkuen maanpinnan alle. Sokkeli oli pääasiassa kovan oloista vasaroimalla, mutta ääni oli paikoin ontto viitaten betonin katkeiluun. Sokkelin kiviaines on paljastunut paikoin sää- ja pakkasrasituksesta.

Sokkelissa ei havaittu eristettä rakenneavauksissa. Betoni on tiiltä vasten. Välissä havaittiin osassa avauksessa ohuesti laastia ja osassa puhdas tiilipinta. Sokkeli on kosteudeneristetty sisäpuolelta bitumisivelyllä. Sokkelin ja tiilimuurauksen välissä on näkyvissä myös sivelyä. Ulkopinnan alaosassa havaittiin lisäksi paikallisesti bitumikermi ja -sivelyä itäosan laajennusosaan liittyessä. Ulkopuolinen vedeneristys on voitu tehdä laajennusosan yhteydessä.

Sokkelibetoni oli tasalaatuista otetuissa näytteissä. Betoni on hyvin tai tyydyttävästi tiivistynyttä. Betonissa on kohtalaisesti tai runsaasti tiivistyshuokosia, suojahuokosia ei ole juuri näkyvissä. Käytetty kiviaines, luonnonsora on suurirakeista. Sokkelinäytteessä 01 oli muottilaudan palanen. Näyte katkeili ulkopinnasta (halkeama) muottilaudasta lähtien. Ulkopinta oli hieman rapautunut. Näyte 02 katkesi noin 80 mm syvyydestä. Näyte 04 porattiin halkeamakohdalta. Halkeama jatku läpi näytteen. Näytteessä oli teräksiä. Osassa näytteissä kiviaines on paljastunut ja rapautunut ulkopinnasta. Näytteessä 06 oli teräs, 16 mm, 23 mm syvyydessä. Teräksessä oli pintaruostetta.



Yleiskuva julkisivusta pohjoispäädyssä



Yleiskuva julkisivusta länteen





Julkisivumuurauksen ja aukkopalkin välissä ei eristettä



Pohjoispäädystä saumaa seuraava halkeama



Pohjoispäädystä vanhoja aukkoja ja reikiä



Tiiltä rikottu kiinnityksistä



Yleiskuva sokkelibetonista, näytteet 02-04, näytteessä 04 halkeama läpi betonin



Näytteessä 01 muottilaudan pala, betoni halkeilu ulkopinnasta



Laastia sokkelibetonin ja tiilen välissä



Sokkelissa havaittiin useita pystysuuntaisia halkeamia, ruostunut teräs pinnassa halkeaman kohdalla

## 6.2.2 Ikkunat ja ovet

Ikkunat ovat yleisesti ikääntyneitä ja kuluneita. Maalipinnoitteet ovat hilseilleet laaja-alaisesti. Pohjoispäädyn ikkunoita on huoltomaalattu. Niiden maalipinta oli osittain jo alkanut hilseilemään. Lasituskittauksia ei ole uusittu, vaan ne on kovettuneet sekä halkeilivat ja tippuivat erityisesti alaosista. Etelä-, länsi- ja itäisivuilla ikkunoiden puuosissa ja lasikittauksissa oli voimakkaampaa halkeilua. Lasituskittauksia on tippunut laaja-alaisesti, ja ne halkeilevat ja putoilevat myös sisälaseista. Ikkunoiden puuosat ovat ulkopuolelta paikoin pehmenneet mm. alaosista, mutta lahoa havaittiin lähinnä pistemäisesti. Useita ikkunalaseja oli rikkoutunut.

Kulmaraudat ovat pysyneet tyypillisesti maalin peitossa. Maalin hilseillessä kulmarautoja on pääsyt ruostumaan. Yksittäisiä kulmarautoja on irronnut osittain.

Ikkunoiden vesipellitykset ovat vääntyneet voimakkaasti useassa ikkunassa. Pellityksien maalipinnoite oli hilseillyt vähäisesti tai kohtalaisesti. Ruostetta oli maalivaurioita selkeästi vielä maltillisemmin. Osa pellityksistä näyttää uusituilta. Pellityksien kallistukset ja ulottumat vaikuttavat riittävältä. Julkisivuissa ei ole merkkejä poikkeavasta kosteusrasituksesta. Pellityksien liittymät ikkunoihin ovat tasaisia.

Puiteissa oli yleisesti epätiiveyttä, mutta myös usea ikkuna oli osittain auki. Puitevälit olivat likaantuneet ja tummentuneet kosteudesta. Puu oli pistomaisesti pehmennyt, mutta merkittävää lahoa ei havaittu.

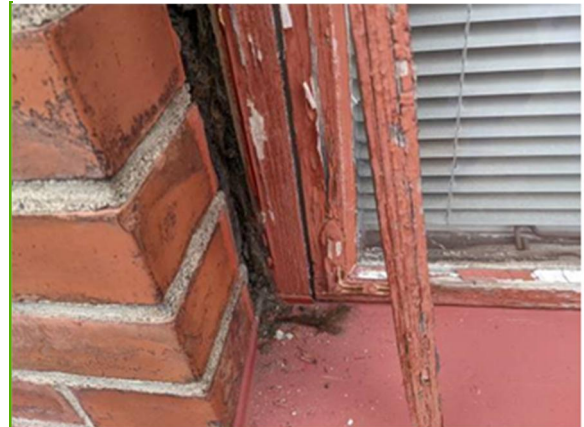
Ikkunoiden liitokset ulkoseinään on ulkopuolelta suojeltu ohuilla puulistoilla. Liittymät eivät ole erityisen tiiviitä ja eristystä on näkyvissä välistä. Pellavarive on tummentunut ja likaantunut ilmavirtauksista. Muutamia listoja oli irtoillut alustasta. Puulistat olivat vaurioituneet muiden puuosien tapaan. Sisätiloissa tuntuu ilmavirtausta eristetilasta, ja myös lämpökameralla tarkasteltuna ikkunat vuosivat tilkeraosta. Lisäksi ikkunoiden puitevälit ovat viileitä ilmavirtauksista ja tiivistevuodoista. Sisätilat olivat lievästi alipaineisia (-2...-4 Pa) ikkunasta mitattuna.

Puuovet on uusittu jossain vaiheessa. Puuovien maalipinnoite oli hilseillyt voimakkaasti. Puu on alkanut halkeilemaan, mutta lahoa ei havaittu. Kynnyspeltien kittaukset ovat kuluneet ja halkeileet. Viereisen halliosan ja puutyöpajan välisestä ovesta selkeää ilmavuotoa oven tiivisteistä ja liittymistä lämpökameralla.





Lasituskittaukset kuluneet, puuosat halkeilleet



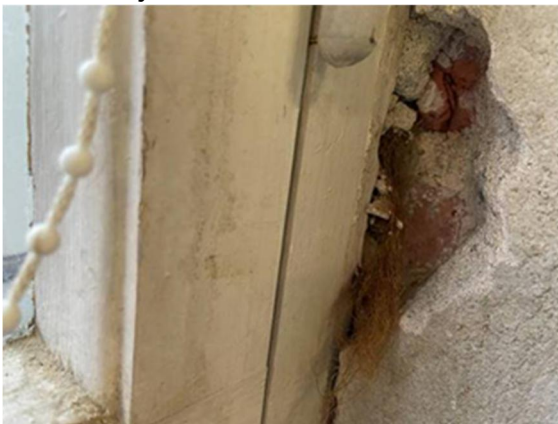
Ikkunan ja ulkoseinän välissä puulista, tilkeväli tummunut



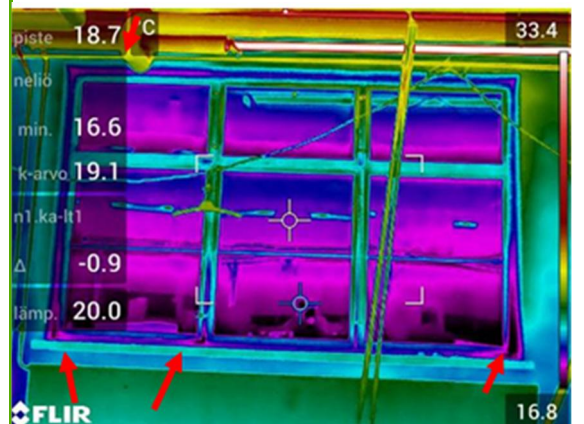
Länsisivulla lasituskittauksia tippunut, puuosat halkeilleet ja harmaantuneet, rikkiäinen lasi



Vesipellityksiä mutkalla itäisivulla



Ikkunakarmi rapattu hieman yli sisäpuolelta



Ikkuna vuotaa tilkeraosta ja osittain tiivisteistä, lasit viilentyneet yleisesti ilmavuodoista



Puiteväli kastunut ja likaantunut voimakkaasti, ikkunan puitteet aukeavat sisälle ja ulos



Länsisivun oven maalipinnoite hilseillyt, paneeli halkeilee

### 6.3 Materiaalien mikrobitutkimukset

Ikkunariveistä, pellavasta otettiin kolme ja ulkoseinäeristeestä, korkki neljä mikrobinäytettä. Näytteenottokohdat on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttoihin. Näytevastaukset ovat liitteenä 2. Näytteet analysoitiin laimennosviljelynä. Näytetuloksien yhteenveto on esitelty alla.

Taulukko: ulkoseinäeristeiden ja ikkunatilkkeiden mikrobianalyysien tulokset

| Tunnus | Tila      | Näytteen sijainti | Materiaali | Tulos                  |
|--------|-----------|-------------------|------------|------------------------|
| MB.01  | Työnjohto | Ulkoseinäeriste   | Korkki     | Voi viitata kasvustoon |
| MB.02  | Halli     | Ikkunarive        | Pellava    | Ei kasvustoa           |
| MB.03  | Halli     | Ikkunarive        | Pellava    | Ei kasvustoa           |
| MB.04  | Halli     | Ikkunarive        | Pellava    | Ei kasvustoa           |
| MB.05  | Pukuhuone | Ulkoseinäeriste   | Korkki     | Ei kasvustoa           |
| MB.06  | Halli     | Ulkoseinäeriste   | Korkki     | Ei kasvustoa           |
| MB.07  | Halli     | Ulkoseinäeriste   | Korkki     | Ei kasvustoa           |

Ulkoseinänäytteessä MB.01 oli sienipitoisuudet koholla ja kahta kosteusvaurioindikaattorilajia. Nämä tekijät voivat viitata mikrobivaurioon. Myös näytteissä MB.05 ja MB.06 sienipitoisuudet olivat hieman koholla, mutta näytteissä ei ollut kosteusvaurioindikaattorilajeja tai niitä oli pelkästään yksittäisiä lajeja. Näytteissä oli samankaltainen mikrobisto.

Ikkunarivenäytteissä ei havaittu poikkeavia mikrobikasvustoja. Näytteet on otettu sisäpuolelta.

### 6.4 Sokkelin mittaukset ja laboratorioanalyysit

Sokkelista otettiin neljä betonilieriönäytettä (02, 04, 05 ja 06) ja kloridinäyte laboratorioanalyysija varten. Lisäksi betoniterästen peitepaksuudet mitattiin ulkopinnasta. Näytteenottokohdat on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttoihin. Näytevastaukset ovat liitteenä 3.

#### 6.4.1 Ohuthieanalyysi

Ohuthienäyte (04) teetettiin betoninäytteestä, joka oli haljennut keskeltä. Ohuthieanalyysin perusteella sokkelibetonista (näytteestä) voidaan todeta seuraavaa:

- Betonin laadussa on puutteita ja näytteen kunto oli merkittävästi heikentynyt. Laatu on puutteellinen heikentyneiden kiviainestartuntojen, plastisen halkeilun ja epätasaisen mikrotekstuurin takia. Kunto on heikentynyt etenkin teräskorroosion vuoksi. Betoni on rapautunut arviolta pääasiassa teräskorroosion seurauksena.





- Betonin kiviaines on soraa ja soramursketta. Kiviaines on pääasiassa ehjää ja rapautumatonta. Kiviainestartunnat ovat heikentyneet huokosten, tartuntahalkeamien ja pinnan vastaisten halkeamien vuoksi.
- Betonin sideaineena on karkearakeista portlandsementtiä, jossa on masuunikuonaa ja kalkkiviifillieriä. Sideaineen mikrotekstuuri on hieman epätasainen.
- Betonissa on suojahuokosia melko vähän, eikä betoni ole arviolta huokosrakenteensa perusteella pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.
- Huokosissa havaittiin korkeintaan kohtalaiseen kosteusrasitukseen viittaavia sekundäärisiä ettringiittikiteytyksiä.
- Näytteen halkeama viittaa ulkopinnassa betonin kovettumisen varhaisvaiheen plastiseen halkeiluun, mutta liittyy todennäköisesti pääosin teräskorroosioon.
- Ulkopinnan läheisyydessä on pinnan suuntaista halkeilua, joka muistuttaa pakkasrapautumista.

## 6.4.2 Vetolujuuskokeet

Vetolujuuskokeiden tulokset on esitelty alla olevassa kuvassa. Betonin rapautumista ei pidetä todennäköisenä, jos vetolujuus on yli 1,5 MN/m<sup>2</sup>.

Näytteissä 02 ja 05 vetolujuudet ovat tavanomaisia aikakauden betonilla. Näytteessä 06 murto on tapahtunut teräksestä, joka selittää alhaista vetolujuutta. Uusintavedossa tulos on parempi, yli 1,5 MN/m<sup>2</sup>. Näytteissä ei ole viitteitä pakkasrapautumaan, mutta näytteen 06 tulokseen voi vaikuttaa myös teräksen ja betonin väliin päässyt kosteus ja teräksen ruostuminen.

| Näyte      | Näytteenottoaika | Näytteen pituus (mm) | Näytteen halkaisija (mm) | Näytteen tiheys (kg/m <sup>3</sup> ) | Tulos (MN/m <sup>2</sup> ) | Murtokohta <sup>1/2</sup> / -tapa                      | Poikkeamat/Huomiot  |
|------------|------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|---|
| 02         | Sokkelibetoni    | 62                   | 45                       | 2209                                 | 2,27                       | 30-43 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee kiviainesta   | Näyte katkennut, vetolujuus testattu lähempänä ulkopintaa olevasta kappaleesta. |
| 05         | Sokkelibetoni    | 139                  | 45                       | 2246                                 | 2,52                       | 115-123 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee kiviainesta | -   |
| 06         | Sokkelibetoni    | 146                  | 45                       | 2488 <sup>1/2</sup>                  | 0,21                       | 27-36 mm ulkopinnasta, myötäilee kiviainesta           | Murtokohdassa teräs Ø 16 mm   |
| 06 uusinta | Sokkelibetoni    | 146                  | 45                       | 2488 <sup>1/2</sup>                  | 1,96                       | 35-43 mm ulkopinnasta, myötäilee kiviainesta           | Murtokohdassa teräs Ø 16 mm   |

Kuva: vetolujuuskokeiden tulokset

## 6.4.3 Karbonatisoituminen

Ulkobetonirakenteiden tyypillisenä karbonatisoitumisnopeutena pidetään 1,5...3,5 mm/va. Sokkelibetoni on osassa näytteissä edennyt tavanomaista nopeammin (keskiarvo 3,6). Tähän on vaikuttanut betonin ulkopinnan suojaamattomuus. Nopeampi karbonatisoituminen viittaa myös laadullisiin puutteisiin. Sisäpinnan karbonatisoituminen viittaa ilman kulkemiseen betonin ja tiilen välissä.

*Taulukko: näytekohtaiset karbonatisoitumissyvyydet ja lasketut karbonatisoitumiskertoimet*

| Näyte | Ulkopinnan karb. syvyys vaihteluväli / keskimäärin (mm) | Ulkopinnan karb. kerroin (mm/va) | Sisäpinnan karb. syvyys, vaihteluväli / keskimäärin (mm) | Sisäpinnan karb. kerroin (mm/va) |
|-------|---|----------------------------------|--|----------------------------------|
| 02    | 21-48/34  | 4,2                              | 9-28/21  | 2,6                              |
| 04    | 6-läpi/15   | 1,8                              | 0,5-läpi/23  | 2,8                              |
| 05    | 23-26/25  | 3,1                              | 0-16/6   | 0,7                              |
| 06    | 39-55/43  | 5,3                              | 6-13/9   | 1,1                              |



#### 6.4.4 Betonipeitepaksuudet

Sokkelin betonipeitepaksuudet mitattiin ulkopinnasta itä-, etelä- ja länsisivuilta. Tulokset on esitelty alla olevassa taulukossa.

Betoniteräksien keskimääräinen peitepaksuus on suhteellisen hyvä (33,9 mm). Merkittävä osa teräksistä on kuitenkin 20 mm tai sen alle (19,3 %) tai 25 mm tai sen alle (34,7 %). Teräksien paksuuksissa on huomattavaa vaihtelua.

Taulukko: sokkelin ulkopinnan betonipeitepaksuudet

| Peitepaksuusmittausten jakautuminen | 0...5 | 6...10 | 11...15 | 16...20 | 21...25 | 26...30 | 31...35 | 36...40 | 41...45 | 46...50 | 51...55 | 56...60 | 61...65 | 66...70 |
|-------------------------------------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Syvyysalue (mm)                     | 0...5 | 6...10 | 11...15 | 16...20 | 21...25 | 26...30 | 31...35 | 36...40 | 41...45 | 46...50 | 51...55 | 56...60 | 61...65 | 66...70 |
| Havainto raudoteräksistä (kpl)      | 1     | 0      | 3       | 7       | 8       | 5       | 4       | 5       | 7       | 5       | 3       | 2       | 1       | 1       |
| Havainto raudoteräksistä (%)        | 1,9   | 0,0    | 5,8     | 13,5    | 15,4    | 9,6     | 7,7     | 9,6     | 13,5    | 9,6     | 5,8     | 3,8     | 1,9     | 1,9     |

#### 6.4.5 Betoniraudotteiden korroosio ja korroosioriskin arviointi

Raudotteiden aktiivisen korroosion määrää arvioitiin betonin peitepaksuusmittauksiin ja näytteistä mitattujen karbonatisoitumissyvyyyksiin perustuvan laskentamallin avulla.

Laskennallisen analyysin perusteella karbonatisoituminen on saavuttanut 41,6 % sokkelin ulkopinnan teräksistä. Sokkelin teräksistä merkittävä osa on siis saavutettu.

#### 6.4.6 Kloridipitoisuus

Sokkelin kloridipitoisuus tutkittiin yhdestä näytteestä, KLO.01. Näyte porattiin noin 0-35 mm syvyydeltä. Näytteen kloridipitoisuus oli alle 0,01 massa-%, eikä poikkeavaa pitoisuutta havaittu.

### 6.5 Johtopäätökset

Ulkoseinä rakenteet ovat pääasiassa kosteus- ja lämpötekniisesti toimivia kiviainesrakenteisia ja homogeenisiä massivirakenteita. Betonipalkkeihin ja -liitoksissa on rakenteellisia kylmäsiltoja, jolla voi vaikutusta, mikäli sisäpuolinen kosteusrasitus on korkea.

Julkisivumuurauksen kunto ei ole juurikaan heikentynyt. Sen korjaustarve koskee rikkoutuneiden tiilien uusimista ja vanhojen aukkojen muuraamista umpeen. Lisäksi vanhoille ummistetuille aukoilla suositellaan pysyvempiä ja tiiviimpiä ratkaisuja.

Päädyissä betonipilarien kohdalla on kosteustekniisesti riskirakenne tuulettumattomasta rakenteesta johtuen (korkkieriste). Mikrobinäytteissä oli viitteitä epäedullisiin olosuhteisiin, mutta mikrobivauriot olivat enintään viitteellisiä. Betonipilareiden liitoksien ja liittymien toimintaa voidaan parantaa ikkunakorjauksien yhteydessä tiivistämisellä.

Sokkeleissa merkittävimpiä ongelmia on karbonisoitunut betoni ja aktiivisessa korroosiossa olevat betoniteräkset. Teräksiä on jäänyt merkittävä määrä lähelle ulkopintaa, mutta teräksiä on myös käytetty rakentamisaikakauden tapaan vähänlaisesti. Ruostunut ja laajentunut teräs on rikkonut betonia. Osa halkeamista on todennäköisesti jo betonin kovettumisen varhaisvaiheessa syntynyt. Betoni on alkanut rapautumaan pinnasta rasitetuimmilla alueilla, esimerkiksi halkeamissa, kun kosteus on päässyt syvemmälle rakenteeseen. Nykyinen sokkelirakenne tarvitsee perusteellisemmän suojauksen ulkopintaan kosteusrasitusta vastaan.

Ikkunat ovat teknisesti ikääntyneitä, ja sitä vastaavassa perusteellisessa kunnostustarpeessa. Ikkunoiden vauriot ovat työlästä korjata, jolloin perusteltuna vaihtoehtona on myös ikkunoiden uusiminen. Ikkunaliittymät ja ikkunat toimivat tällä hetkellä merkittävänä korvaus- ja vuotoilman lähteenä. Korvausilma suositellaan tuotavan suunnitellusti, ja ikkunoiden liitoksien ilmatiiveyttä parannettavan. Korjauksessa tai uusimisessa vanhat ikkunat tulee joka tapauksessa irrottaa. Vanhat



likaantuneet pellavariveet suositellaan tässä yhteydessä poistettavan. Korjauksessa on varauduttava siihen, että sisäpuolisia rappauksia joudutaan korjaamaan. Lisäksi ulko-ovet ovat kunnostuksen ja huoltomaalauksen tarpeessa.

## 6.6 Toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinille, sokkeleille, ikkunoille ja oville ehdotetaan seuraavia toimenpiteitä:

- julkisivumuurauksen rikkoutuneet tiilet uusitaan sekä reiät, halkeamat ja aukot muurataan tai paikataan umpeen
- vanhat aukot otetaan käyttöön tai muutetaan vastamaan muuta julkisivua
- sokkeleille suoritetaan perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus, jossa vanha pinta puhdistetaan, rapautuneet ja korroosiovaurioituneet alueet laastipaikataan, halkeamat avataan ja paikataan tai injektoidaan halkeaman mukaan sekä pinnat ylitasoitetaan ja pinnoitetaan.
- alkuperäiset puuikkunat uusitaan (tai kunnostetaan) tilkkeineen ja vesipellityksineen
- betonipilarien liittymät tiivistetään ikkunakorjauksissa
- ulko-ovet ja uusitut ikkunat kunnostetaan ja huoltomaalataan

## 7 Yläpohjat ja vesikatot

### 7.1 Rakennetyypit

Yläpohjarakenteet ovat puurakenteisia ja kannatettu sahatavarasta tehdyillä kattoristikkekehillä. Vesikatto on tyypiltään harjakatto. Vesikatteena toimii kaksikouruinen savikattotiili. Tiili on urareuna-/valssitiili. Aluskatteena on bitumihuopa. Vesi ohjataan suoraan katteesta rakennuksen vierustalle. Itäsivulle on lisätty sadevesikouru ja -syöksyt uudemman osan liittymään. Yläpohjarakenne rakenneavauksissa on esitelty alla olevassa taulukossa.

Rakenneavaukset RA.16-19-YP.01, yläpohjarakenne yleensä

| Todettu mitta (mm) | Rakenne, materiaali  |
|--------------------|--|
| -                  | savikattotiili   |
| n. 22x32-38 x 2    | tiiliruoteet, ristiin  |
| -                  | bitumikermi, aluskate  |
| n. 20x100          | alusruoteet, umpi  |
| -                  | tuuletettu ilmatila, keskialueella n. 2,4 m, kattoorret 125x125 k600, ristikot k4000, jänneväli 14 m                     |
| -                  | pahvi, katkeaa reuna-alueilta ja liittymistä   |
| n. 250-400         | kutterinlastu, sahanpuru, vähäisesti kiviainesjätettä (keskialueilla 250, reuna-alueille paksunee) / koolaus 150x50 k900 |
| -                  | pahvi  |
| 20                 | umpilaudoitus  |
| -                  | kipsilevy  |
| -                  | sisäpuoliset verhoukset / pinnoitteet  |



## 7.2 Havainnot

### 7.2.1 Vesikate

Vesikate on teknisen käyttöikänsä päätepisteessä, rapautunut laajalti ja pitkälle. Tiilien kunto on yleisesti heikentynyt siinä määrin, etteivät ne kestä kävelyä tai ylimääräistä räsitusta. Etenkin räystäällä tiilet katkeilevat ylimääräisestä kuormituksesta. Rikkoutuneita tiiliä on katolla arviolta noin 50. Arviota vaikeuttaa katon voimakas sammaloituminen. Vesikatto on sammaleen peitossa moilemmista lappeista. Seassa on vähänlaisesti jäkälää.

Räystäiden ummistaminen on estänyt veden poistumisen sekä tiilien ja aluskatteen välisen tilan tuulettumisen. Lisäksi ruodeväli on tukkeutunut sahanpurusta ja muusta irtoaineksesta. Räystäät ovat lahonneet laaja-alaisesti ja systemaattisesti. Vauriot keskittyvät ulkoreunoihin, kuten otsalautoihin. Bitumikermi on suojannut sisempiä aluruoteita, mutta kermi on alkanut halkeilemaan ja haurastumaan. Tiiliruoteet ovat lahonneet, ja räystäät näyttävät painuvan.

Aluskatteen ja tiilikatteen väli on tukkeutunut irtoaineksesta, erityisesti sahanpurusta. Tiiliruoteet ovat alkaneet lahoamaan, mutta vauriot ovat pääasiassa pintapuolisia. Ruoteet ovat ohuita ja halkeilivat. Länsilappeella on yksi merkittävämpi painunut alue, jossa on laitettu umpeen vanha läpivienti. Tiilien alla ei havaittu ruoteita, mikä selittää painumista.

Aluskate oli pääosin ehjä. Bitumikermi oli kuitenkin haurastanut ja poimuuntunut. Kermi halkeili myös paikoin. Aluskate on nostettu hieman ylös reuna-alueilla ja läpivienneistä, muttei kiinnitetty mitenkään alustaan. Vesikatolle kulkee kaksi kanavaläpivientiä, kaksi tarkastusluukkua ja yksi viemärin tuuletusputki.

Vesikatolla on puurakenteiset kattosillat, jotka ovat lahonneet ja eivät ole turvallisia. Kattoluukkujen ja läpivientien pellitykset sekä seinätikkaat olivat ruostuneet laaja-alaisesti tai lähes kauttaaltaan. Seinätikkaat on poistettu käytöstä ja katkaistu.

Havainnot esitettynä kuvien avulla:



Yleiskuva vesikatosta, vesikate sammaloitunut



Haljenneita tiiliä, tiili rapautunut





Räystäällä painumia ja lahovaurioita



Umpinainen räystäs alkanut lahoamaan



Aluskate tukkeutunut irtoaineksesta



Länsilappeella uusittu aluskatetta vanhan läpiviennin kohdalta, aluskatteen yläpinta sammutettu, ei ruoteita

## 7.2.2 Yläpohja

Yläpohjan tuuletus vaikuttaa riittämättömältä. Räystäällä on vähänlaisesti, muutamia verkotettuja tuuletusaukkoja molemmilla lappeilla. Harjalla ei ole erillisiä tuuletusreittejä. Teräsosiin on muodostunut erottuvaa ruostetta viitaten hetkellisiin tai kausittaisiin kosteisiin olosuhteisiin. Ruostumisessa on alueellisia eroja, ja osa teräsosista on ruostunut vähäisemmin ja osittain pintapuolisesti. Lisäksi kattoluukkujen alapinnat olivat tummuneet voimakkaasti mahdollisesti kondenssista, mutta tämä voi johtua myös vesivuodoista ja kosteudesta kатteen läpi. Alusruoteissa tai muissa puuosissa ei ole viitteitä olosuhteista johtuvaan poikkeavaan kosteuteen. Yläpohjassa kulkevat IV-kanavat ja valurautaviemäri ovat eristämättömiä.

Yläpohjassa on näkyvissä useita vesivuotojälkiä, joita on osittain epäsäännöllisesti lappeiden keski-alueilla. Toistuvia vesivuotojälkiä havaittiin läpivientien ympärillä ja räystäillä. Vesivuodot olivat tummentaneet alusruoteita, pahveja ja osin kantavia rakenteita, mutta lahovaurioita havaittiin lähinnä selkeämmillä vuotoalueilla, kuten räystäillä ja läpiviennissä. Kantavissa rakenteissa havaittiin mahdollista orsien yläpinnan lahoa vanhan paikatus läpiviennin ympärillä. Vanha läpivienti oli vuotanut myös eristeisiin ja sisäpuolisiin kipsilevyihin. Kipsilevyjä ja eristeitä on uusittu kyseiseltä alueelta. Uudemmissa levyissä oli myös näkyvissä vuotojälkiä.

Yläpohjan eristeenä on pääosin kutterinlastua. Eristeet oli tiiviisti asennettu. Seassa on sahanpurua, puujätettä ja kiviainesjätettä. Kiviainesjätettä on korostetummin reuna-alueilla. Län-



silappeelle on asennettu mineraalivillaa paikalliselle alueelle, kun on laitettu vanha läpivienti umpeen. Pohjoispuolen IV-kanavan läpiviennin vierellä havaittiin lisäksi asbestipahveja. Kehäpilareiden liittymissä vaikutti olevan ohuesti eristettä kädellä kokeiltaessa. Liittymiä ei pystytty tarkastamaan lähemmin ahtauden takia. Yläpohjassa on runsaasti lintujen jätöksiä. Tutkimuspäivänä yläpohjassa oli puluja ja niiden pesiä.

Yläpohjan ristikoissa havaittiin merkkejä liiallisesta kuormituksesta, mutta välitöntä vaaraa ei havaittu. Katto-orret ovat havaintojen mukaan ääri rajoilla, ja pyrkivät kiepahtamaan. Orsissa on merkittävää halkeilua, joka jatkuu usein lähes orren läpi pituussuuntaisesti ja on lähes puoleen väliin ortta syvä sekä molemmin puolin halkeileva. Yksittäisiä sahatavaraorsia on korvattu hirsillä. Kehissä oli näkyvissä liikettä harjan liitoksissa, mutta aistinvaraisesti ei havaittu merkittäviä poikkeamia. Etenkin yläpaarteissa ja vinosauvoissa oli halkeilua. Halkeilu oli tyypillisesti pinnalla, mutta jatkui paikoin katkeillen läpi paarteen tai sauvan.

Ristikkokehissä havaittiin sisätiloissa merkkejä rakenteiden liikkeistä halkeiluna. Merkittävää halkeilua on etenkin länsisivulla lähellä rakennuksen keskikohtaa ja laajennusosia. Kehiä on tuettu kohdalla vinosauvalla. Muutamia merkittäviä halkeamia havaittiin myös muissa kehissä. Lisäksi katon kipsilevyissä oli halkeamia, jotka osin lähtivät kehistä. Kehäpilarit on erotettu tarkastetuin osin betonista bitumikermillä.

Ilmansulkupahvi on avoin reuna-alueista ja läpivienneistä. Pahvia on hieman nostettu seinäliittymästä ja läpivienneistä. Pahvi oli ehjää tarkastuskohdissa. Lämpökameralla tarkasteltuna yläpohjasta on mahdollista lämpövuotoa sisätiloihin (tai toisinpäin, sisätilat tutkimuspäivänä ylipaineisia yläpohjaan verrattuna) liittymistä ja läpivienneistä, kuten pilareista. Yläpohjassa havaittiin paikallisia viileämpiä alueita, joka voi johtua eristeen epäyhtenäisyydestä ja/tai kosteudesta. Yläpohjan yläpinnan pahvi on rikkoutunut laajalti ja on avoin reuna-alueilta ja liittymistä.



Yleiskuva yläpohjasta räystäään suuntaan



Vesivuotojälkiä ja tummentumia puuosissa





Vesivuotojälkiä sisäpinnoilla



Vesivuotojälkiä läpiviennin ympärillä



Alusruoteet lahonneet läpiviennin ympäriltä



Räystäällä vesivuotojälkiä, huopa tiilen ja palkin välissä



Vanha läpivienti laitettu umpeen, vuotoja tapahtunut läpiviennistä



Tuuletusaukko räystäällä



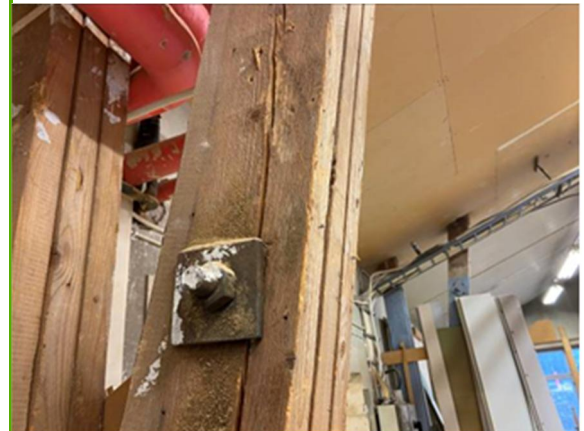
Orret vääntyneet, halkeamat syvällä



Orsien ja yläpaarteen halkeilua



Halkeilevia kehiä tuettu hallista



Tuetussa kehässä merkittävää halkeilua



Kehässä halkeamia liitoksessa



Kehä erotettu betonista kermillä





Ilmansulkupahvi nostettu seinäliittymästä jättäen liittymän auki



Kehäpilarin liittymässä eristettä ohuemmin, pilarissa halkeama

### 7.3 Materiaalien mikrobitutkimukset

Yläpohjan lämmöneristeestä otettiin yhdeksän mikrobiinäytettä. Näytteenottokohdat on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttoihin. Näytevastaukset ovat liitteenä 2. Näytteet analysoitiin laimennosviljelynä. Näytetuloksien yhteenveto on esitelty alla. Näytteitä otettiin läpivientien ympäriltä, räystäiltä ja yleisesti yläpohjasta.

Taulukko: yläpohjaeristeiden mikrobianalyysien tulokset

| Tunnus | Tila                                | Näytteen sijainti                | Materiaali    | Tulos                               |
|--------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| MB.08  | Yläpohja, hallitila                 | Yläpohjaeriste                   | Kutterinlastu | Bakteerikasvusto                    |
| MB.09  | Yläpohja, hallitila                 | Yläpohjaeriste, kanavaläpivienti | Kutterinlastu | Voidaan katsoa esiintyvän kasvustoa |
| MB.10  | Yläpohja, hallitila                 | Yläpohjaeriste                   | Kutterinlastu | Ei kasvustoa                        |
| MB.11  | Yläpohja, hallitila                 | Yläpohjaeriste, vanha läpivienti | Kutterinlastu | Voidaan katsoa esiintyvän kasvustoa |
| MB.12  | Yläpohja, hallitila                 | Yläpohjaeriste                   | Kutterinlastu | Ei kasvustoa                        |
| MB.13  | Yläpohja, hallitila                 | Yläpohjaeriste                   | Kutterinlastu | Ei kasvustoa                        |
| MB.14  | Yläpohja, pukuhuone / ruokailuhuone | Yläpohjaeriste                   | Kutterinlastu | Ei kasvustoa                        |
| MB.15  | Yläpohja, wc                        | Yläpohjaeriste                   | Kutterinlastu | Ei kasvustoa                        |
| MB.16  | Yläpohja, hallitila                 | Yläpohjaeriste                   | Kutterinlastu | Ei kasvustoa                        |

Näytteissä MB.09 ja MB.11 voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteet on otettu kanavaläpiviennistä (MB.09), jossa on aktiivista vesivuotoa, sekä vanhan vuotavan läpiviennin kohdalta (MB.11). Näytteessä MB.09 bakteeri- ja aktinomykeettipitoisuudet ovat erittäin korkeita viitaten selkeään kosteusvaurioon. Näytteessä MB.11 pitoisuudet ovat selkeästi maltillisempia, mutta aktinomykeettipitoisuus ylittää toimenpiderajan 3000 pmy/g. Myös osassa muissa näytteissä on yksittäisiä kosteusvaurioindikaattorilajeja, mutta pitoisuudet ovat pieniä. Laaja-alaisiin vaurioihin ei ole viitteitä. Näytteessä MB.08 on poikkeavaa bakteerikasvustoa, joka voi johtua ilmapirtauksista ja eristeen likaantumisesta. Näytteessä ei muuten havaittu poikkeavia kasvustoja. Myös muissa näytteissä oli tummentumaa ja likaantumista.

### 7.4 Johtopäätökset

Vesikate on teknisen käyttöikänsä päässä ja uusittava lähivuosina. Tällä hetkellä vesikaton toiminta perustuu laajalti aluskatteen vedenpitävyyteen. Aluskatteen kunto on heikentynyt keskeisesti, ja siinä on epäjatkuvuuskohtia. Yläpohjan ja vesikatteen alusrakenteiden vauriot keskittyvät



detaljeihin, joissa on puutteita toimivuudessa. Merkittävimpinä ovat räystäät, jotka eivät pysty kuivumaan tai ohjamaan vettä pois rakenteista. Läpivienneistä vesi pääsee kulkeutumaan aluskatteen epätiivetyshoikohdista ja mahdollisesti tiivistymään yläpohjassa kylmiin pintoihin. Korjauksen kiireellisyttä määrittää myös yläpohjan kantavien rakenteiden kuormitus.

Lähtötietojen mukaan yläpohjien kehäristikot on lähtökohtaisesti alimitoitettu. Yläpohjarakenteissa ja kehissä on merkkejä liialliseen kuormitukseen. Halkeilu on myös ominaista puurakenteille, ja muun muassa liitoksissa halkeilua on todennäköisesti aiheuttanut liikkumaton kiinnitys puun kosteuteen verrattuna. Yläpohjan kuormitus on kasvanut tiilikatteen kunnan heikentyessä ja sammaloituessa. Vesikatto sitoo nykytilanteessa huomattavasti enemmän kosteutta. Vesikatetta uusittaessa on varauduttava yläpohjan vahvistamiseen. Ennen korjaustoimenpiteitä on rajoitettava kuormitusta, esimerkiksi lumien säännöllisellä poistamisella.

Yläpohjan lämmöneristeissä on paikallisia mikrobivaurioita vesivuotojen ja kosteusrasituksen seurauksena. Vauriot keskittyvät läpivienteihin ja oletettavasti myös räystäälle, joita pystyttiin tutki- maan rajatusti tilan ahtauden takia. Yläpohjan toiminnan kannalta ongelmallisia ovat yläpohjan tuuletus ja ilmatiiveys. Yläpohjatila on korkea ja tuulettunut kuitenkin siinä määrin sekä yläpohjan materiaalit ovat sopineet olosuhteisiin, ettei merkittäviä ongelmia ollut havaittavissa. Yläpohjan ilmatiiveys on heikko ja rajoittaa korjaustoimenpiteitä. Sisäpuolinen kosteus on voinut vaikuttaa läpivientien ja muiden epäjatkuvuuskohtien ylimääräiseen kosteusrasitukseen ja siten niiden vaurioihin. Toiminnan aiheuttama kosteuslisä on ollut pieni ja korkea tila tasaa toiminnan kosteusrasitusta. Yläpohjan olosuhteita ei voida merkittävästi muuttaa, esimerkiksi lisälämmöneristämällä, mikäli yläpohjan ilmatiiveyttä (ja tuuletusta) ei paranneta samalla. Lisäeristys viilentää eristeen ulkopintoja ja ulkopuolisia rakenteita sekä mahdollisesti korostaa epätiivetyshoikia. Rakentamisaikakauden tapaan ja tilojen käyttötarkoitus huomioiden lämmöneristepaksuudet ovat maltillisia erityisesti keskialueilla. Yläpohjan materiaalivalinnoissa tulee huomioida nykyinen rakenteen vesi- höyrynläpäisevyys (hygroσκοoppisuus).

## 7.5 Toimenpide-ehdotukset

Vesikatolle ja yläpohjalle ehdotetaan perusteellista peruskorjausta, jonka yhteydessä vahvistetaan yläpohja- ja kehärakenteita. Vesikate, aluskate, ruoteet ja orret puretaan sääsuojauksen alla. Lämmöneriste uusitaan vähintään vaurioalueilta. Yläpohjan ilmatiiveyttä parannetaan samalla läpivienneistä. Tuuletusta lisätään. Toimenpiteet suositellaan tehtävän lähivuosina 1-3 vuotta. Vaihto- ehtoisesti lämmöneriste ja rakenne uusitaan kokonaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta, jotta voidaan varmistua yläpohjan kosteusteknisestä toimivuudesta muuttuvissa olosuhteissa (esimerkiksi muuttuneen toiminnan aiheuttama kosteus, sääolosuhteiden muuttuminen tulevaisuudessa ja lisälämmöneristys).

Ennen korjaustoimenpiteitä tulee rajoittaa lumikuormaa poistamalla lumi säännöllisesti. Läpivientien vesitiiveyttä voidaan parantaa lyhytaikaisesti aluskatteen korjauksilla.

## 8 Haitta-aineet

Tutkimuksen yhteydessä otettiin kaksi asbesti- ja PAH-näytettä alapohja- ja sokkelirakenteiden sisällä olevista bitumisivelystä. Näytteenottokohdat on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttoihin. Näytevastaukset ovat liitteenä 4.

### 8.1 Asbesti

Näyte ASB.01 otettiin alapohjan betonilaattojen välisestä bitumisivelystä. Näytteessä ei havaittu asbestia.



Näyte ASB.02 otettiin kolmen pisteen koontina sokkelin sisäpinnan bitumisivelystä. Näytteessä ei havaittu asbestia.

## 8.2 PAH-yhdisteet

Näytteessä PAH.01 (ASB.01) oli PAH-yhdisteitä 170 mg/kg. Näytetulos ei ylitä vaarallisen jätteen ohjearvoa (200 mg/kg), mutta mittausepävarmuus (30 %) huomioiden tulos voi ylittää ohjearvon. Sivelyn koostumus ja paksuus vaihtelee ja suositellaan varautuvan PAH-yhdistepitoisen sivelyn haitta-ainepurkuun.

Näytteessä PAH.02 (ASB.02) oli PAH-yhdisteitä 39 mg/kg. Näytetulos ei ylitä vaarallisen jätteen ohjearvoa (200 mg/kg).

## 9 Yhteenveto

Puutyöpajan alkuperäisen osan kunto edellyttää kattavaa rakenteiden, järjestelmien ja pintojen peruskorjausta. Usea rakenteista ja järjestelmistä on alkuperäisiä ja teknisen käyttöikänsä päässä. Niissä on alkanut esiintymään kiihtyvästi erilaisia vaurioita. Vastaavasti massiivitiiliseinät ovat yksi-aineisia ja pitkäkestoisia käyttöiltään. Tuleva käyttö määrittää oleellisesti korjauslaajuutta ja -astetta. Esimerkiksi käytön aiheuttama lisääntynyt mekaaninen kuormitus ja/tai kosteusrasitus voi lisätä tarvetta perusteellisemmille toimenpiteille.

Rakennus on rakentamisaikakauden tapaan lämmöneristävyydeltään ja ilmatiiveydeltään heikko. Lämmöneristysten ja materiaalien minimointia on todennäköisesti korostanut tilojen teollinen käyttötarkoitus. Heikko lämmöneristävyys on osassa rakenteissa ongelma ja haaste, kun rakenteen kosteusteknisessä toimivuudessa on puutteita ja rajoitteita tämän vuoksi. Esimerkiksi lämmöneristämättömään alapohjaan kohdistuu kapillaarista kosteusrasitusta. Kosteustekninen toimimattomuus rajoittaa tilojen käyttömahdollisuuksia, mikäli rakenteita ei korjata tai uusita raskaammin.

Lisäksi rakennuksen kehäristikot ovat osin kuormituksensa rajoilla. Ne on lähtökohtaisesti alimitoitettu todellisiin kuormituksiin verrattuna, mihin on vaikuttanut mm. vesikatteen vaurioitumisen ja sammaloitumisen myötä kasvanut kuormitus. Lisätuentatarve voi rajoittaa alapuolisten tilojen käyttöä.

Toimenpide-ehdotukset ovat koottuna alla edellisten lukujen mukaan. Annettujen korjaustoimenpiteiden lisäksi voi olla myös muita korjausvaihtoehtoja. Toimenpiteet edellyttävät hanke- ja korjaussuunnittelua.

### 9.1 Kiireelliset toimenpiteet

Ennen vesikaton korjaustoimenpiteitä tulee rajoittaa vesikaton lumikuormaa poistamalla lumi säännöllisesti. Läpivientien vesitiiveyttä voidaan parantaa lyhytaikaisesti aluskatteen korjauksilla.

### 9.2 Maanvastaiset rakenteet, pinnat ja piha-alueet

Rakenteen tuleviin korjaustoimenpiteisiin ja niiden laajuuteen vaikuttaa tilojen tuleva käyttötarkoitus sekä mahdolliset rakennussuojelliset seikat. Lähtökohtaisesti alapohjarakenteisiin kohdistuvaa ulkopuolelta tulevaa kosteusrasitusta tulee vähentää mm. parantamalla sadevesien ja hulevesien ohjausta sekä salaojituksen rakentamisella tai uusimisella. Tässä yhteydessä on järkevää myös tehdä perusmuurin ulkopuolinen veden-, routa- ja lämmöneristys.



### 9.2.1 Kevyt korjaus

Kevyessä korjausvaihtoehdossa vanhat rakenteet säilytetään. Rakenteen korjauksessa tulee huomioida rakenteen tiiveyden parantaminen siten, että maaperästä ja kevytbetonieristekerroksesta ei kulkeudu merkittävää määrää epäpuhtauksia sisäilmaan. Tiiveyden parantamisessa tulee huomioida alapohjan ja ulkoseinärakenteen ja muiden kantavien rakenteiden liitoskohdat, liikunta- saumat, valusaumat ja halkeamat.

Vanhat pintamateriaalit tulee uusia tarpeenmukaisessa laajuudessa, suositeltavaa on poistaa tiiviit pinnoitteet, kuten muovimatot ja vinyylilaatat. Uusien pintamateriaalien asennuksessa tulee käyttää vähäisen vesihöyrynvastuksen omaavia tuotteita, mikäli uusia pintamateriaaleja on tarvetta asentaa. Halliosan pinnoitevalinnoissa on huomioitava toiminnan aiheuttama kulutus ja rasi- tus (mm. käytetyt kemikaalit) sekä varauduttava kunnostamaan ja paikkaamaan nykyistä alustaa.

### 9.2.2 Raskas korjaus, rakenteen uusiminen

Raskaassa korjausvaihtoehdossa alapohjarakenteet uusitaan kokonaisuudessaan. Korjauksessa uusi rakenne käsittää pääkohdittain:

- perusmaan päälle asennetaan suodatinkangas ja kapillaarikatko (sepeli)
- radonkatkot ja radonputkisto
- alapohjalaatan alapuolinen lämmöneriste
- uusi betonilaatta ja mahdolliset pintamateriaalit

## 9.3 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

Massiivitiiliulkoseinille, betonisokkeleille sekä puurakenteisille ikkunoille ja oville ehdotetaan seuraavia toimenpiteitä:

- julkisivumuurauksen rikkoutuneet tiilet uusitaan sekä reiät, halkeamat ja aukot muurataan tai paikataan umpeen
- vanhat aukot otetaan käyttöön tai muutetaan vastamaan muuta julkisivua
- sokkeleille suoritetaan perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus, jossa vanha pinta puhdistetaan, rapautuneet ja korroosiovaurioituneet alueet laastipaikataan, halkeamat avataan ja paikataan tai injektoidaan halkeaman mukaan sekä pinnat ylitasoitetaan ja pinnoitetaan.
- alkuperäiset puuikkunat uusitaan (tai kunnostetaan) tilkkeineen ja vesipellityksineen
- betonipilarien liittymät tiivistetään ikkunakorjauksissa
- ulko-ovet ja uusitut ikkunat kunnostetaan ja huoltomaalataan

## 9.4 Yläpohjat ja vesikatot

Tiilikatolle ja yläpohjalle ehdotetaan perusteellista peruskorjausta, jonka yhteydessä vahvistetaan yläpohja- ja kehärakenteita. Vesikate, aluskate, ruoteet ja orret puretaan sääsuojauksen alla. Lämmöneriste uusitaan vähintään vaurioalueilta. Yläpohjan ilmatiiveyttä parannetaan samalla läpivienneistä. Tuuletusta lisätään. Toimenpiteet suositellaan tehtävän lähivuosina 1-3 vuotta. Vaihtoehdoisesti lämmöneriste ja rakenne uusitaan kokonaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta, jotta voidaan varmistua yläpohjan kosteusteknisestä toimivuudesta muuttuvissa olosuhteissa (esimerkiksi muuttuneen toiminnan aiheuttama kosteus, sääolosuhteiden muuttuminen tulevaisuudessa ja lisälämmöneristys).

Ennen korjaustoimenpiteitä tulee rajoittaa lumikuormaa poistamalla lumi säännöllisesti. Läpivientien vesitiiveyttä voidaan parantaa lyhytaikaisesti aluskatteen korjauksilla.





Tampereella 25.11.2022

Sitowise Oy

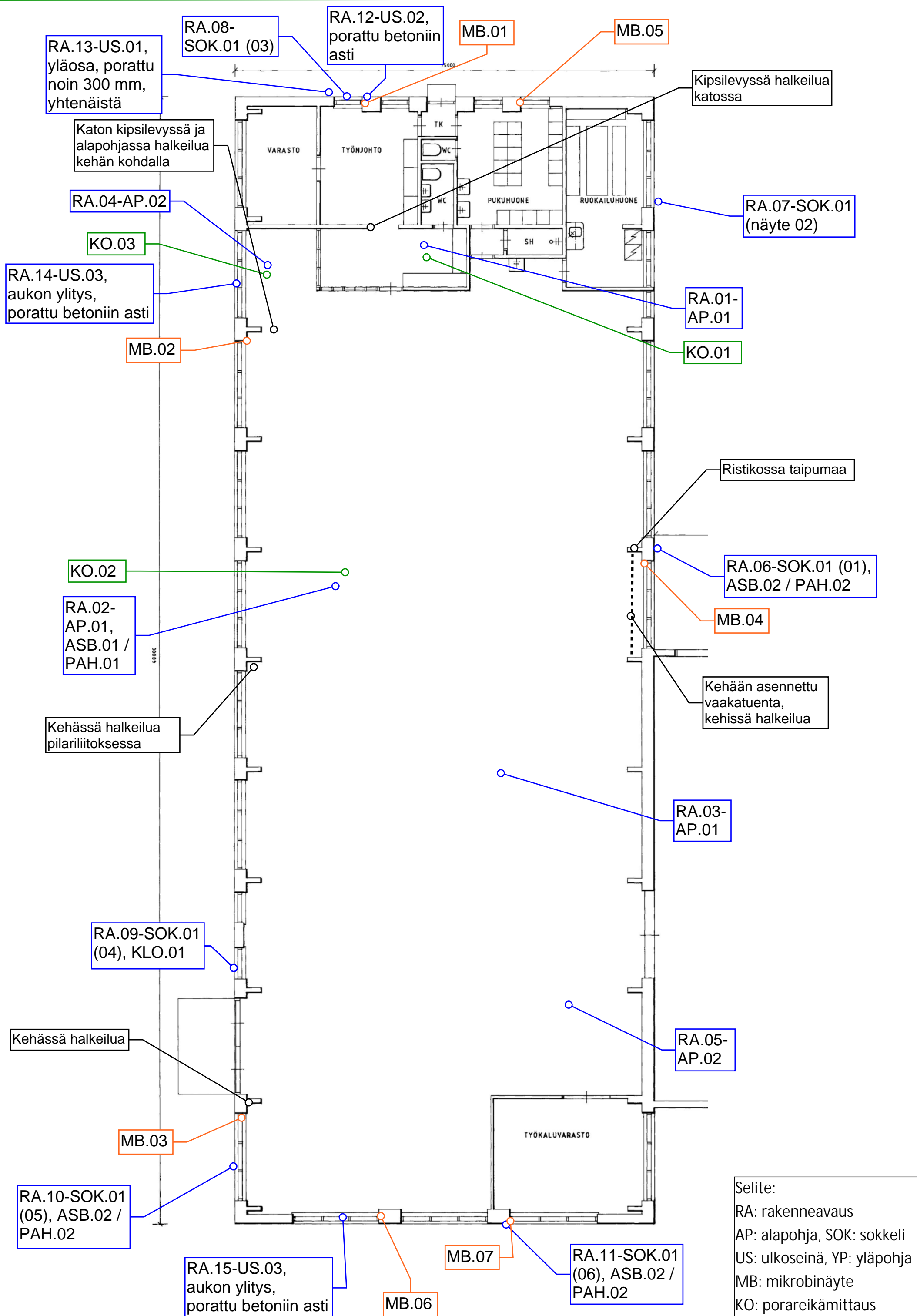


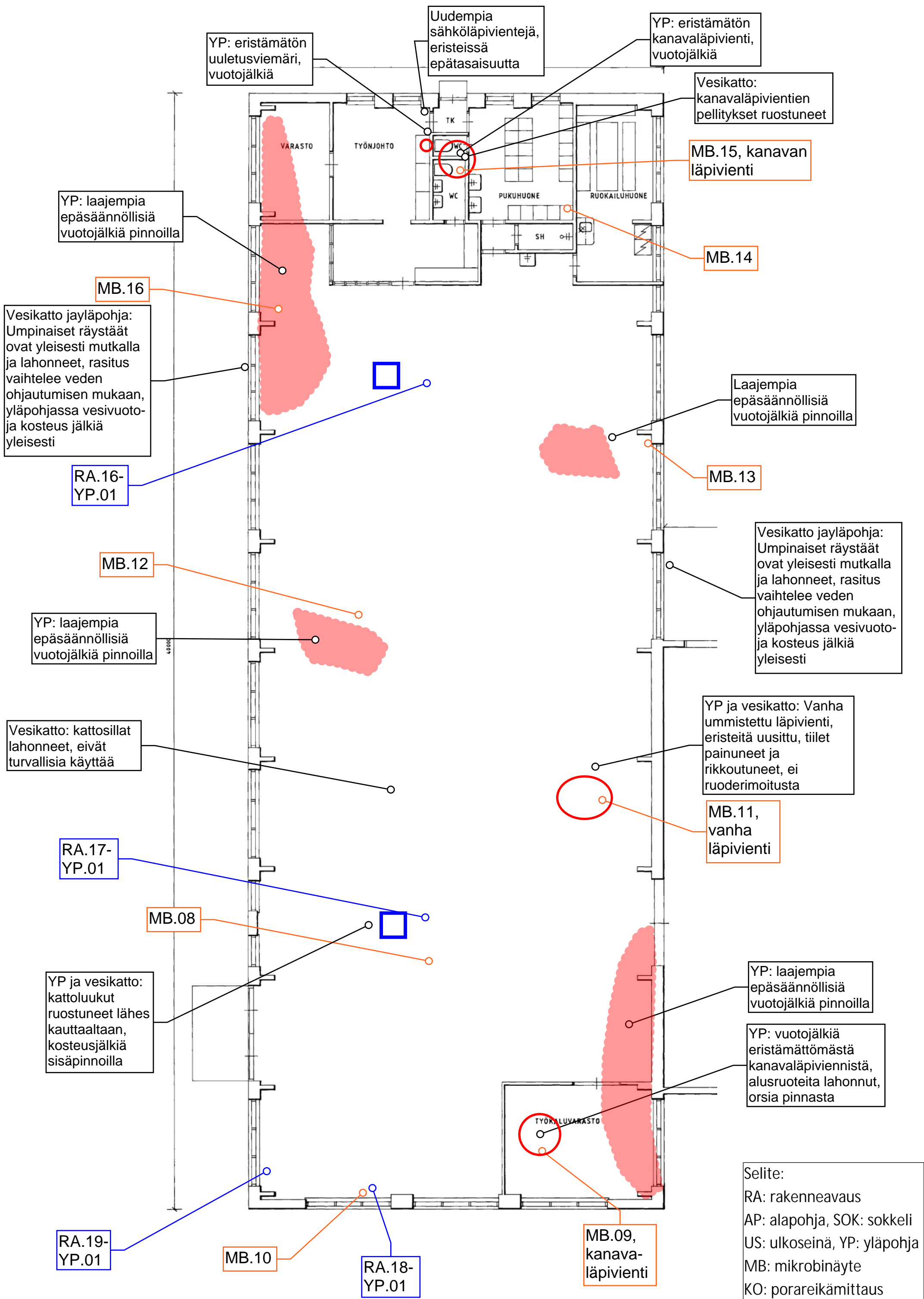
Mika Körkkö, DI

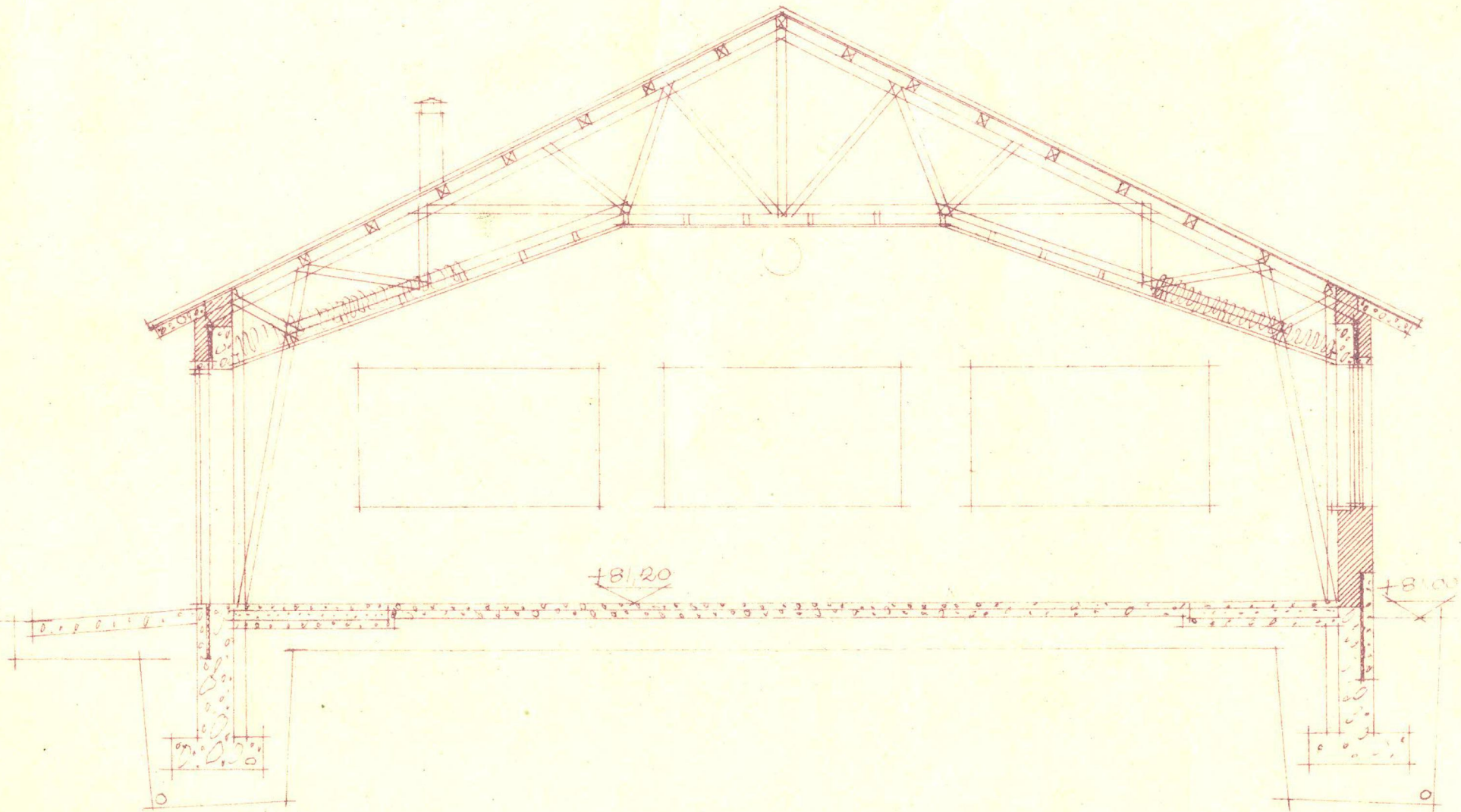


Jussi Saari, Ins. YAMK









LEIKKAUS



Raportti lähetetty 21.11.2022

|  |  |
|--|--|
| <b>TILAAJA</b><br>Sitowise Oy                      | <b>KOHDE</b><br>Nekalan puutyöverstas                                    |
| <b>NÄYTE / NÄYTTEET OTETTU</b><br>3.11.2022        | <b>NÄYTTEENOTTAJA</b><br>Jussi Saari                                     |
| <b>NÄYTE / NÄYTTEET VASTAANOTETTU</b><br>3.11.2022 | <b>NÄYTE / NÄYTTEET VIJELTY</b><br>4.11.2022<br>Tampereen laboratoriossa |

## RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN LAIMENNOSSARJAMENETELMÄ

### ANALYYSIMENETELMÄ

Rakennusmateriaalinäytteen sienten, bakteerien ja aktinomykeettien eli sädesienten pitoisuuksien määrittäminen, näytteen mahdollinen suoramikroskopointi, sienilajiston tunnistaminen sekä tuloksen tulkinta suoritettiin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osan IV (Valvira, 2016) sekä siihen liittyvän Laboratorio-oppaan 2018 ohjeistusten mukaisesti.

Rakennusmateriaalinäytteen mikrobipitoisuuksien määrittäminen tehtiin kvantitatiivisella laimennossarjamenetelmällä. Menetelmässä näytteen osanäytteestä valmistettiin näytesuspensio ja tästä edelleen laimennossarja, joka viljeltiin mikrobityyppikohtaisesti eri elatusalustoille (MEA, DG18, THG). Kasvatustilapöytä oli 25±3°C ja -ajat sienille sekä bakteereille 7±1 vrk ja aktinomykeeteille 14±1 vrk. Viljelymenetelmällä saadaan selville vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit. Näytteen mikrobipitoisuudet on ilmoitettu pmy/g (pmy, pesäkkeen muodostava yksikkö).

Rakennusmateriaalinäytteiden suoramikroskopointi teippipreparaattimenetelmällä tehtiin osana viljelyanalyysiä joko materiaalin vaurioitumattomuuden tai mahdollisen kuolleen ja kuivuneen sienikasvuston havainnoimiseksi. Näytteen suoramikroskopointi tehtiin vain, mikäli viljelymenetelmällä analysoitu mikrobipitoisuus ei osoittanut kasvua tai ei ylittänyt toimenpiderajaa, näytemateriaali oli suoramikroskopointiin soveltuvaa (kovat materiaalit) ja itse näytettä sekä siinä epäiltyä vauriokohtaa oli viljelyyn tarvittava määrä huomioiden riittävästi jäljellä. Tarkempi menetelmäkuvaus jäljempänä.

Rakennusmateriaalinäytteen sienilajiston tunnistaminen perustui sekä pesäkkeiden ulkonäköön elatusalustoilla että niiden hienorakenteiden tarkasteluun valomikroskooppilla. Näytteen lopullisessa tulosten tulkinnassa huomioitiin sekä mikrobipitoisuudet, lajisto että havainnot aistinvaraisessa tarkastelussa ja mahdollisessa suoramikroskopoinnissa. Tulkinnassa huomioitiin lisäksi laboratorion tekninen yhdistetty mittausepävarmuus, josta tarkempi erittely raportin lopussa. Mikäli näytteen mikrobipitoisuutta tai näytteessä esiintynyttä lajistoa ei voitu ilmoittaa tarkkoina pitoisuuksina, ilmoitettiin ne joko arvioituina (Arvio) tai havaintoina (Havaittu).

**Menetelmä on FINAS akkreditoitu.** Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratoriotulokset sekä laboratorion antamat lausunnot koskevat vain analysoituja näytteitä ja tulosten tulkinnassaan laboratorio arvioi yksittäisen materiaalinäytteen tuloksia vain analyysituloksen osalta huomioiden näytteen mikrobipitoisuudet ja -lajiston. Rakennustekniset selvitykset, virhelähteet, muut mittaukset ja tutkimukset huomioon ottaen laboratorion analyysitulosten merkityksen arviointi sekä lopullinen tulosten tulkinta on joko tutkimuksen teittäjän, näytteenotto-suunnitelman tekijän tai näytteenottajan vastuulla. Laboratorio ei vastaa puolueettoman näytteenottotapahtuman toteutumisesta.

Asiakkaan antama tieto

Laboratorion täyttämä tieto

\* Kosteusvaurioindikaattorilaji

Steriili Homesieni, joka käytettävällä kasvatusalustalla muodostaa rihmastoja, mutta ei itiöitä

Muu home Homesuku/laji, jota laboratoriossa ei ole kyetty tunnistamaan, mutta joka ei kuulu Laboratorio-oppaassa lueteltuihin kosteusvaurioindikaattoreihin

Ei tunnistettu Sienisuku/laji, jota laboratoriossa ei ole kyetty tunnistamaan tai joka kasvaa maljalla muiden pesäkkeiden alla

# Tunnistus ei ole akkreditoitu

Ei voitu havaita / Arvio Kyseisellä maljalla on esiintynyt toisen mikrobilajin selkeä ylikasvu, mistä johtuen toista lajia ei ole voitu havaita eikä sen pitoisuutta ole voitu määrittää tai sen pitoisuus on jouduttu arvioimaan.

Havaittu Havaittujen sienilajien esiintyminen on todettu joko ylikasvumaljoilta tai sienitunnistusten yhteydessä eikä näiden tarkempaa pitoisuutta ole luotettavasti voitu määrittää.

Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

|           |                                   |              |  |
|-----------|-----------------------------------|--------------|--|
| TAMPERE   | Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere    | 050 563 6543 | <a href="mailto:mikrobiologia@taklab.fi">mikrobiologia@taklab.fi</a> |
| JYVÄSKYLÄ | Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä     | 050 478 1628 | <a href="mailto:jyvaskyla@taklab.fi">jyvaskyla@taklab.fi</a>         |
| HELSINKI  | Ristipellontie 25, 00390 Helsinki | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>           |
| HELSINKI  | Laippatie 1, 00880 Helsinki       | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>           |



## NÄYTETIEDOT JA KOONTI TULOISTA

| ASIAKKAAN<br>NÄYTETUNNUS<br>LABORATORION<br>NÄYTENUMERO | NÄYTTEENOTTOKOHTA | HUOMIOT<br>NÄYTTEISTÄ | MATERIAALI | TULKINTA<br>MIKROBIKASVUSTA<br>NÄYTTEESSÄ |
|---|-------------------|-----------------------|------------|---|
| MB.01   | 4433              | US                    | Korkki     | VOI VIITATA<br>KASVUSTOON                 |
| MB.02   | 4434              | US                    | Ikkunarive | EI KASVUSTOA                              |
| MB.03   | 4435              | US                    | Ikkunarive | EI KASVUSTOA                              |
| MB.04   | 4436              | US                    | Ikkunarive | EI KASVUSTOA                              |
| MB.05   | 4437              | US                    | Korkki     | EI KASVUSTOA                              |
| MB.06   | 4438              | US                    | Korkki     | EI KASVUSTOA                              |
| MB.07   | 4439              | US                    | Korkki     | EI KASVUSTOA                              |
| MB.08   | 4440              | YP                    | Lastu      | BAKTEERIKASVUSTO                          |
| MB.09   | 4441              | YP                    | Lastu      | VOIDAAN KATSOA<br>ESIINTYVÄN KASVUSTOA    |
| MB.10   | 4442              | YP                    | Lastu      | EI KASVUSTOA                              |
| MB.11   | 4443              | YP                    | Lastu      | VOIDAAN KATSOA<br>ESIINTYVÄN KASVUSTOA    |
| MB.12   | 4444              | YP                    | Lastu      | EI KASVUSTOA                              |
| MB.13   | 4445              | YP                    | Lastu      | EI KASVUSTOA                              |
| MB.14   | 4446              | YP                    | Lastu      | EI KASVUSTOA                              |
| MB.15   | 4447              | YP                    | Lastu      | EI KASVUSTOA                              |
| MB.16   | 4448              | YP                    | Lastu      | EI KASVUSTOA                              |

### LABORATORION HUOMIOT NÄYTTEISTÄ

Näytteen 4435 näytemäärä oli pienempi kuin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (osa IV, Valvira 2016) mainittu vähimmäisnäytemäärä (0,5 g).

## TULOKSET - Mikrobipitoisuudet

Määrittämissä näytteillä on 91 pmy/g. Mikrobipitoisuudet ilmoitettu pmy/g.

| ASIAKKAAN<br>NÄYTETUNNUS<br>LABORATORION<br>NÄYTENUMERO | THG               |                       | MEA                          | DG18                         |
|---|-------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
|   | KOKONAISBAKTEERIT |                       |                              |                              |
|   | MUUT<br>BAKTEERIT | AKTINO-<br>MYKEETIT * | SIENET<br>(homeet ja hiivat) | SIENET<br>(homeet ja hiivat) |
| MB.01   | 360               |                       | 5 800                        | 9 100                        |
|   | 360               | < 91                  |                              |                              |
| MB.02   | 270               |                       | < 91                         | < 91                         |
|   | 270               | < 91                  |                              |                              |
| MB.03   | 91                |                       | < 91                         | < 91                         |
|   | 91                | < 91                  |                              |                              |
| MB.04   | < 91              |                       | 180                          | 91                           |
|   | < 91              | < 91                  |                              |                              |

Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

TAMPERE Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere 050 563 6543 [mikrobiologia@taklab.fi](mailto:mikrobiologia@taklab.fi)  
 JYVÄSKYLÄ Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä 050 478 1628 [jyvaskyla@taklab.fi](mailto:jyvaskyla@taklab.fi)  
 HELSINKI Ristipellontie 25, 00390 Helsinki 050 551 1366 [helsinki@taklab.fi](mailto:helsinki@taklab.fi)  
 HELSINKI Laippatie 1, 00880 Helsinki 050 551 1366 [helsinki@taklab.fi](mailto:helsinki@taklab.fi)



| ASIAKKAAN<br>NÄYTETUNNUS<br>LABORATORION<br>NÄYTENUMERO |      | THG               |                        | MEA<br>(homeet ja hiivat) | DG18<br>(homeet ja hiivat) |
|---|------|-------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
|   |      | KOKONAISBAKTEERIT |                        |                           |                            |
|   |      | MUUT<br>BAKTEERIT | AKTINO-<br>MYKKEETIT * |                           |                            |
| MB.05   | 4437 | < 91              |                        | 4 800                     | 5 300                      |
|   |      | < 91              | < 91                   |                           |                            |
| MB.06   | 4438 | 91                |                        | 1 400                     | 6 300                      |
|   |      | 91                | < 91                   |                           |                            |
| MB.07   | 4439 | < 91              |                        | < 91                      | 91                         |
|   |      | < 91              | < 91                   |                           |                            |
| MB.08   | 4440 | 200 000           |                        | < 91                      | < 91                       |
|   |      | 200 000           | < 91                   |                           |                            |
| MB.09   | 4441 | 13 600 0000       |                        | > 10 000 000              | > 10 000 0000              |
|   |      | 11 700 000        | 1 900 000              |                           |                            |
| MB.10   | 4442 | 19 000            |                        | 3 900                     | 4 400                      |
|   |      | 19 000            | 180                    |                           |                            |
| MB.11   | 4443 | 12 000            |                        | 3 700                     | 2 600                      |
|   |      | 6 300             | 5 400                  |                           |                            |
| MB.12   | 4444 | 40 000            |                        | < 91                      | < 91                       |
|   |      | 40 000            | < 91                   |                           |                            |
| MB.13   | 4445 | 19 000            |                        | 270                       | < 91                       |
|   |      | 19 000            | < 91                   |                           |                            |
| MB.14   | 4446 | 21 000            |                        | < 91                      | < 91                       |
|   |      | 21 000            | < 91                   |                           |                            |
| MB.15   | 4447 | 270               |                        | < 91                      | < 91                       |
|   |      | 270               | < 91                   |                           |                            |
| MB.16   | 4448 | 360               |                        | 450                       | 1 400                      |
|   |      | 360               | < 91                   |                           |                            |

### TULOKSET - Sienilajisto

| ASIAKKAAN<br>NÄYTETUNNUS<br>LABORATORION<br>NÄYTENUMERO | SIENISUVUT / -LAJIT | MEA<br>pmy/g                                       | DG18<br>pmy/g |       |
|---|---------------------|--|---------------|-------|
| MB.01   | 4433                | <i>Penicillium</i> sp.                             | 91            | 360   |
|   |                     | <i>Cladosporium</i> sp.                            | 1 000         | 1 500 |
|   |                     | <i>Alternaria</i> , <i>Ulocladium</i> -lajiryhmä * |               | 91    |
|   |                     | <i>Exophiala</i> -sukuryhmä *                      | 360           |       |
|   |                     | <i>Aureobasidium</i> sp. #                         | 270           |       |
|   |                     | <i>Scolecobasidium</i> sp. #                       | 1 500         | 3 300 |
|   |                     | Hiivat, vaalea                                     | 2 500         | 3 900 |
| MB.04   | 4436                | <i>Penicillium</i> sp.                             | 180           |       |
|   |                     | <i>Scopulariopsis</i> -sukuryhmä *                 |               | 91    |
| MB.05   | 4437                | <i>Penicillium</i> sp.                             | 91            |       |
|   |                     | <i>Cladosporium</i> sp.                            | 180           |       |
|   |                     | <i>Aureobasidium</i> sp. #                         |               | 270   |
|   |                     | <i>Scolecobasidium</i> sp. #                       | 91            |       |
|   |                     | Hiivat, vaalea                                     | 4 400         | 5 000 |

Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

TAMPERE Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere 050 563 6543 [mikrobiologia@taklab.fi](mailto:mikrobiologia@taklab.fi)  
 JYVÄSKYLÄ Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä 050 478 1628 [jyvaskyla@taklab.fi](mailto:jyvaskyla@taklab.fi)  
 HELSINKI Ristipellontie 25, 00390 Helsinki 050 551 1366 [helsinki@taklab.fi](mailto:helsinki@taklab.fi)  
 HELSINKI Laippatie 1, 00880 Helsinki 050 551 1366 [helsinki@taklab.fi](mailto:helsinki@taklab.fi)





| ASIAKKAAN<br>NÄYTETUNNUS<br>LABORATORION<br>NÄYTENUMERO | SIENISUVUT / -LAJIT | MEA<br>pmy/g                              | DG18<br>pmy/g      |                    |
|---|---------------------|---|--------------------|--------------------|
| MB.06   | 4438                | <i>Penicillium</i> sp.                    | 900                | 1 400              |
|   |                     | <i>Cladosporium</i> sp.                   |                    | 4 400              |
|   |                     | <i>Exophiala</i> -sukuryhmä *             | 91                 |                    |
|   |                     | <i>Aureobasidium</i> sp. #                | 91                 |                    |
|   |                     | Hiivat, vaalea                            | 270                | 550                |
| MB.07   | 4439                | <i>Penicillium</i> sp.                    |                    | 91                 |
| MB.09   | 4441                | <i>Penicillium</i> sp.                    | 3 600 000 Arvio    | 2 600 000 Arvio    |
|   |                     | <i>Paecilomyces</i> sp. *                 | 200 000 Arvio      | 400 000 Arvio      |
|   |                     | <i>Aureobasidium</i> sp. #                | > 10 000 000 Arvio |                    |
|   |                     | <i>Zygomycota</i> sp. #                   |                    | 200 000 Arvio      |
|   |                     | Steriili #                                |                    | 100 000 Arvio      |
|   |                     | Hiivat, vaalea                            | > 10 000 000 Arvio | > 10 000 000 Arvio |
|   |                     | Hiivat, punainen                          | 1 900 000 Arvio    | 1 100 000 Arvio    |
| MB.10   | 4442                | <i>Penicillium</i> sp.                    | 91                 | 180                |
|   |                     | <i>Acremonium</i> -sukuryhmä *            | 450                |                    |
|   |                     | <i>Paecilomyces</i> sp. *                 |                    | 91                 |
|   |                     | Steriili #                                | 180                |                    |
|   |                     | Hiivat, vaalea                            | 1 100              | 2 000              |
|   |                     | Hiivat, punainen                          | 2 100              | 2 200              |
| MB.11   | 4443                | <i>Penicillium</i> sp.                    | 1 400              | 1 100              |
|   |                     | <i>Aspergillus, Eurotium</i> -lajiryhmä * |                    | 180                |
|   |                     | <i>Exophiala</i> -sukuryhmä *             | 91                 |                    |
|   |                     | <i>Scopulariopsis</i> -sukuryhmä *        | 2 100              | 1 400              |
|   |                     | Steriili #                                | 91                 |                    |
| MB.13   | 4445                | <i>Penicillium</i> sp.                    | 180                |                    |
|   |                     | <i>Paecilomyces</i> sp. *                 | 91                 |                    |
| MB.16   | 4448                | <i>Penicillium</i> sp.                    | 270                | 540                |
|   |                     | <i>Aspergillus, Eurotium</i> -lajiryhmä * |                    | 630                |
|   |                     | <i>Scopulariopsis</i> -sukuryhmä *        | 180                | 180                |

## TULOKSET - Suoramikroskopointi

| ASIAKKAAN<br>NÄYTETUNNUS<br>LABORATORION<br>NÄYTENUMERO | TEHDYT HAVAINNOT |   |
|---|------------------|---|
| MB.01-<br>MB.08   | 4433-<br>4440    | Näyttemateriaalissa ei aistinvaraisesti havaittu mitään poikkeavaa. Näyttemateriaali ei soveltunut suoramikroskopoitavaksi. |
| MB.09-<br>MB.11   | 4441-<br>4443    | Näyttemateriaali todettiin osittain tummentuneeksi. Näyttemateriaali ei soveltunut suoramikroskopoitavaksi.                 |
| MB.12   | 4444             | Näyttemateriaalissa ei aistinvaraisesti havaittu mitään poikkeavaa. Näyttemateriaali ei soveltunut suoramikroskopoitavaksi. |

Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

TAMPERE Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere 050 563 6543 [mikrobiologia@taklab.fi](mailto:mikrobiologia@taklab.fi)  
 JYVÄSKYLÄ Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä 050 478 1628 [jyvaskyla@taklab.fi](mailto:jyvaskyla@taklab.fi)  
 HELSINKI Ristipellontie 25, 00390 Helsinki 050 551 1366 [helsinki@taklab.fi](mailto:helsinki@taklab.fi)  
 HELSINKI Laippatie 1, 00880 Helsinki 050 551 1366 [helsinki@taklab.fi](mailto:helsinki@taklab.fi)



| ASIAKKAAN NÄYTETUNNUS LABORATORION NÄYTENUMERO |               | TEHDYT HAVAINNOT  |
|--|---------------|---|
| MB.13  | 4445          | Näyttemateriaali todettiin osittain tummentuneeksi. Näyttemateriaali ei soveltunut suoramikroskopoitavaksi.                 |
| MB.14  | 4446          | Näyttemateriaalissa ei aistinvaraisesti havaittu mitään poikkeavaa. Näyttemateriaali ei soveltunut suoramikroskopoitavaksi. |
| MB.15-<br>MB.16                                | 4447-<br>4448 | Näyttemateriaali todettiin osittain tummentuneeksi. Näyttemateriaali ei soveltunut suoramikroskopoitavaksi.                 |

Näytettä tarkasteltiin ensin aistinvaraisesti suoraan ja/tai stereomikroskooppisesti sekä analysoitiin tämän jälkeen tarkastelemalla näytteestä otettua teippipreparaattia valomikroskooppisesti 400 kertaisella suurennoksella. Preparaatista havainnoitiin etenkin sienirihmaston, mutta myös -itiöiden, itiöaggregaattien tai muiden sienirakenteiden esiintyminen. Tulosten tulkinta suoritettiin Laboratorio-oppaassa (2018) mainitun suoramikroskopointihavaintojen luokittelutaulukon mukaisesti. Suoramikroskopoinnilla voidaan havaita mahdollisen aktiivisen eli elävän sienikasvuston lisäksi kuollut sekä kuivunut sienikasvusto ja lahottajasienirihmasto. Teippipreparaatti -menetelmällä havaituista löydöksistä ei voi luotettavasti tehdä homesienten lajitunnistuksia eikä bakteeri- ja aktinomykeetti- eli sädesienikasvustojen havaintoja. Myös pelkkien itiöiden havaitseminen ei riitä tulkintaan kasvustosta, koska ne voivat olla kontaminaatiota muusta lähteestä.

## TULOSTEN TULKINTA

Laboratorio käyttää tulosten tulkinnassaan seuraavia määritelmiä, jotka pohjautuvat menetelmän toimenpiderajoihin.

|  |
|--|
| RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA     |
| RAKENNUSMATERIAALIN LÖYDÖKSET VOIVAT VIITATA MIKROBIKASVUSTOON   |
| RAKENNUSMATERIAALISSA VOIDAAN KATSOA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA |
| Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän bakteerikasvustoa     |

| ASIAKKAAN NÄYTETUNNUS LABORATORION NÄYTENUMERO |      | TULOKSEN TULKINTA   |
|--|------|---|
| MB.01  | 4433 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli välillä 5 000 - 10 000 pmy/g, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määritysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g. Sienilajistossa esiintyi kahta eri kosteusvaurioindikaattoria.<br><br>RAKENNUSMATERIAALIN LÖYDÖKSET VOIVAT VIITATA MIKROBIKASVUSTOON   |
| MB.02  | 4434 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle määritysrajan, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määritysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA  |
| MB.03  | 4435 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle määritysrajan, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määritysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus laboratorion mittausepävarmuus huomioiden alle määritysrajan.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA                                    |
| MB.04  | 4436 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle 5 000 pmy/g ja aktinomykeetti- eli sädesieni- sekä kokonaisbakteeripitoisuudet alle määritysrajan. Sienilajistossa esiintyi yhtä kosteusvaurioindikaattoria.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA   |
| MB.05  | 4437 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli laboratorion mittausepävarmuus huomioiden alle 5 000 pmy/g ja aktinomykeetti- eli sädesieni- sekä kokonaisbakteeripitoisuudet alle määritysrajan. Sienilajistossa ei esiintynyt kosteusvaurioindikaattoreita.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA |

Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

|           |                                   |              |  |
|-----------|-----------------------------------|--------------|--|
| TAMPERE   | Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere    | 050 563 6543 | <a href="mailto:mikrobiologia@taklab.fi">mikrobiologia@taklab.fi</a> |
| JYVÄSKYLÄ | Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä     | 050 478 1628 | <a href="mailto:jyvaskyla@taklab.fi">jyvaskyla@taklab.fi</a>         |
| HELSINKI  | Ristipellontie 25, 00390 Helsinki | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>           |
| HELSINKI  | Laippatie 1, 00880 Helsinki       | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>           |

| ASIAKKAAN<br>NÄYTETUNNUS<br>LABORATORION<br>NÄYTENUMERO |      | TULOKSEN TULKINTA  |
|---|------|--|
| MB.06   | 4438 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli välillä 5 000 - 10 000 pmy/g, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määrittäysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus laboratorion mittausepävarmuus huomioiden alle määrittäysrajan. Sienilajistossa esiintyi yhtä kosteusvaurioindikaattoria.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA |
| MB.07   | 4439 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli laboratorion mittausepävarmuus huomioiden alle määrittäysrajan ja aktinomykeetti- eli sädesieni- sekä kokonaisbakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan. Sienilajistossa ei esiintynyt kosteusvaurioindikaattoreita.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA                                |
| MB.08   | 4440 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle määrittäysrajan, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määrittäysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g.<br><br><b>Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän bakteerikasvustoa</b>   |
| MB.09   | 4441 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli yli 10 000 pmy/g, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus yli 3 000 pmy/g sekä kokonaisbakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g. Sienilajistossa esiintyi yhtä kosteusvaurioindikaattoria.<br><br><b>RAKENNUSMATERIAALISSA VOIDAAN KATSOA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA</b>  |
| MB.10   | 4442 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle 5 000 pmy/g, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle 3 000 pmy/g sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g. Sienilajistossa esiintyi kahta eri kosteusvaurioindikaattoria.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA  |
| MB.11   | 4443 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle 5 000 pmy/g, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus yli 3 000 pmy/g sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g. Sienilajistossa esiintyi useampaa eri kosteusvaurioindikaattoria.<br><br><b>RAKENNUSMATERIAALISSA VOIDAAN KATSOA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA</b>   |
| MB.12   | 4444 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle määrittäysrajan, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määrittäysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA   |
| MB.13   | 4445 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle 5 000 pmy/g, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määrittäysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g. Sienilajistossa esiintyi yhtä kosteusvaurioindikaattoria.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA   |
| MB.14   | 4446 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle määrittäysrajan, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määrittäysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA   |
| MB.15   | 4447 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle määrittäysrajan, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määrittäysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA   |
| MB.16   | 4448 | Näytteen kvantitatiivisen viljelyn tulosten perusteella näytteen sienipitoisuus oli alle 5 000 pmy/g, aktinomykeetti- eli sädesienipitoisuus alle määrittäysrajan sekä kokonaisbakteeripitoisuus alle 100 000 pmy/g. Sienilajistossa esiintyi kahta eri kosteusvaurioindikaattoria.<br><br>RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA  |



## MITTAUSEPÄVARMUUS

Toimenpiderajan katsotaan ylittyvän vasta, kun pitoisuustulokset ylittävät raja-arvot laboratorion mittausepävarmuus vähennettynä.

Seuraavat laboratorion tekniset yhdistetyt mittausepävarmuudet on huomioitu ainoastaan näytteiden tulosten tulokinnassa. Tekninen yhdistetty mittausepävarmuus kattaa pesäkelaskennan, siirrostilavuuden ja laimennoskertoimen mittausepävarmuudet kerrottuna kattavuuskertoimella (k=2), joka vastaa 95 % luottamustasoa.

Sienet ± 18 % (MEA ja DG18)

Muut bakteerit ja aktinomykeetit ± 10 % (THG)

Mittausepävarmuutta ei voi laskea määrittämissä rajan alittaville tuloksille eikä tuloksille, joissa korkeimman laimennoksen kasvu ylittää optimilukualueen.

## TOIMENPIDERAJAT

### RAKENNUSMATERIAALISSA VOIDAAN KATSOA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA

#### Toimenpiderajan ylitys

Kvantitatiivisen rakennusmateriaalinäytteen mikrobianalyysin toimenpideraajat ylittyvät, kun näytteen sienipitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettien eli sädesienten pitoisuus vähintään 3 000 pmy/g. Toimenpideraja ylittyy myös, mikäli näytteestä tehdyt aistinvaraiset havainnot osoittavat esim. materiaalin lahovaurion ja/tai suoramikroskopoinnilla varmennetut tulokset kattavan sienirihmaston näytepreparaateissa >25 % mikroskoopin näkökentässä, joissa on näytemateriaalia. Tällainen sien- tai aktinomykeettikasvusto viittaa materiaalissa olevaan kosteus- ja mikrobivaurioon, joka kohdentuu näytteenottokohtaan.

### RAKENNUSMATERIAALIN LÖYDÖKSET VOIVAT VIITATA MIKROBIKASVUSTOON

#### Toimenpiderajan ylityksen arviointi edellyttää näytteenottokohdan muiden mikrobilähteiden tarkastelua

Kvantitatiivisen rakennusmateriaalinäytteen mikrobianalyysin tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, mikäli näytteen sienipitoisuus on 5 000-10 000 pmy/g ja näytteessä esiintyy useita kosteusvaurioindikaattoreita aktinomykeetit eli sädesienet mukaan lukien. Myös epätavanomaisen yksipuolinen sienilajisto (1-2 lajia/sukua) ko. rajojen puitteissa voi viitata mikrobikasvustoon materiaalissa. Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon myös, mikäli näytteestä tehdyt suoramikroskopoinnilla varmennetut tulokset osoittavat sienirihmastoa useassa kohden näyttää eli näytepreparaateissa  $\geq 3$  mikroskoopin näkökentässä tai  $\geq 10$  % näkökenttähavainnoista. Tällainen tulos lopullisen toimenpiderajan ylittymisen kannalta edellyttää aina näytteenottokohdan muiden mikrobilähteiden arviointia, koska sienikasvusto voi kertoa näytteenottokohdan läheisyydessä olevasta, kuivahtaneesta tai alkavasta mikrobikasvustosta, mutta tulos voi selittyä myös muualta kulkeutuneista mikrobeista.

### RAKENNUSMATERIAALISSA EI KATSOTA ESIINTYVÄN MIKROBIKASVUSTOA

#### Toimenpideraja ei ylity

Kvantitatiivisen rakennusmateriaalinäytteen mikrobianalyysin toimenpideraajat eivät ylity, mikäli näytteen sienipitoisuus jää alle 5 000 pmy/g tai sienipitoisuuden ollessa alle 10 000 pmy/g, mutta kuitenkin 5 000 – 10 000 pmy/g ja sienilajisto ei ole yksipuolinen eikä koostu kosteusvaurioindikaattoreista. Toimenpideraja ei myöskään ylity, mikäli näytteen suoramikroskopoinnissa ei havaita rihmastoa tai havaitaan ainoastaan 1-2 yksittäistä rihmaston kappaletta tai pelkkiä itiöitä.

Laboratorion tuloksia tai tulkintoja tulkitessa on hyvä huomioida mm., että

- Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvustoon materiaalissa. Näytemateriaalista viljelymenetelmällä havaittu suuri pitoisuus vain muita bakteereita kuin aktinomykeettejä voi johtua myös materiaalin likaisuudesta, joten ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta.
- Jos rakennusmateriaalinäytteen sienipitoisuus on alle toimenpiderajan, kyseessä voi olla vaurioitumaton näyte tai kuivunut/kuollut kasvusto. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Toimenpiderajan ylittymisen arviointi edellyttää näytteen suoramikroskopointia.
- Toimenpideraajat eivät koske näytettä (esim. lämmöneristeet), mikäli se on ollut suorassa kosketuksessa ulkoilman ja/tai maaperän kanssa eikä materiaalin sijaintirakenteesta ole varmistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. Toimenpideraajat eivät myöskään ylity, mikäli pesuhuoneen tai muun vastaavan kostean tilan pinnoilla esiintyvä mikrobikasvu on poistettavissa puhdistamalla tai ennaltaehkäistävissä ilmanvaihtoa tehostamalla eikä muuta näyttöä rakenteeseen liittyvästä vauriosta ole.

Altisteen toimenpiderajalla tarkoitetaan pitoisuutta, mittaustulosta tai ominaisuutta, jolloin sen, kenen vastuulla haitta on, tulee ryhtyä terveydensuojelulain 27 §:n tai 51 §:n mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Lainausta: Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, mikrobiologiset otot, Valvira, 8/2016

#### VIITTEET:

- Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 1.1.2018.
- Asumisterveysasetuksen 545/2015 pohjalta laadittu Asumisterveysasetuksen soveltamisohje osa IV 8/2016, päivitetty 19.2.2020 (Asumisterveysasetus § 20)
- Laboratorio-opas, Mikrobiologisten asumisterveys tutkimusten näytteenotto ja analyysimenetelmät 2018, Anna-Mari Pessi ja Kaisa Jalkanen / Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus

Satu Nykänen



mikrobiologian johtava tutkija

puh. 050 322 2272

Anna Launonen



mikrobiologi

puh. 050 325 1772

Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

|           |                                   |              |  |
|-----------|-----------------------------------|--------------|--|
| TAMPERE   | Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere    | 050 563 6543 | <a href="mailto:mikrobiologia@taklab.fi">mikrobiologia@taklab.fi</a> |
| JYVÄSKYLÄ | Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä     | 050 478 1628 | <a href="mailto:jyvaskyla@taklab.fi">jyvaskyla@taklab.fi</a>         |
| HELSINKI  | Ristipellontie 25, 00390 Helsinki | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>           |
| HELSINKI  | Laippatie 1, 00880 Helsinki       | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>           |

22735



| <b>Materiaalin<br/>valomikroskooppinen<br/>tutkimus</b>   |   |   |
|---|---|---|
| <br>Finnish Accreditation Service<br>T336 (EN ISO/IEC 17025) |   |   |
| <i>Kohde</i><br><br>Nekalan puutyöpaja  | <i>Näytteenottaja ja päivämäärä</i><br><br>Jussi Saari ja Mika Körkkö,<br>Sitowise Oy,<br>2.11.2022 | <i>Laboratorion tilausnumero</i><br><br>22735                         |
| <i>Tilaaaja</i><br><br>Sitowise Oy,<br><br>mika.korkko@sitowise.com<br>jussi.saari@sitowise.com   | <i>Saapumispäivämäärä</i><br><br>7.11.2022<br><br><i>Raportointipäivämäärä</i><br><br>18.11.2022    | <i>Tutkija</i><br><br>Anne Huhta, 040 566 4227<br>anne.huhta@mitta.fi |

Tutkimus pohjautuu soveltuvin osin standardiin ASTM C856/C856M-20. Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä, pintahieanalyysi ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Pyydetessä annamme lisätietoja analyysistä. Raportti koostuu havainnoista sekä tutkijan niiden pohjalta tekemästä tulkinnasta. Yleistarkastelu on suoritettu käsittelemättömistä näytteistä, mikroskooppitutkimusta varten näytteet on preparoitu Mitta Oy:n Oulun betoni- ja haitta-aine laboratoriossa. Tulkinta perustuu standardiin ja sen lähteisiin, vertaisarvioituissa julkaisuissa kuvattuihin tutkimuksiin sekä tutkijan omaan kokemukseen. Tulos koskee vain tutkittua näytettä. Raportin osittainen kopiointi ilman lupaa on kielletty. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

## Sisällysluettelo

|   |   |
|---|---|
| YHTEENVETO JA TULOSTEN TARKASTELU ..... | 2 |
| 04 .....                                | 3 |



Taulukko 1. Yhteenveto. Taulukko on yksinkertaistettu yhteenveto tutkimuksen tuloksista, ja perustuu havaintoihin sekä tutkijan niistä tekemään tulkintaan. Karbonatisoituminen on ohuthieestä tarkistettu keskimääräinen syvyys, pintahieiden osalta fenoliftaleiinikoehen perusteella saatu keskimääräinen syvyys. Tiivistyminen on ilmoitettu asteikolla 5 = erittäin hyvä, 4 = hyvä, 3 = keskinertainen, 2 = huono, 1 = erittäin huono (Huopainen 1997 mukaan). Huokostus arvioidaan silmämääräisesti pyöreiden/pallomaisten,  $\emptyset$  0,02-0,8 mm huokosten määrästä (huokosjako > 0,30 = Ei, huokosjako < 0,30 = On), eikä se ota kantaa siihen, onko betonissa käytetty huokostinta. Materiaalin tai materiaaliyhdistelmän laatua arvioidaan asteikolla normaali, puutteita, merkittäviä puutteita. Kuntoa arvioidaan asteikolla normaali, heikentynyt, merkittävästi heikentynyt. Rapautumista arvioidaan asteikolla rapautumaton, viitteitä, rapautunut. Up = ulkopinta.

| Näyte | Rakenne       | Syvyys     | Teräsket (syvyys/pinta/Ø) [mm]     | Karbonatisoituminen [ka] | Teräskorroosio                           | Tiivistyminen | Huokostus | Laatu     | Kunto                     | Rapautuminen |
|-------|---------------|------------|------------------------------------|--------------------------|--|---------------|-----------|-----------|---------------------------|--------------|
| 04    | Sokkelibetoni | 0–45 mm up | läpi näytteen useita 3 mm teräksiä | läpi                     | Teräskorroosio käynnistynyt sisäpinnalla | 3             | Ei        | Puutteita | Merkittävästi heikentynyt | Rapautunut   |

## YHTEENVETO JA TULOSTEN TARKASTELU

### Yleistä

Betonilieriönäyte on sokkelista. Betonin laatu on puutteellinen heikentyneiden kiviainestartuntojen, pintaan avautuvan plastisen, eli kovettumattomaan betoniin syntyneen halkeilun ja hieman epätasaisen mikrotekstuurin vuoksi. Betonin kunto on merkittävästi heikentynyt karbonatisoitumisen saavutettua teräsyvyyden, ja betoni on rapautunut arviolta pääosin teräskorroosion vuoksi.

### Kiviaines

Kiviaines on arviolta soraa/soramursketta. Sen pääkivilajeja ovat graniitit, amfiboliitit, kvartsiitit ja metasedimentit. Kiviaines on laadultaan normaalia sekä pääosin ehjää ja rapautumatonta. Kiviainestartunnat ovat monin paikoin heikentyneet huokosten ja alle 0,03 mm leveiden tartunta-halkeamien sekä pinnan vastaisten halkeamien vuoksi.

### Sideaines

Koostumukseltaan sideaines on karkearakeista portlandsementtiä, jossa on masuunikuonaa ja kalkkikivifillieriä. Mikrotekstuuuri on hieman epätasainen, mikrohuokoisuus vaikuttaa vaihtelevan hieman. Karbonatisoituminen

on erittäin syväle edennyttä ja ulottuu läpi näytelieriön leveimmän halkeaman reunoilla. Sideaineessa havaittiin ruostetta ulkopinnan läheisyydessä, mutta runsaammin lieriönäytetarkastelussa sisäosassa näytettä.

### Huokokset

Betoni on keskinkertaisesti tiivistynyt. Suojahuokosia on melko vähän, joten betoni ei arviolta ole huokosrakenteensa perusteella pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

Huokosissa havaittiin enintään kohtalaiseen kosteusrasitukseen viittaavia sekundäärisiä ettringiittikiteytyksiä.

### Vauriot ja virheet

Näytteessä on alle 0,2 mm leveä ja piirteiltään pääosin hauras halkeama, joka ulottuu läpi tutkimusalueen. Halkeama on ulkopinnan läheisyydessä piirteiltään plastista, mikä viittaa halkeaman saaneen alkunsa varhaisvaiheessa. Halkeilu liittyy todennäköisesti pääosin teräskorroosioon, mutta myös rakenteellisilla tekijöillä voi olla osuutta.

Ulkopinnan läheisyydessä on pinnan vastaisen halkeilun yhteydessä hyvin tiheää, pinnan suuntaista halkeilua, joka muistuttaa piirteiltään pakkasrapautumista.

## MAKROANALYYSI - havainnot

|               |               |                     |                        |
|---------------|---------------|---------------------|------------------------|
| <b>Näyte</b>  | 04            | <b>Tilausnumero</b> | 22735                  |
| <b>Selite</b> | Sokkelibetoni | <b>Koko</b>         | Ø 44 mm, pituus 146 mm |

**Karbonatisoitumisvyvyys (fenoliftaleiini-indikaattori) minimi–maksimi/keskimääräinen**

| <i>Ulkopinta</i> | <i>Sisäpinta</i>   | <i>Laastit, pintavalut, tms.</i> |
|------------------|--------------------|----------------------------------|
| 6 mm–läpi/15 mm  | 0,5 mm–läpi/23 mm* | -                                |

**Havainnot**

|  |   |
|--|---|
| Kiviaines                              | Pääosin kulmikkaita, paikoin hieman pyörityneitä granitoidi- ja amfiboliittikappaleita, Ø < 26 mm.  |
| Sideaines                              | Vaalean rusehtavan harmaata, hieman karhean tuntuista.  |
| Tiivistyminen ja huokokset             | Keskinkertainen, huokokset Ø 4 mm. Lisäksi onkaloita Ø < 11 mm.   |
| Raudoitus                              | Useita, pinnan suuntaisia ja viistosti pinnan vastaisia teräksiä Ø 3 mm n. 45–146 mm syvyydellä ulkopinnasta. Kaksi teräksistä lävistää ulkopinnan, neljä teräksistä lävistää sisäpinnan. Sideaineessa on ruostetta 115–146 mm syvyydellä ulkopinnasta. Terästen tartunnassa on paikoin huokosia. |
| Pinnat ja pinnoitteet                  | Ulkopinta on rypyläinen betonipinta, jossa kiviaines on esillä. Sisäpinta on katkennut/katkaistu betoni, jossa on arviolta bitumia terästen yhteydessä.   |
| Materiaalikerrokset ja niiden tartunta | -   |
| Puutteet ja vauriot                    | Näytteessä on pinnan vastainen näytteen lävistävä halkeama.   |
| Muita huomioita                        | *Karbonatisoituminen on saavuttanut terässyvyyden ja teräskorroosio on käynnistynyt. Karbonatisoituminen ulottuu halkeaman reunoilla läpi näytteen ja on edennyt noin 10 mm etäisyydelle halkeaman reunoilta.   |



Kuva 1. Näyte 04. Ulkopinta vasemmalla.

## MIKROANALYYSI - havainnot

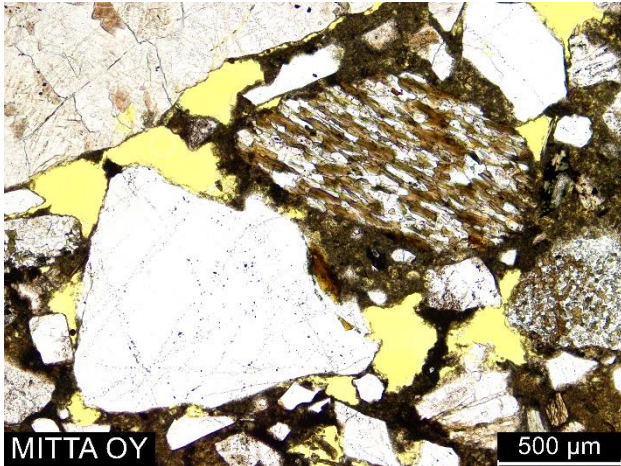
|                                 |  |                      |                      |
|---------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| <b>Näyte</b>                    | 04   | <b>Tutkimuskohta</b> | 0–45 mm ulkopinnasta |
| <b>Ohuthie</b>                  | SNE4   | <b>Koko</b>          | 28 x 45 mm           |
| <b>Kiviaines, karkea</b>        | Hieman kulmikkaita granitoidi- ja amfiboliittikappaleita.  |                      |                      |
| <b>Kiviaines, hieno</b>         | Pääosin kulmikkaita, paikoin hieman pyöristyneitä granitoidi-, kvartsiitti-, amfiboliitti- ja metasedimenttikappaleita sekä mineraalirakeita.  |                      |                      |
| <b>Kiviaines-tartunnat</b>      | Monin paikoin avoimet huokosten, < 0,03 mm leveiden tartuntahalkeamien ja pinnan vastaisen halkeilun vuoksi.   |                      |                      |
| <b>Sideaines</b>                | Karkearakeista portlandsementtiä, jossa on masuunikuonaa ja kalkkikivifillieriä. Hydrataatio on tasainen ja hydrataatioaste korkea. Mikrotekstuuri vaikuttaa hieman epätasaiselta, mikrohuokoisuus vaikuttaa paikoin hieman korkeammalta. Karbonatisoituminen osin peittää sideaineen alkuperäisiä piirteitä.  |                      |                      |
| <b>Karbonatisoituminen</b>      | Ohuthieessä pääosin läpi karbonatisoitunut. 30–45 mm syvyydellä on pieniä karbonatisoitumattomia alueita.  |                      |                      |
| <b>Ca(OH)<sub>2</sub></b>       | Hieno-keskirakeisia kiteytyimiä, jotka ovat hieman epätasaisesti jakautuneena sideaineessa. <i>Havainto on tehty pieneltä alueelta, mikä tulee ottaa huomioon mittausepävarmuutta arvioitaessa.</i>  |                      |                      |
| <b>Halkeilu, pinta</b>          | Pinnan vastaista, kiviainesta pääosin myötäilevää, tiheää, epäsäännöllistä ja < 0,2 mm leveää halkeilua, joka muuttuu säännölliseksi ja reunoiltaan symmetriseksi keskimäärin 15 mm syvyydellä ulkopinnasta. Halkeilu on tiheimmillään n. 10 mm levyisellä alueella tutkimusalueen keskellä. Syvemmillä halkeamia on vähemmän ja ne ulottuvat läpi tutkimusalueen. |                      |                      |
| <b>Halkeilu, sisäosa</b>        | Pinnan suuntaista, tiheää, kiviainesta leikkaavaa ja < 0,03 mm leveää halkeilua, joka ulottuu 5 mm syvyyteen ulkopinnasta. Halkeilua esiintyy ainoastaan tutkimusalueen keskellä, pinnan suuntaisten halkeamien yhteydessä.  |                      |                      |
| <b>Huokokset</b>                | Suojahuokosia on melko vähän. Suurempia ( $\varnothing < 2,4$ mm), muodoltaan soikeita ja epäsäännöllisiä huokosia on melko runsaasti.   |                      |                      |
| <b>Sekundääriset kiteytymät</b> | Halkeamien reunoilla on paikoin hyvin hienorakeisia kalsiittikiteytyimiä ja huokosissa on paikoin vähäisiä ettringiittikiteytyimiä, joista pienimmät ( $\varnothing < 0,15$ mm) huokokset ovat täyttyneet.   |                      |                      |
| <b>ASR</b>                      | -  |                      |                      |
| <b>Muita huomioita</b>          | Sideaineessa on paikoin ruostetta pinnan vastaisten halkeamien reunoilla noin 10 mm syvyydelle ulkopinnasta.<br><br>Kiviaines on esillä ulkopinnassa.  |                      |                      |

Valokuvat seuraavalla sivulla.

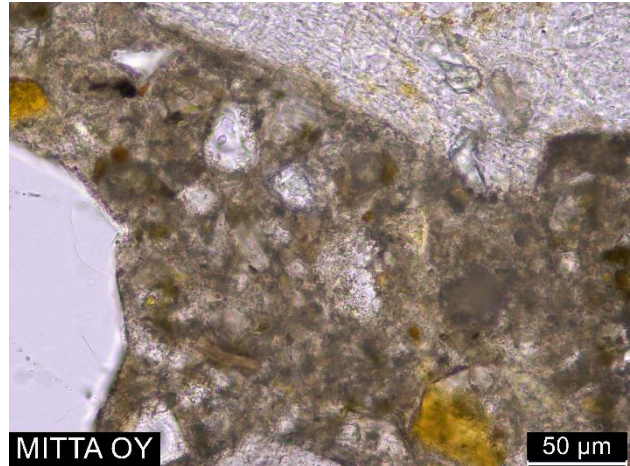


## MIKROANALYYSI - kuvat

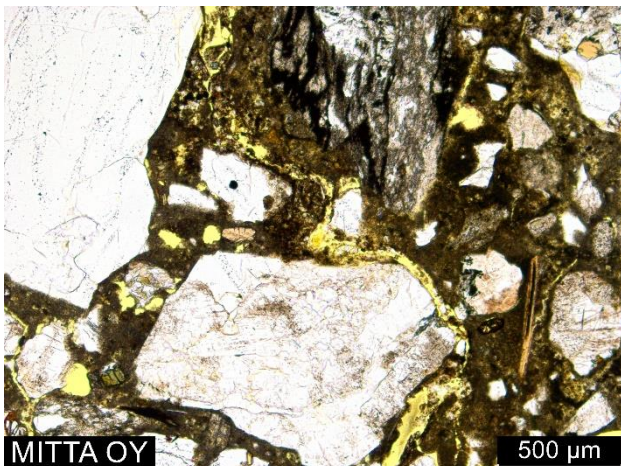
**Näyte** 04  
**Ohutlie** SNE4



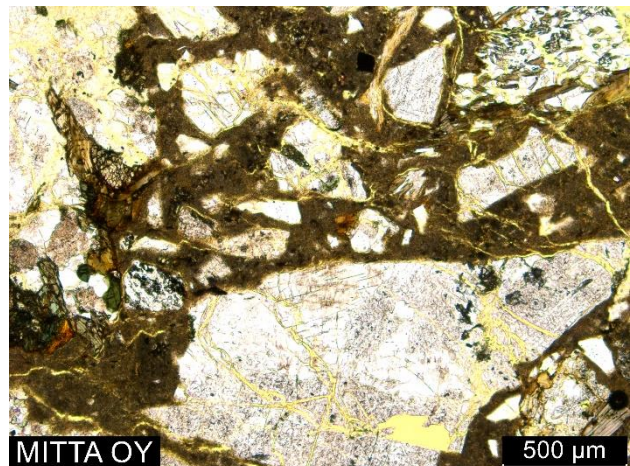
Kuva 2. Kivi- ja sideainestartunnoissa on monin paikoin huokosia ja <math>< 0,03\text{ mm}</math> leveitä halkeamia. OPL



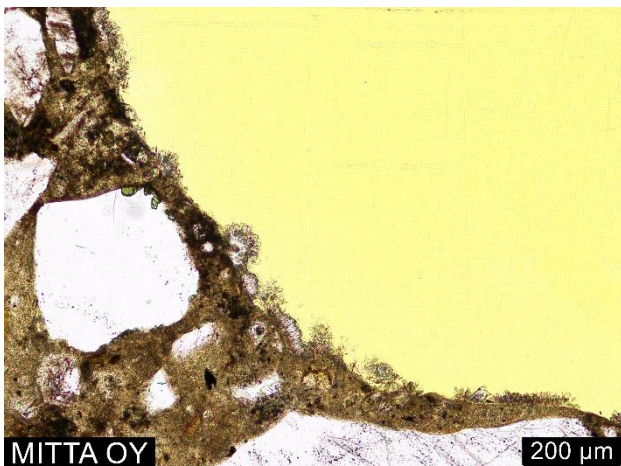
Kuva 3. Portlandsementtiklinkeriä, masuunikuonaa ja kalkkikivifillereitä sideaineessa. OPL



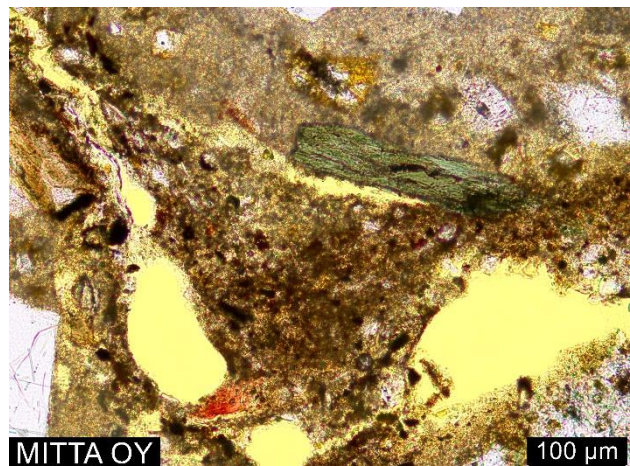
Kuva 4. Pinnan vastaisia, reunoiltaan epäsymmetrisiä halkeamia. OPL



Kuva 5. Ulkopinnan läheisyydessä on hyvin tiheää, pinnan suuntaista halkeilua. OPL



Kuva 6. Ettringiittikiteytymiä huokosen reunalla. OPL



Kuva 7. Halkeamien reunoilla sideaineessa on ruostetta 0–10 mm syvyydellä ulkopinnasta. OPL

Sitowise Oy  
Mika Körkkö  
mika.korkko@sitowise.com  
jussi.saari@sitowise.com

| <b>Vetolujuuden määrittäminen</b> |   |  | <br>Finnish Accreditation Service<br>T336 (EN ISO/IEC 17025) |
|-----------------------------------|---|--|---|
| <i>Kohde</i>                      | <i>Näytteenottaja ja päivämäärä</i>     | <i>Laboratorion tilausnumero</i>                   |   |
| Nekalan puutyöpaja                | Jussi Saari ja Mika Körkkö<br>2.11.2022 | 22735  |   |
| <i>Saapumispäivämäärä</i>         | <i>Raportointipäivämäärä</i>            | <i>Tutkija</i>                                     |   |
| 7.11.2022                         | 15.11.2022                              | Iida Hentilä, 050 5997042<br>iida.hentila@mitta.fi |   |
| <i>Näyttemateriaali</i>           | <i>Näytteiden muoto</i>                 |  |   |
| Betoni                            | Lieriö                                  |  |   |

Näytteiden testaus suoritettiin standardin SFS 5445 mukaisesti Mitta Oy:n betoni- ja haitta-ainelaboratoriossa Easy-M-laitteella. Menetelmä on akkreditoitu.

Laite on kalibroitu vuonna 2022. Koekappaleiden pinnat on tasoitettu timanttisahalla. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Raportin osittainen kopiointi ilman lupaa on kielletty.

Vetolujuuden mittausepävarmuus (95% luotettavuustasolla)  $\pm 2,33\%$

| Näyte      | Näytteenottoaikka | Näytteen pituus (mm) | Näytteen halkaisija (mm) | Näytteen tiheys (kg/m <sup>3</sup> ) | Tulos (MN/m <sup>2</sup> ) | Murtokohta <sup>(1)</sup> /<br>-tapa                   | Poikkeamat/Huomiot  |
|------------|-------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|---|
| 02         | Sokkelibetoni     | 62                   | 45                       | 2209                                 | 2,27                       | 30-43 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee kiviainesta   | Näyte katkennut, vetolujuus testattu lähempänä ulkopintaa olevasta kappaleesta. |
| 05         | Sokkelibetoni     | 139                  | 45                       | 2246                                 | 2,52                       | 115-123 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee kiviainesta | -   |
| 06         | Sokkelibetoni     | 146                  | 45                       | 2488 <sup>(2)</sup>                  | 0,21                       | 27-36 mm ulkopinnasta, myötäilee kiviainesta           | Murtokohdassa teräs Ø 16 mm   |
| 06 uusinta | Sokkelibetoni     | 146                  | 45                       | 2488 <sup>(2)</sup>                  | 1,96                       | 35-43 mm ulkopinnasta, myötäilee kiviainesta           | Murtokohdassa teräs Ø 16 mm   |

<sup>1)</sup> Murtokohta mitattu näytekappaleen alkuperäisestä tutkittavasta pinnasta ennen tasoitussahausta

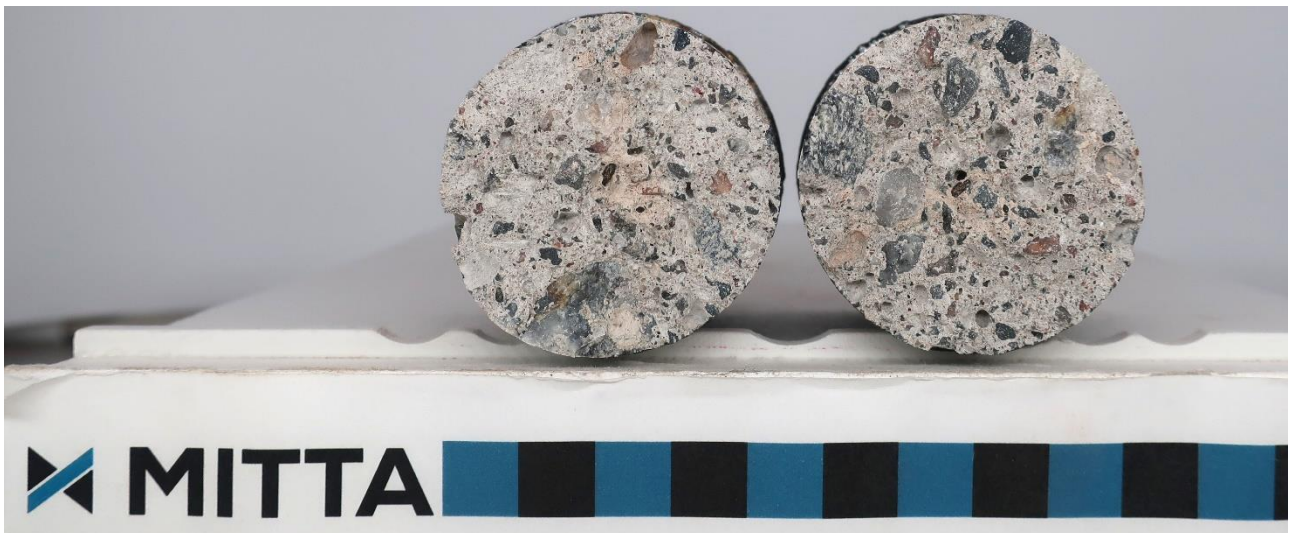
<sup>2)</sup> Näytteessä teräs/teräksiä, jotka vaikuttavat näytekappaleen tiheyteen

Koe uusitaan vetolujuuskokeen tuloksen ollessa < 1,50 MN/m<sup>2</sup>.





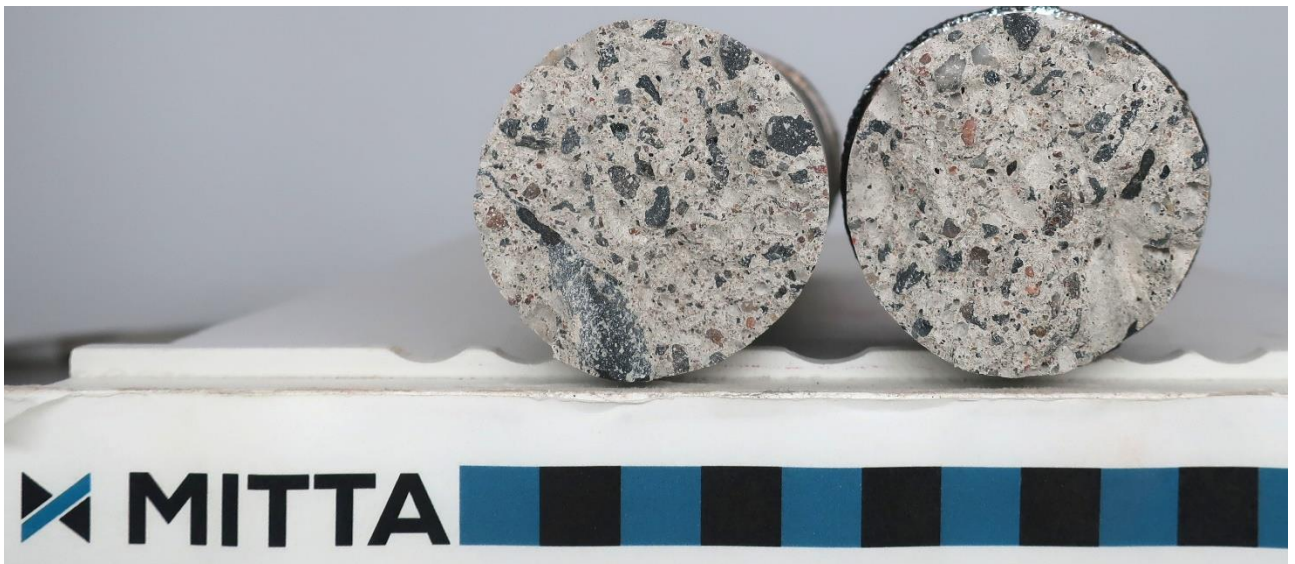
*Näyte 02, ulkopinta vasemmalla.*



*Näyte 02, ulkopinta vasemmalla.*



*Näyte 05, ulkopinta vasemmalla.*

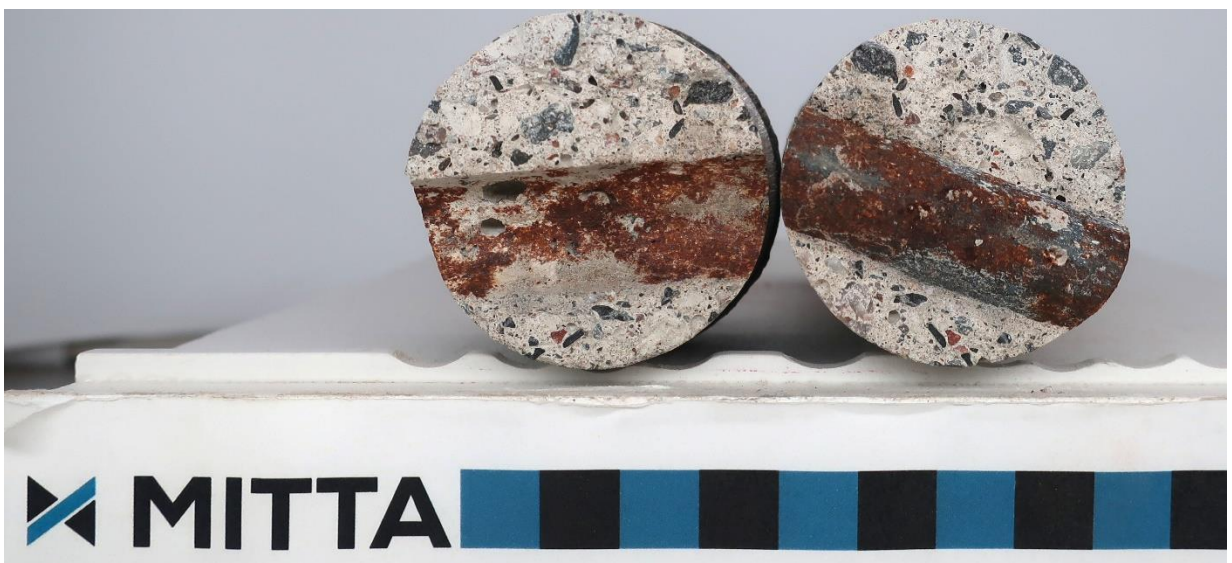


*Näyte 05, ulkopinta vasemmalla.*

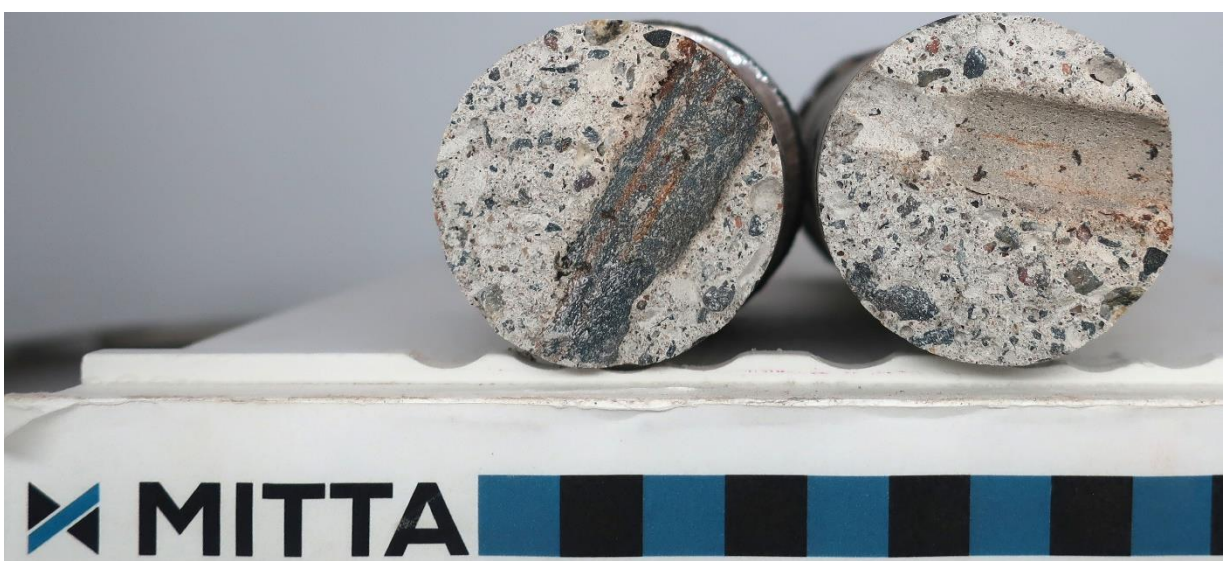




*Näyte 06, ulkopinta vasemmalla.*



*Näyte 06, ulkopinta vasemmalla.*



*Näyte 06 uusinta, ulkopinta vasemmalla.*

Sitowise Oy  
Mika Körkkö  
mika.korkko@sitowise.com  
jussi.saari@sitowise.com

| <b>Karbonatsoitumissyvyyden määrittäminen</b> |                                       |  |
|---|---------------------------------------|--|
| <i>Kohde</i>                                  | <i>Näytteenottaja ja päivämäärä</i>   | <i>Laboratorion tilausnumero</i>                   |
| Nekalan puutyöpaja                            | Jussi Saari, Mika Körkkö<br>2.11.2022 | 22735  |
| <i>Saapumispäivämäärä</i>                     | <i>Raportointipäivämäärä</i>          | <i>Tutkija</i>                                     |
| 7.11.2022                                     | 17.11.2022                            | Iida Hentilä, 050 5997042<br>iida.hentila@mitta.fi |

Näytteen karbonatsoitumissyvyys on määritetty halkaistulta pinnalta fenoliftaleiini-indikaattorilla RILEM CPC-18 mukaan. Tulos koskee vain tutkittua näytettä. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Raportin osittainen kopiointi ilman lupaa on kielletty.

| <b>Näyte nro</b> | <b>Näytteenottoaika</b> | <b>Näytteen pituus (mm)</b> | <b>Karbonatsoitumissyvyys min-max/ka (mm)</b> |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| 02               | Sokkelibetoni           | 143                         | up: 21-48/34<br>sp: 9-28/21                   |
| 04<br>OH         | Sokkelibetoni           | 146                         | up: 6-läpi/15<br>sp: 0,5-läpi/23              |
| 05               | Sokkelibetoni           | 142                         | up: 23-26/25<br>sp: 0-16/6                    |
| 06               | Sokkelibetoni           | 150                         | up: 39-55/43<br>sp: 6-13/9                    |



Sitowise Oy  
mika.korkko@sitowise.com  
jussi.saari@sitowise.com

| <b>Betonin kokonaiskloridipitoisuuden määrittäminen</b> |                                       |   |
|---|---------------------------------------|---|
| <i>Kohde</i>  | <i>Näytteenottaja ja päivämäärä</i>   | <i>Laboratorion tilausnumero</i>                    |
| Nekalan puutyöpaja                                      | Jussi Saari, Mika Körkkö<br>2.11.2022 | 22735   |
| <i>Saapumispäivämäärä</i>                               | <i>Raportointipäivämäärä</i>          | <i>Tutkija</i>                                      |
| 7.11.2022   | 9.11.2022                             | Aljona Pekki, 040 7171 351<br>aljona.pekki@mitta.fi |

### Menetelmä

Tilaaajan toimittamien näytteiden kokonaiskloridipitoisuudet on määritetty potentiometrisesti standardia SFS-EN 14629 soveltaen. Tulokset on ilmoitettu betonin massasta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava Mitta Oy:n lupa.

Menetelmän raportointiraja on 0,01 massa-% ja mittaepävarmuus noin 15% (95 % luotettavuustasolla). Tulokset on ilmoitettu 2 desimaalin tarkkuudella.

| <b>Näyte nro</b> | <b>Syvyys (mm)</b> | <b>Näytteenottoaika</b> | <b>Näytetyyppi (kappale/ jauhe)</b> | <b>Näytteen määrä (g)</b> | <b>Kloridipitoisuus (massa-%)</b> |
|------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 07               | 0-35               | Sokkelibetoni           | jauhe                               | 4,841                     | < 0,01                            |

## ANALYYSIRAPORTTI

|   |   |
|---|---|
| <b>Tilaaaja*:</b><br>Sitowise Oy  | <b>Kohde*:</b><br>Nekalan puutyöverstas |
| <b>Tilauspäivä:</b> 3.11.2022<br><b>Analysointipäivä:</b> 3.- 4.11.2022<br><b>Raportointipäivä:</b> 4.11.2022 | <b>Näytteenottaja*:</b><br>Jussi Saari  |

## RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN ASBESTIANALYYSI

**Analyysimenetelmä:**

Tilaaajan toimittama näyte analysoidaan polarisaatiomikroskoopilla ja/tai pyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (SEM-EDS) muunnellun standardin ISO 22262-1:2012 mukaisesti. **Menetelmä on akkreditoitu.** Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta.

## TULOKSET

| Asiakkaan näyte-tunnus* | Laboratorion työnumero | Näytetiedot*           | Menetelmä VM/EM | Tulos                |
|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|----------------------|
| ASB.01                  | T221103_063            | Alapohja: bitumisively | VM              | Ei sisällä asbestia. |

VM = polarisaatiomikroskopia, EM = elektronimikroskopia

## ANALYYSIRAPORTTI

### RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN PAH-ANALYYSI

#### Analyysimenetelmä:

Tilajan toimittama näyte analysoidaan GC-MS-laitteella standardiin SFS-EN 15527 perustuvalla muunnellulla menetelmällä Tampereen toimipisteessä. Menetelmän määrittäjä on yhdistekohtainen. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. PAH-kokonaispitoisuuden mittausepävarmuus on 30 %. Analyysimenetelmä on akkreditoitu.

#### TULOKSET

| Asiakkaan näytetunnus*  | PAH.01                 |
|-------------------------|------------------------|
| Laboratorion työnumero  | T221103_063            |
| Näytetiedot*            | Alapohja: bitumisively |
| Yhdiste                 | Tulos (mg/kg)          |
| Naftaleeni              | 1,6                    |
| Asenaftaleeni           | < 0,6                  |
| Asenafteeni             | < 0,6                  |
| Fluoreeni               | < 1,2                  |
| Fenantreeni             | 34                     |
| Antraseeni              | 0,8                    |
| Fluoranteeni            | 37                     |
| Pyreeni                 | 29                     |
| Bentso(a)antraseeni     | 11                     |
| Kryseeni                | 13                     |
| Bentso(b)fluoranteenit  | 9,6                    |
| Bentso(k)fluoranteenit  | 4,1                    |
| Bentso(a)pyreeni        | 7,6                    |
| Dibentso(ah)-antraseeni | 1,9                    |
| Indeno(123-cd)-pyreeni  | 7,9                    |
| Bentso(ghi)peryleeni    | 9,3                    |
| <b>PAH(16)-summa</b>    | <b>170</b>             |

Rakennustietosäätiö RTS:n suositusten mukaan jätteen PAH(16)-summapitoisuuden ylittäessä 200 mg/kg tulee se käsitellä vaarallisena jätteenä (Ratu 82-0381).

\* Asiakkaan ilmoittama tieto



*Olli Sandqvist*

Olli Sandqvist  
kemian johtava tutkija  
050 300 4456  
[olli.sandqvist@taklab.fi](mailto:olli.sandqvist@taklab.fi)

*Tuomo Niilahti*

Tuomo Niilahti  
laatuinsinööri  
050 567 1467  
[tuomo.niilahti@taklab.fi](mailto:tuomo.niilahti@taklab.fi)



Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

|            |                                   |              |  |
|------------|-----------------------------------|--------------|--|
| TAMPERE    | Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere    | 050 320 4458 | <a href="mailto:tampere@taklab.fi">tampere@taklab.fi</a>     |
| JYVÄSKYLÄ  | Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä     | 050 478 1628 | <a href="mailto:jyvaskyla@taklab.fi">jyvaskyla@taklab.fi</a> |
| KONALA     | Ristipellontie 25, 00390 Helsinki | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>   |
| ROIHUPELTO | Laippatie 1, 00880 Helsinki       | 050 350 1697 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>   |



## ANALYYSIRAPORTTI

|  |   |
|--|---|
| <b>Tilaaaja*:</b><br>Sitowise Oy   | <b>Kohde*:</b><br>Nekalan puutyöverstas |
| <b>Tilauspäivä:</b> 8.11.2022<br><b>Analysointipäivä:</b> 8.-9.11.2022<br><b>Raportointipäivä:</b> 9.11.2022 | <b>Näytteenottaja*:</b><br>Jussi Saari  |

## RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN ASBESTIANALYYSI

**Analyysimenetelmä:**

Tilaaajan toimittama näyte analysoidaan polarisaatiomikroskoopilla ja/tai pyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (SEM-EDS) muunnellun standardin ISO 22262-1:2012 mukaisesti. **Menetelmä on akkreditoitu.** Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta.

## TULOKSET

| Asiakkaan näyte-tunnus* | Laboratorion työnumero | Näytetiedot*                       | Menetelmä VM/EM | Tulos                |
|-------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------------|
| ASB.02                  | T221108_023            | Sokkeli vedeneriste / bitumisively | VM              | Ei sisällä asbestia. |

VM = polarisaatiomikroskopia, EM = elektronimikroskopia



## ANALYYSIRAPORTTI

### RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN PAH-ANALYYSI

#### Analyysimenetelmä:

Tilajan toimittama näyte analysoidaan GC-MS-laitteella standardiin SFS-EN 15527 perustuvalla muunnellulla menetelmällä Tampereen toimipisteessä. Menetelmän määrittäjä on yhdistekohtainen. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. PAH-kokonaispitoisuuden mittausepävarmuus on 30 %. Analyysimenetelmä on akkreditoitu.

#### TULOKSET

| Asiakkaan näytetunnus*  | PAH.02                             |
|-------------------------|------------------------------------|
| Laboratorion työnumero  | T221108_023                        |
| Näytetiedot*            | Sokkeli vedeneriste / bitumisively |
| Yhdiste                 | Tulos (mg/kg)                      |
| Naftaleeni              | 0,8                                |
| Asenaftaleeni           | < 0,6                              |
| Asenafteeni             | < 0,6                              |
| Fluoreeni               | < 1,2                              |
| Fenantreeni             | 5,9                                |
| Antraseeni              | < 0,7                              |
| Fluoranteeni            | 7,4                                |
| Pyreeni                 | 7,0                                |
| Bentso(a)antraseeni     | 2,7                                |
| Kryseeni                | 3,8                                |
| Bentso(b)fluoranteenit  | 3,1                                |
| Bentso(k)fluoranteenit  | 1,0                                |
| Bentso(a)pyreeni        | 2,5                                |
| Dibentso(ah)-antraseeni | < 0,8                              |
| Indeno(123-cd)-pyreeni  | 2,0                                |
| Bentso(ghi)peryleeni    | < 4,0                              |
| <b>PAH(16)-summa</b>    | <b>39</b>                          |

Rakennustietosäätiö RTS:n suositusten mukaan jätteen PAH(16)-summapitoisuuden ylittäessä 200 mg/kg tulee se käsitellä vaarallisena jätteenä (Ratu 82-0381).

\* Asiakkaan ilmoittama tieto



*Olli Sandqvist*

Olli Sandqvist  
kemian johtava tutkija  
050 300 4456  
[olli.sandqvist@taklab.fi](mailto:olli.sandqvist@taklab.fi)

*Tuomo Niilahti*

Tuomo Niilahti  
laatuinsinööri  
050 567 1467  
[tuomo.niilahti@taklab.fi](mailto:tuomo.niilahti@taklab.fi)



Tampereen asbesti ja kuitulaboratorio Oy | Y-tunnus 1038007-8 | [www.asbestilaboratorio.fi](http://www.asbestilaboratorio.fi)

|            |                                   |              |  |
|------------|-----------------------------------|--------------|--|
| TAMPERE    | Kuokkamaantie 2, 33800 Tampere    | 050 320 4458 | <a href="mailto:tampere@taklab.fi">tampere@taklab.fi</a>     |
| JYVÄSKYLÄ  | Vasarakatu 1, 40320 Jyväskylä     | 050 478 1628 | <a href="mailto:jyvaskyla@taklab.fi">jyvaskyla@taklab.fi</a> |
| KONALA     | Ristipellontie 25, 00390 Helsinki | 050 551 1366 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>   |
| ROIHUPELTO | Laippatie 1, 00880 Helsinki       | 050 350 1697 | <a href="mailto:helsinki@taklab.fi">helsinki@taklab.fi</a>   |



## Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset

### 1 Betonitutkimukset

#### 1.1 Aistinvarainen tutkimus

Aistinvaraisella tarkastelulla selvitetään pitkälle edenneiden vaurioiden aiheuttajia, niiden merkitystä korjaustavan valintaan sekä vaurioiden laajuutta ja vaurioiden sijainteja (säännölliset vauriot määrättyissä rakennosissa tai rakenteiden liittymissä ja satunnaiset vauriot, joiden aiheuttajana ei ole systemaattinen virhe tai puute).

#### 1.2 Ohuthietutkimus

Ohuthietutkimukset suoritetaan soveltaen standardia ASTM C 856-11. Ohuthietutkimuksessa poralieriöstä leikattu näyte hiotaan 0,025 mm paksuiseksi levyksi ja näytelevyä tutkitaan mikroskoopilla. Ohuthie on n. 48 mm tai n. 76 mm pitkä ja se tehdään näytekappaleen tutkittavasta pinnasta alkaen syvyyssuunnassa.

Ohuthietutkimuksella pyritään selvittämään betonista ja tai rappauksesta pääsääntöisesti seuraavia tekijöitä:

- betonin kiviaines ja kiviainesjakauma
- rappauslaastin kalkki-sementtisuhde
- karbonatisoitumissyvyys (raudoitteiden korroosioriski)
- huokosrakenne (pakkasenkestävyys)
- rapautumisaste
- ettringiitin ja muiden haitallisten kiteytymien (portlandiitti, karbonaatti) esiintyminen
- alkalikiviainesreaktion esiintyminen

#### 1.3 Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen perustuu sementtikiven sisältämien emäksisten hydroksidien, natriumhydroksidin (NaOH), kaliumhydroksidin (KOH) ja kalsiumhydroksidin (Ca(OH)<sub>2</sub>) ja ilman sisältämän hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>) reaktioihin.

Betoni on emäksistä (korkea pH-arvo) ja korkea pH-arvon omaavassa ympäristössä teräs on ns. passiivitulassa, jolloin korroosiota ei tapahdu. Ilman hiilidioksidin tunkeutuminen betoniin ja siitä aiheutuva betonin karbonatisoituminen aiheuttaa betonin pH:n laskemisen noin arvoon 8,3, jolloin betoniteräksen ympäristö on kosteusrasituksessa korroosiota aiheuttavaa (olosuhteiden muutoksesta johtuen teräs on passiivitulassa sijasta korroosiolle alttiissa tilassa). Korrosio edellyttää aina elektrolyytin (veden) läsnäoloa, joten betoniteräksien korrosio ei ole merkittävää, ellei rakenteisiin kulkeudu kosteutta.



Karbonatisoituminen alkaa betonin pinnasta ja etenee rintamana syvemmälle. Betonin karbonatisoituminen hidastuu etäisyyden kasvaessa betonin pinnan karbonatisoitumisrintaman välillä. Betonin karbonatisoitumissyvyys määritetään näytekappaleen poikkileikkauspinnalta pH-indikaattoriliuoksen avulla, joka värjää karbonatisoitumattoman osan punaiseksi.

#### 1.4 Betoniraudoitteiden peitepaksuusmittaus

Raudoitteiden peitepaksuuden mittaaminen on olennainen tieto rakennuksen ulko-kuoren elinkaaren pituutta ja sen hetkistä tilaa arvioitaessa. Tunnettaessa kohteen keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys (määritetään esim. ohuthietutkimuksen yhteydessä), voidaan arvioida korroosion laajuutta rakennuksen ulko-kuorien raudoitteissa.

Mittaus suoritetaan Proceq Profometer 5-laitteella. Laitteella voidaan paikallistaa ainetta rikkomattomasti betoniraudoitteet, mitata paikallistetun raudoitteen peitepaksuus (syvyys rakenteessa) ja määrittää paikallistetun raudoitteen halkaisija. Laitteen toiminta perustuu pulssi-induktioon, jossa laite lähettää energiapulsseja ja seuraa niiden vaimenemista. Pulssin osuessa raudoitukseen sen vaimeneminen hidastuu ja laite rekisteröi muutoksen.

Betonirakenteiden peitepaksuus määritetään pistokoeluentoisesti. Mittaustuloksia verrattaessa laboratoriotutkimustuloksien avulla määritettyyn karbonatisoitumissyvyyteen voidaan arvioida korroosiovyöhykkeellä (korroosiovaurioitumisen riski) sijaitsevien betoniterästen määrä.

#### 1.5 Betonin vetolujuuskoe

Betonin sisäistä lujuutta ja rapautumisastetta voidaan arvioida vetolujuuskokeiden avulla. Vetolujuusarvoja käytetään vaurioitumisasteen määrittämisen lisäksi rakenteiden korjattavuuden arviointiin sekä korjausmenetelmän valintaan. Betonimateriaalin vetolujuuskokeella selvitetään betonirakenteen pinnan lujuus/soveltuvuus betonikorjaustuotteiden ja pinnoitteiden alustaksi. Lisäksi vetokokeilla tutkitaan pintamateriaalien esim. maalin tartuntaa alustaansa. Vetokokeet suoritetaan standardien SFS 5446 ja 5445 mukaisesti.

Vetolujuuskokeet/tartuntalujuuskokeet suoritetaan kentällä poraamalla halkaisijaltaan n. 50 mm oleva lieriö noin 20 – 40 mm syvyyteen riippuen rakenteesta. Poralieriön 50 mm näytealue puhdistetaan epäpuhtauksista ja vetokokeen suorittamista varten lieriöön kiinnitetään epoksiliimalla vetokoesylinteri (Ø 50 mm). Vetokoe suoritetaan joko manuaalisesti tai sähkömoottoritoimista vetokoealaitetta käyttäen (Dyna Proceq Z16), jossa voiman kasvu tapahtuu 0,05 MPa/s (N/mm<sup>2</sup>/s) nopeudella.

Vetolujuuskokeet voidaan suorittaa myös laboratoriossa. Tällöin rakenteesta porataan halkaisijaltaan n. 50 mm oleva lieriö, joka kiinnitetään laboratoriossa vetokoealaitteeseen (Proceq DY-225), jolla selvitetään kappaleen vetolujuus.

Riippumatta onko vetokokeet suoritettu kentällä tai laboratoriossa voidaan tulosten tulkinnassa käyttää oheisen taulukon lujuusarvoja, kun arvioidaan



betonin rapautumista. Pintamateriaaleille ei ole yleensä määritetty lujuusarvoja tartunnalle (pl. maalipinnat), jolloin tartunnan riittävyttä arvioidaan myös muuten kuin vetokokeiden avulla.

Taulukko 2. Rapautumisen arviointi vetolujuudesta (BY42)

| <b>Vetolujuus</b>       | <b>Arvioitu rapautumistilanne</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Luokkaa 0               | pitkälle edennyt rapautuma        |
| 0,5 – 1,0 MPa           | jonkin asteista rapautumaa        |
| luokkaa 1,5 MPa tai yli | rapautuminen epätodennäköistä     |

## 1.6 Betonin kloridipitoisuus

Kloridipitoisuus määritetään laboratoriossa standardin SFS 5451 mukaisesti ja kloridipitoisuus ilmoitetaan happoliuoksen kloridin määränä suhteessa betonin painoon.

Betonin kloridipitoisuus vaikuttaa betoniterästen korroosioriskiin. Kloridit aiheuttavat betoniterästen korroosiota kosteusrasituksessa, vaikka betoni olisi karbonatisoitumatonta, jolloin betonin emäksisyys suojaisi raudoitetta korroosiolta. Klorideja voi kulkeutua betonirakenteisiin valmistuksen yhteydessä (lähtöaineista kuten esim. kalsiumkloridikihihdyttimistä) tai klorideja voi tunkeutua rakenteisiin meri-ilmastossa ilman mukana, sulatussuolojen, meriveden tai muun ulkopuolisen lähteen vaikutuksesta.

Kloridipitoisuuden kynnyksarvona pidetään pitoisuutta 0,03 – 0,07 p-%, jonka alapuolella kloridi ei käynnistä korroosiota karbonatisoitumattomassa betonissa.

## 2 Haitta-aineet

### 2.1 Asbesti

Asbesti on yleisnimi eräille luonnossa esiintyville silikaattimineraalikuuduille. Rakennusmateriaalissa asbestia on käytetty lisäämään materiaalin palonkestoa ja lujuutta, suojaamaan kosteushaitoilta ja kemialliselta rasitukselta, sekä parantamaan akustisia ominaisuuksia. Asbestia on käytetty rakentamisessa mm. putkieristeissä, ruiskutettuna eristeenä, tasoitteissa, kiinnityslaasteissa, maaleissa, liimoissa, rakennuslevyissä, ilmastointikanavissa, muovimatoissa, saumauslaasteissa, kaakeleissa, vinyylilaatoissa, palokatkoeristeissä, palo-ovissa, proppausmassoissa, sekä vesikatko- ja julkisivumateriaaleissa.

Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa 1920 – 1990-luvuilla. Krokidoliitin käyttö kiellettiin vuonna 1976. Asbestin käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Käytännössä jokainen 1920 – 1990-luvun rakennus sisältää asbestia





jossain muodossa. Asbestia sisältäviä julkisivujen maali- ja pinnoitustuotteita (mm. Kenitex, Flekson, Decoralt ja Gencoat) on käytetty pääsääntöisesti 1960–1985 välisenä aikana.

### 2.1.1 Yleisimmät asbestilaadut

**Krysotiili (valkoinen asbesti).** Käytetty asbestisementtituotteissa, kitkapinnoissa ja tiivisteissä.

**Krokidoliitti (sininen asbesti).** Krokidoliittia pidetään vaarallisimpana asbestityyppinä. Käytetty ruiskutuseristeinä, erityisesti paloneristeissä, ja kohteissa, joissa tarvittiin haponkestävyyttä. Käyttö kiellettiin 1976.

**Amosiitti (ruskea asbesti).** Käytetty sekoitettuna magnesiumkarbonaatin ja piimaan kanssa putkieristeinä ja lämmityskattiloiden eristeinä.

**Antofylliitti.** Louhittiin Suomessa vuoteen 1974 asti. Käytetty tuotteissa, joiden piti olla emäksen- tai haponkestäviä kuten asbestipahveissa, sementtimassoissa ja eristemassoissa.

**Tremoliitti ja aktinoliitti.** Kumpikaan ei ole puhtaana ollut kaupallinen asbestituote, mutta niitä voi esiintyä epäpuhtauksina muissa asbestilaaduissa ja muissa mineraaleissa.

### 2.1.2 Asbestimateriaalien vaarallisuuden arviointi

\* Asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa

Tarvikkeet ovat vaarattomia normaalikäytössä ja aiheuttavat vain purettaessa asbestialtistumisvaaran. Tuotteen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan. Vaatimukset suojautumisesta ja työmenetelmistä vaihtelevat työsuojelupiireittäin.

\*\* Suuri asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa

Tarvikkeet ovat normaalikäytössä vaarattomia, mutta aiheuttavat purettaessa suuren asbestialtistumisvaaran. Kahden tähden tarvikkeiden purkua saavat tehdä ainoastaan työsuojeluviranomaisten valtuuttamat asbestipurkajat. Tarvikkeen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan.

\*\*\* Asbestialtistumisvaara, jos tarvikkeeseen kohdistuu mekaanista rasitusta

Tarvikkeet ovat vaarallisia myös käyttötilanteissa. Vaarallisuus perustuu tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa vapautuvan asbestipitoisen pölyn suureen määrään. Vaurioitunut kolmen tähden tarvike tulee heti eristää siten, ettei vauriokohdasta vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

\*\*\*\* Krokidoliittiasbesti, asbestialtistumisvaara aina

Paljaan ruiskutetun krokidoliittiasbestieristeiden katsotaan aiheuttavan aina asbestialtistumisen. Vaarallisuus perustuu työtavasta ja tarvikkeesta aiheutuvaan suureen pölyävyyteen. Krokidoliittipölyä on jo työvaiheen aikana joutunut



kaikille tilan pinnoille. Lisäksi tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa siitä vapautuu erittäin helposti suuria määriä asbestipitoista pölyä. Vaurioitunut kohta tulee heti eristää siten, ettei siitä vapaudu lisää asbestia tilaan.

### 2.1.3 Asbestityön turvallisuus

Valtioneuvoston asetus asbestityöstä (798/2015) mukaan rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, johon voi sisältyä asbestipurkutyötä, on huolehdittava asbestikartoituksen tekemisestä. Asbestikartoitus on dokumentoitava ja se on luovutettava asbestipurkutyöhön ryhtyvän työnantajan tai itsenäisen työsuorittajan käyttöön. Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009 8§) mukaan tulee asbestikartoitus esittää rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten laadittavassa turvallisuusasiakirjassa.

Asbestipitoisten rakennusosien purkutyössä on noudatettava Valtioneuvoston asetus asbestityöstä (798/2015) esitettyjä periaatteita ja asbestipurkutyön työmenetelmiä. Lisäksi työsuojeluviranomainen on antanut ohjeita asbestityön turvallisuutta koskevan asetuksen soveltamiseksi.

## 2.2 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteet ovat polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä. Tyypillisimpiä PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja ovat mm. kivihiilipiki ja -terva, kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, moottoriöljyt, noki ja asfaltti. Rakenteissa esiintyy ennen yleisesti käytettyjä kivihiilitervaan perustuvia eristeitä, joissa on PAH-yhdisteitä sisältäviä bitumia tai kreosoottia. Lisäksi PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisten palamisreaktioiden yhteydessä ja niitä esiintyy monin paikoin ihmisen elinympäristössä, mm. savustetussa ruoassa.

PAH-yhdisteet ovat välillisesti syöpävaarallisia, ja ne luokitellaan karsinogeeneihin ja/tai mutageeneihin. PAH-yhdisteille altistuminen tapahtuu useimmiten hengitysilman kautta tai ihon läpi. Lisäksi ruoansulatuselimistö voi toimia altistumisreittinä PAH-yhdisteille esim. tupakoinnin yhteydessä.

Materiaalin PAH-yhdistepitoisuus tutkitaan asiantuntevassa laboratoriossa ammattilaisten toimesta. Menetelmä on kaasukromatografinen, jossa käytetään massaselektiivistä detektoria.

PAH-yhdisteille yleisesti käytetyissä mittausmenetelmissä analysoidaan US EPA:n priorisoimat 16 PAH-yhdistettä:

- Naftaleeni
- Asenaftyleeni
- Asenafteeni
- Fluoreeni
- Fenantreeni
- Antraseeni



- Fluoranteeni
- Pyreeni
- Bentso[a]antraseeni
- Kryseeni
- Bentso[b]fluoranteeni
- Bentso[k]fluoranteeni
- Bentso[a]pyreeni
- Indeno[1,2,3-cd]pyreeni
- Bentso[g,h,i]peryleeni
- Dibentso[a,h]antraseeni

Tulosten tulkinnessa käytetään pääsääntöisesti havaittujen PAH-yhdisteiden kokonaismäärää, mutta joissakin tapauksissa yksittäisen yhdisteen korkea arvo voi johtaa eritystoimenpiteisiin purkutöissä ja jätteen käsittelyssä. PAH-yhdisteiden kokonaismäärän ollessa yli 200 mg/kg, toimitetaan jäte yleensä ongelmajätelaitokselle (Ratu-ohjekortti 82-0381: Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku. Osastointimenetelmä. Menetelmät).

## 2.3 PCB-yhdisteet

PCB-yhdisteet ovat orgaanisia klooriyhdisteitä, jotka ovat mm. ympäristölle myrkyllisiä ja lisäksi ravintoketjuun rikastuvia. Tyypillisimpiä käyttökohteita kondensaattorien, muuntajien ja lämmönsiirtojärjestelmien lisäksi ovat mm. ruosteensuojamaalit, saumausaineet (saumausmassa), lakat, liimat ja palon- suojatuotteet.

PCB uutetaan liuottimeen tai liuotinseokseen ja analysoidaan kaasukromatografisesti käyttäen elektronin sieppaus (ECD) tai massaselektiivistä (MSD) ilmaisinta. Pitoisuus voidaan määrittää joko PCB-seoksen yhteispitoisuutena tai viidelletoista yksittäiselle PCB-yhdisteelle.

Valtioneuvoston asetuksessa jätteistä (179/2012) materiaali luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, jos se sisältää PCB:tä enemmän kuin 50 mg/kg (0,005 painoprosenttia). Pysyvän jätteen kaatopaikalle ei saa toimittaa Valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) mukaan materiaalia, jonka PCB-yhdisteiden 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 kokonaispitoisuus on enemmän kuin 1 mg/kg kuiva-ainetta.

## 2.4 Raskasmetallit

Raskasmetalleiksi kutsutaan tiettyjä metalleja, joiden on todettu olevan vaarallisia sekä ympäristölle että terveydelle.

Rakenteissa raskasmetalleista yleisin on lyijy ja sitä esiintyy tyypillisesti saumojen lisäksi mm. viemärien tiivisteissä ja muovituotteissa. Rakenteissa käytetyt maalit sisältävät usein lyijyn lisäksi myös muita raskasmetalleja, kuten sinkkiä, kobolttia, kuparia, nikkeliä ja elohopeaa.



Raskasmetallien käyttö jatkuu edelleen raskaisiin rasitusolosuhteisiin tarkoitetuissa maaleissa ja pinnoitteissa.

Näytteen raskasmetallianalyysi suoritetaan XRF-analysaattorilla, jolla saadaan selvitettyä raskasmetallien pitoisuudet kokonaispitoisuutena kuiva-ainetta kohti. Lyijyn osalta yli 1 500 mg/kg lyijyä sisältävä saumausmassajäte on suositeltavaa käsitellä ongelmajätteenä (Ratu 82-0382 ohjekortti: PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumausmassojen purku. Menetelmät). Muiden raskasmetalleja sisältävien rakennusmateriaalin osalta noudatetaan kaatopaikan pitäjän ohjeita.

### 3 Mikrobianalyysit materiaalinäytteestä

Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa ja mahdollisia kosteusvaurioita voidaan tutkia normaalien kosteusmittausten lisäksi mikrobianalyysin. Tiedetyt mikrobilajikkeet indikoivat rakenteen kosteusvaurioista, johtuen eri mikrobilajikkeiden vaatimista erilaisista kosteusolosuhteista sekä käytetyistä analysointimenetelmistä. Esimerkiksi aktinobakteerit (sädesienet eli aktinomykeetit) vaativat korkean vesiaktiivisuuden (RH > 90...95 %) rakenteessa pesäkkeen kehittymistä varten, mikä viittaa materiaalin kastumiseen ja vaurioitumiseen.

Huomioitavaa on, että mahdolliset mikrobivauriot rakenteissa saattavat vaikuttaa myös tilojen sisäilmaan heikentävästi, mikäli mikrobivaurion aiheuttamat emissiot pääsevät kulkeutumaan rakennuksen sisäilmaan.

Rakennuksen mikrobeja voidaan tutkia erilaisilla menetelmillä ja näytteenotto-tavoilla (materiaali-, sively- ja ilmanäyte).

#### 3.1 Materiaalinäytteen laimennossarjamenetelmä

Menetelmä on yksi Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksessa hyväksytyistä analyysitavoista. Analyysi kertoo mikrobien tarkkan määrän ja niiden lajiston.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on vähintään  $10^4$  pmy/g (pesäkettä muodostavaa yksikköä/g) tai aktinobakteerien pitoisuus on 3 000 pmy/g. Aktinobakteerien esiintymistä arvioidaan lisäksi niiden indikaattorimerkityksen avulla, kun niiden pitoisuudet ovat alle 3 000 pmy/g. Vaikka sienipitoisuus jää alle  $10^4$  pmy/g, voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteus- ja homevaurioon viittaavia kosteusvaurioindikaattoreita ja sienien kokonaispitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g, tai näytteen sienilajikkeisto on epätavallisen yksipuolinen (1 – 2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin > 5 000 pmy/g.





## 4 Kosteusmittaukset

### 4.1 Kosteuskartoitus

Kartoituksessa rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioidaan pintakosteusilmäsimella, jonka mittaus perustuu suurtaajuudella tapahtuvaan materiaalin dielektrisyysvakion mittaukseen. Laite mittaa materiaalin kosteuden 25...50 mm syvyydestä. Mittalaite antaa virheellisen tuloksen, mikäli mittaussyvyydellä on metallia (putket, sähkövastuskaapeloinnit, peltiverhoukset, jne.)

Pintakosteudenilmaisimella tehtyjen havaintojen tarkastelussa ja tulosten arvioinnissa tulee huomioida, ettei kyseisellä menetelmällä kyetä mittaamaan rakenteen kosteuspitoisuutta vaan ainoastaan arvioimaan materiaalien kosteuspitoisuutta. Saatujen arviointituloksien luotettavuutta on tarkasteltava huomioiden mm. rakennetyyppi, pintamateriaali, vedeneristyskerroksen sijainti ja tyyppi sekä rakenteiden kuivanaoloaika (aikaväli, jolloin ei ole suoritettu rakenteita kastelevaa käyttöä).

### 4.2 Rakennekosteusmittaus

Rakennekosteusmittaus suoritetaan soveltaen RT 103333 ohjekorttia (Betonin suhteellisen kosteuden mittaus).

Rakenteista tehtävistä kosteuden ja lämpötilan mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitettulla mittapäällä. Kiviainesrakenteiden rakennekosteusmittauksissa poratut mittausreiät puhdistetaan ja tulpataan porauksen jälkeen. Tulpatuissa mittausrei'issä kosteuden annetaan tasaantua vähintään kolme vuorokautta ennen mittausta.

On huomioitava, että mittaustulokset kyseisillä mittausmenetelmillä ovat hetkellisiä ja ne kuvastavat vain rakenteen mittausajankohtana ollutta kosteustilaa. Mikäli rakenteen kosteusteknistä toimintaa halutaan tarkastella tarkemmin, mittaukset tulee suorittaa pitempiaikaisina seurantamittauksina eri vuodenaikoina.

Rakennekosteusmittausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

### 4.3 Viiltokosteusmittaus

Viiltokosteusmittaus suoritetaan soveltaen RT 103333 ohjekorttia (Betonin suhteellisen kosteuden mittaus). Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle.

Viiltomittausten kohdistus tehdään pintakosteuskartoituksen tuloksia ja rakennetyyppitietoja hyödyntäen. Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle tehdään vähintään referenssimittaus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän



monta kosteusmittausta. Viiltomittauksia tehdään siinä laajuudessa, että saadaan riittävän kattavasti määriteltyä alueet, joilla kosteuspitoisuus on kohollaan.

Mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitetulla mittapäällä. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiiviiksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15...20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa. Viillosta voidaan mittauksen jälkeen tehdä havaintoja päällysteen tartunnasta alustaan, liiman koostumuksesta ja väristä sekä päällysteen alapuolisista hajuista.

## 5 Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset

Suoritettujen rakenneavausten sijainnit määritetään riskirakennekartoituksen ja rakenteiden kosteuskartoituksen yhteydessä tehtävien havaintojen mukaan. Rakenneavausten päätarkoituksena on määrittää rakennetyypit ja rakenneratkaisut sekä verrata rakenteiden alkuperäisten suunnitelmien mukaisuutta ja rakenteellista toimivuutta. Rakenneavausten yhteydessä tarkastellaan rakenteiden vaurioitumisasteita ja vaurioiden laajuutta.

Rakenteiden avauskohdista suoritetaan:

- rakenteiden ja rakennemittojen kirjaus sekä vertaus vanhoihin suunnitelmiin
- aistinvaraisesti havaittavien vaurioiden kirjaus
- avauskohdan valokuvaus
- analyysinäytteenotto ja kosteusmittaus, mikäli näin on määritetty

Rakenneavausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

## 6 Lämpökuvaus

Lämpötilalla on merkitystä asuinviihtyvyyden ja lämpötilaan liittyvien suorien terveyshaittojen lisäksi rakenteiden toimivuuteen ja sitä kautta välillisesti syntyviin terveyshaittoihin. Ensisijaisesti lämpötilojen tulee täyttää asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaiset toimenpiderajat. Asumisterveysasetuksen mukaisesti lämpötila ja huoneilman kosteus eivät lisäksi saa aiheuttaa mikrobikasvun riskiä rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla.

Lämpökuvaus on ainetta rikkomaton tutkimus- ja laadunvarmistusmenetelmä. Lämpökuvauksessa havainnoidaan kuvattavasta kohteesta säteilevää infrapuna- eli lämpösäteilyä, jota kaikki esineet ja rakenteet lähettävät. Kylmä rakenneosa lähettää vähemmän lämpösäteilyä kuin lämmin ja tämä ero havaitaan



lämpökameralla. Kuvauksella kyetään havainnoimaan mm. ilmavuotoja ja eristevikoja, jotka voivat aiheuttaa mikrobikasvun riskiä rakenteissa tai niiden pinnoilla. Joissakin tapauksissa kuvauksella kyetään havainnoimaan myös kosteusvaurioita.

Rakennusten lämpökuvaukset suoritetaan rakennusten lämpökuvauksen ohjekortin (RT 14-11239) mukaisesti. Kuvaus suoritetaan yleensä sisäpuolelta (alipaineinen puoli) jolloin kuvauksetäisyys pyritään pitämään 2 – 4 metrissä. Havaituista poikkeamista ja puutteista tallennetaan lämpökuvat ja otetaan niitä vastaavat normaalit digitaaliset valokuvat.

Rakenteiden pintalämpötiloja arvioidaan lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötiloja ei voida mitata  $-5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ :n ulkolämpötilassa ja  $+21\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ :n sisälämpötilassa. Lämpötilaindeksiä käytettäessä on rakennuksen alipaineisuus otettava huomioon, kun keskimääräinen alipaineisuus ylittää 5 Pa.

Lämpötilaindeksi  $i$  määritetään seuraavan kaavan avulla:  $i = \frac{sp - ui}{si - ui} \times 100$

jossa:

- $sp$  = sisäpinnan lämpötila (lämpökameralla todennettu)
- $si$  = sisäilman lämpötila
- $ui$  = ulkoilman lämpötila.

