

KIINTEISTÖ OY DOMUS ARCTOPOLIS

# RAUTATIENPUISTOKATU 7 KUNTOTUTKIMUS LISÄSELVITYKSET

9.3.2023



318335



---

## Sisällysluettelo

<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Kohde- ja lähtötiedot</b> .....	<b>4</b>
1.1. Yleistiedot .....	6
1.2. Kohteen yleiskuvaus .....	6
1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus .....	7
1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot .....	7
1.5. Käytössä olleet asiakirjat .....	8
<b>2. Alapohjarakenteet</b> .....	<b>11</b>
2.1. Havainnot .....	11
2.2. Rakennetarkastukset .....	13
2.3. Tiivistarkastelu .....	16
2.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	17
<b>3. Välipohjarakenteet</b> .....	<b>19</b>
3.1. Havainnot .....	19
3.2. Rakennetarkastukset .....	20
3.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	21
<b>4. Ulkoseinärakenteet</b> .....	<b>22</b>
4.1. Havainnot .....	22
4.2. Kosteusmittaukset .....	23
4.3. Rakennetarkastukset .....	24
4.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit .....	28
4.5. Tiivistarkastelu .....	29
4.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	29
<b>5. Väliseinärakenteet</b> .....	<b>31</b>
5.1. Havainnot .....	31
5.2. Rakennetarkastukset .....	32
5.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	32
<b>6. Yläpohja- ja vesikattorakenteet</b> .....	<b>33</b>
6.1. Havainnot .....	33

9.3.2023

---

6.2. Rakennetarkastukset .....	35
6.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	35
<b>7. Talotekniikka .....</b>	<b>37</b>
7.1. Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista .....	39
<b>8. Olosuhdearviointi .....</b>	<b>40</b>
8.1. Arviointiperusteet.....	40
8.2. Arviointi.....	41
<b>9. Toimenpide-ehdotukset .....</b>	<b>43</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>44</b>

9.3.2023

## Tiivistelmä

Kohdekiinteistö on valmistunut vuonna 1952 ja alkuaikoina se on ollut autokorjaamo- ja valimokäytössä. Kiinteistön tilat ovat pohjoisosalla osittain kolmessa kerroksessa ja eteläosalla kahdessa kerroksessa, pääosin tilat ovat korkeaa hallitilaa. Rakennuksen pohjoisosalla on kellaritiloja ja putkitunnelit kulkevat rakennuksen länsi- ja itäjulkisivujen suuntaisesti ulkoseinien vierustoilla lattiarakenteissa. Ulkoseinät ovat sokkelin osalta betoni-sementtilastuvilla-tiili -rakenteisia ja sokkelirakenteen yläpuolelta tiili -rakenteisia. Alapohjarakenteet ovat maanvaraisia betonilaattoja. Vesikattorakenteet ovat puuta ja vesikatteena on rivipeltikate. Tutkimuksen tarkoituksena oli hankesuunnittelua varten täydentää vuonna 2019 tehtyä kosteus- ja sisäilmateknistä kuntotutkimusta sekä tehdä asbestikartoitus ja haitta-ainetutkimus.

Rakennusten ulkopuolelta suoritettujen tarkastuksien perusteella ulkoseinien ja alapohjarakenteiden osalle kohdistuu ulkopuolista kosteusrasitusta, joiden vähentämiseksi tulee rakennuksien ympärille asentaa salaojajärjestelmä, uudet routaeristeet ja perusmuurin kosteuseristykset sekä rakennusta ympäröivät maanpinnat tulee muotoilla pois päin viettäväksi. Vanhat ikkunat ja ikkunapellitykset tulee uusiksi. Pellitysten ja rakenteiden liitoskohdat tulee korjata siten, ettei ulkopuolinen kosteus pääse seinärakenteisiin. Korjaustyöt tulee toteuttaa Ympäristöministeriön asetuksen, 782/2017 rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, mukaisesti.

Rakennuksen ulkoseinärakenteiden alaosissa on sementtilastuvillaeriste ja pilareiden eristeenä on käytetty korkkia, ikkunoiden eristeenä on rivettä. Materiaaleihin on syntynyt mikrobivaurioita ulkopuolisen kosteusrasituksen takia. Seinärakenteissa havaittiin epätiivelys-kohtia, joiden kautta rakenteiden epäpuhtauksia on mahdollista kulkeutua sisätiloihin. Ylempänä ulkoseinärakenteet ovat täystiilirakenteisia. Julkisivujen tiilimuurauksessa ja saumauksissa on rapautumista erityisesti rakennuksen eteläosalla. Julkisivun vaurioituneet tiilet tulee uusiksi ja kaikki tiilisaumat korjataan. Seinärakenteista sekä seinäpinoilta tulee poistaa sementtilastuvillaeristeet. Pilarien lämmöneristeenä oleva korkki joko poistetaan tai rakenne kapseloidaan. Koko rakennuksen ulkoseinärakenteisiin tulee asentaa lämmöneriste. Ulkoseinärakenteiden korjausten yhteydessä poistetaan vanhat riveeristeet myös uusittujen ikkunoiden kohdilta. Korjaukset tehdään erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

Alapohjarakenteiden kosteuseristeenä on käytetty laatan alapuolista muovia tai betonilaattojen välissä olevaa bitumisivelyä. Rakenteissa ei ole lämmöneristettä, täyttömaana on käytetty hienoa hiekkaa. Alapohjarakenteiden kosteusteknisestä toimivuuden kannalta kosteuseristeenä olevat muovi ja bitumisively eivät enää toimi suunnitellusti. Tällöin tiiviin lattiapinnoitteen asentaminen aiheuttaisi kosteuden kerääntymistä lattiapinnoitteen alapuolelle aiheuttaen lattiamateriaalille vaurioriskin. Alapohjarakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti tilojen käyttötarkoitus huomioiden.

Tilojen välipohjarakenteet ovat betonirakenteisia ylälaattapalkistoja. Välipohjan sisäkattoihin on pintamateriaalina käytetty mineraalivilla- sekä sementtilastuvillalevytyksiä. Mineraalivillaisten levytysten sivupinnat ovat avonaisia, jolloin niistä pääsee kulkeutumaan mineraalivillakuituja sisäilmaan. Välipohjien viemäriämpivientien kohdilla oli havaittavissa valamajälkiä, jotka viittaavat viemäri-liitosten vuotoihin. Välipohjissa olevat läpivientikohdat eivät ole tiiviitä. Alkuperäiset kosteat tilat ovat teknisen käyttöikänsä päässä. Niiden kosteuseristeenä on käytetty bitumisivelyä, joka sisältää asbestia. Välipohjien sisäkattojen

9.3.2023

---

villa- ja sementtilastuvillalevytykset tulee korvata pinnoitetuilla levytyksillä. Välipohjien läpivientien tiivistykset tulee uusida viemäreiden peruskorjauksen yhteydessä. Kaikki alkuperäiset kosteat tilat tulee peruskorjata.

Rakennuksen vesikate on tyydyttävässä kunnossa, räystääsalueilta sekä pohjois- ja eteläosan liittymäkohdilla on tapahtunut vesivuotoja, jotka ovat vaurioittaneet reuna-alueiden eristeitä ja vesiä on päässyt johtumaan sisätiloihin asti. Lisäksi vesikaton puurakenteissa on kosteuden aiheuttamia vaurioita. Yläpohjarakenne on pääosin betoninen alalaattapalkisto, jossa on käytetty eristeenä hiekan ja hiilen sekoitusta sekä lasi- ja mineraalivillaa. Rakenteesta on ilmayhteyksiä sisäilmaan rakenteen reuna-alueilta, jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan. Rakennuksen vesikatko ja yläpohjarakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

Rakennuksen tiloja palvelee tällä hetkellä neljä (4) erillistä lämmöntalteenotolla varustettua tulo- ja poistoilmanvaihtokoneita. Käytössä olevat ilmanvaihtokoneet ovat asennetut vuosien 1997 ja 2004 välillä. 1990-luvulla asennettujen koneiden tekninen käyttöikä lähennee loppuaan vuosikymmenen loppupuolella. Rakennuksen viemäriputket ovat suurimmaksi osaksi alkuperäisiä valurautaisia putkia myös pohjaviemäreiden osalta. Alkuperäisissä viemäriputkissa havaittiin vuotokohtia ja putkistoa on uusittu paikoitellen näkyviltä osin. Kiinteistön lämpöjohtoverkosto on alkuperäinen ja materiaaaliltaan rautaa hitsaus- ja kierrelitoksien. Putkiston tekninen käyttöikä on huollettuna, ilmattuna ja kuivaan tilaan eristettynä, sekä asennettuna käytännössä kiinteistön käyttöajan pituinen. Kiinteistön laajan peruskorjaustarpeen huomioon ottaen on suositeltavaa purkaa nykyiset putket kanaalista, sekä suorittaa kanaalille rakennustekniset korjaustyöt. Kanaaleja voidaan käyttää jatkossa esimerkiksi uusittujen lämmitysputkien tai pohjaviemärin kulkureittinä. Ulkoseinien korjaustyön takia alkuperäiset lämmityspatterit joudutaan kuitenkin ottamaan pois paikoiltaan, jolloin niiden järjestelmällinen uusiminen on kannattavaa.

9.3.2023

## 1. Kohde- ja lähtötiedot

### 1.1. Yleistiedot

Tilaaaja:	Kiinteistö Oy Domus Arctopolis
Osoite:	Annankatu 8, 28100 Pori
Yhteyshenkilö:	Jenni Jakovaara
Puhelinnumero:	044 701 1311
Sähköposti:	jenni.jakovaara@pori.fi
Tutkija:	WSP Finland Oy
Osoite:	Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Yhteyshenkilö:	Jaana Sojakka
Puhelinnumero:	040 352 6604
Sähköposti:	jaana.sojakka@wsp.com
Kohde:	Rautatiepuistokatu 7, Valimo-rakennus
Osoite:	Rautatiepuistokatu 7, 28130 Pori
Tutkimuspäivät:	01.-02.02.2023
Rakennusvuosi:	1952
Rakennusten määrä:	1
Kerroksia:	2-3 sekä osittainen kellari
Huoneistoala:	~1 300 m <sup>2</sup>
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö, vesikiertoiset radiaattorit

### 1.2. Kohteen yleiskuvaus

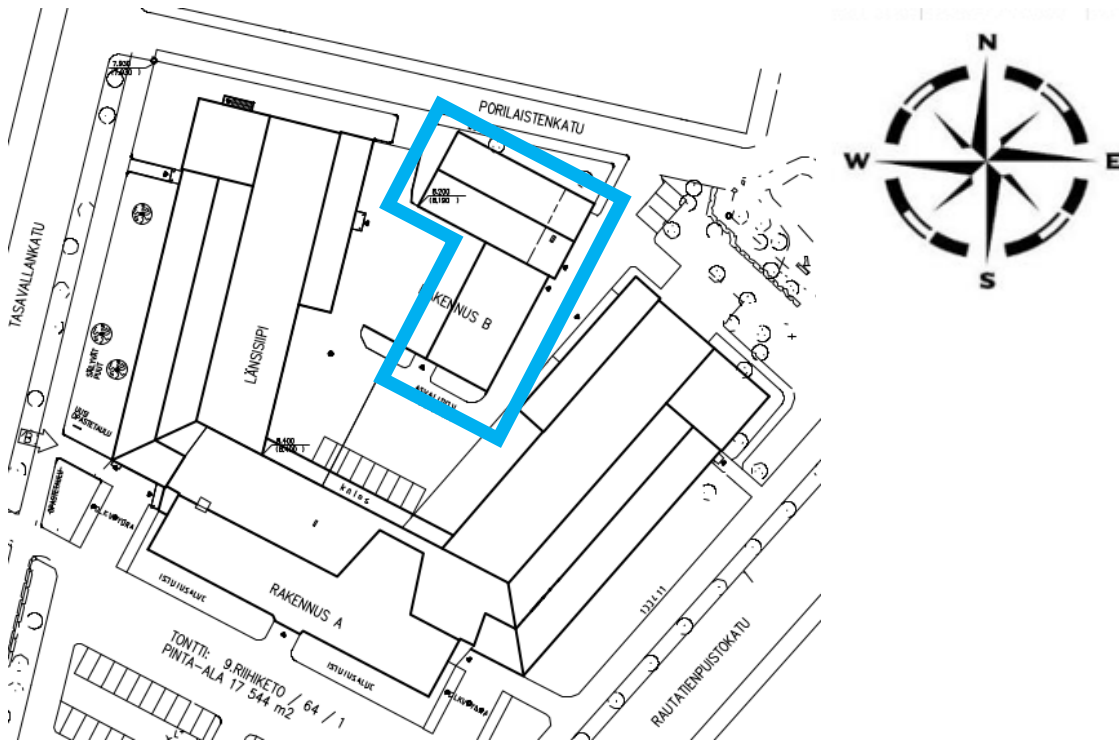
Kohdekiinteistö on valmistunut vuonna 1952, jolloin se on ollut valimo ja autokorjaamo-käytössä. Nykyisin kiinteistön hallitilat ovat harraste-, toimisto- ja sosiaalitiloina. Itäisellä julkisivulla sijaitsevat toimistotilat on remontoitu lattiarakenteen sekä wc-tilojen osalta 2010-luvulla. Rakennuksen luoteisosassa on entinen hiilikellari ja putkitunnelit kulkevat rakennuksen länsi- ja itäjulkisivujen suuntaisesti ulkoseinien vierustoilla lattiarakenteissa.

Rakennuksen kantava rakenne on paikalla valettu pilari-palkki-laatta -runko. Ulkoseinät ovat tiili- kevytbetoni -tiili -rakenteisia. Alapohjana on eristämätön maanvarainen betoni-laatta ja välipohjat ovat betonirakenteisia ylälaattapalkistoja ja yläpohjana betoninen alalaattapalkisto. Yläpohjan palkistojen välissä on käytetty eristeenä lasivillaa ja koksia sekä hiekan ja kaksin sekoitusta. Vesikattorakenteet ovat puuta ja vesikatteena on rivipeltikate ilman aluskatetta.

Seuraavassa paikannuskuvassa (kuva 1.) on esitetty toimeksiantoon kuuluva rakennus.



9.3.2023



Kuva 1: Tutkittu rakennus kehystetty sinisellä.

### 1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Rakennusta koskien on käynnistetty hankesuunnitteluvaihe, jota varten kiinteistön omistaja Kiinteistö Oy Domus Arctopoliksen Jenni Jakovaara tilasi kohteeseen lisätutkimuksia. Tarkoituksena oli täydentää vuonna 2019 tehtyä kosteus- ja sisäilmateknistä kuntotutkimusta sekä tehdä asbestikartoitus ja haitta-ainetutkimus. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakenteiden tämänhetkistä kuntoa, kosteusteknistä toimivuutta, sisäilman laatuun vaikuttavia riskitekijöitä ja korjaustarpeita. Rakennuksen tutkimukset tehtiin tilaajan kanssa yhdessä laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti huomioiden kohteella havaitut tekijät.

### 1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot

Tutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden kiinteistön sisä- ja ulkopuolelta. Rakenteisiin tehtiin rakenneavauksia sisä- ja ulkopuolelta rakennetyyppien tarkentamiseksi. Rakenneavaukskohdilta kerättiin tarvittaessa materiaaleja mikrobi- ja haitta-ainetutkimuksia varten. Rakenteiden liitoskohtien tiiveyttä tarkastettiin aistinvaraisesti. Lisäksi selvitettiin talotekniikkakanaalien ja siellä kulkevien järjestelmien soveltuvuutta jatkokäyttöön.

Asbestikartoitus ja haitta-ainetutkimuksen tulokset on raportoitu erillisessä raportissa.

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin helmikuun alussa 2023. Kenttätutkimukset tekivät tutkimusinsinööri (DI, KVK) Olavi Penttilä ja rakennusterveysasiantuntija ins. (AMK) Jaana Sojakka WSP Finland Oy:stä.

9.3.2023

Mikrobinäytteiden analysointi on tehty Labroc Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu [testauslaboratorio T314](#), jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemia ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös [Ruokaviraston hyväksyntä](#) mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveystutkimuksille. Materiaalinäytteiden analyysivastaukset ovat raportin liitteinä.

Käytetyt tutkimusmenetelmät, epävarmuustarkastelu, tulosten tulkinnat ja mittalaitteet on kuvattu raportin liitteessä.

## 1.5. Käytössä olleet asiakirjat

Saatavilla olleista tutkimusraporteista ja suunnitteluasiakirjoista selvitettiin rakennustekniikan osalta käytetty rakennustapa sekä rakenneratkaisut, jotka tarkastettiin tutkimuksen yhteydessä rakenteisiin tehdyillä rakenneavauksilla. Tutkimuksissa oli lähtötietoina käytössä seuraavat suunnitelmat ja asiakirjat:

- 1950** Pohja- ja leikkauspiirustuksia, Lappi-Seppälä ja Martas  
**1951** Leikkauksia ja perustuksia kanavista, Rakennussuunnittelu toimisto  
**2004** LVI-piirustus: Ulkopuoliset vesi- ja viemärlaitteet, LVI-insinöörit Oy  
**2008** Palmgren-konservatorio leikkauskuvat C-C, D-D  
**2020** Asemapiirustus, Arkkitehti Pentti Klementti
- 2001** *Kohdistettu asbestikartoitus, Porin asbesti-, siivous- ja rakennuspalvelu Oy*
- Kerätty yksi (1) asbestinäyte keraamisten seinälaattojen laattaliimasta- ja saumalaastista. Sisältää asbestia.
  - Tunnistamiseen perustuen todettu asbestia putkieristeissä, Fin-Flex-laatassa, piki-liimassa ja lujalevyissä.
- 2019** *Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, WSP Finland Oy*
- Kohteeseen tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää rakenteiden sekä ilmanvaihtojärjestelmien toteutustapaa, kuntoa ja korjaustarvetta.
  - Rakennusten sokkelirakenteiden pinnoilla oli havaittavissa ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttamia jälkiä, joka viittaa rakennuskuivatusjärjestelmien toiminnan puutteisiin. Maanpintojen muotoilu on lähes tasainen ja salaojajärjestelmän olemassaolosta tai kunnosta ei saatu tarkempaa tietoa. Ulkoseinien ja alapohjarakenteiden osalle kohdistuu ulkopuolista kosteusrasitusta, joiden vähentämiseksi tulee rakennuksien ympärille asentaa salaojajärjestelmä, uudet routaeristeet ja perusmuurin kosteuseristyksen sekä rakennusta ympäröivät maanpinnat tulee muotoilla pois päin viettäväksi.
  - Sokkelipinnoilla havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä lähinnä nurkka-alueilla, jonne on johdettu vesikaton sadevesiä syyskourujen kautta. Julkisivut ovat tiilipintaisia, joissa havaittiin runsaasti kosteuden aiheuttamaa rapautumista pinnoilla sekä saumoissa.
  - Rakennuksen ikkunat ovat uusittuja puu- ja alumiinikarmirakenteisia MSE-ikkunoita tai vanhempia puuikkunoita. Vanhemmat ikkunat ovat huonokuntoisia, pellitykset ovat epätiivittä ja kallistukset puutteellisia. Vanhat ikkunat tulee uusida sekä ikkunapellitysten ja rakenteiden liitoskohdat tulee korjata siten, ettei ulkopuolinen kosteus pääse seinärakenteisiin.



9.3.2023

- Ulkoseinärakenteiden alaosissa havaittiin sementtilastuvillaeristettä sekä pilareiden kohdalla korkkieristettä, joihin on aikojen saatossa todennäköisesti syntynyt mikrobivaurioita ulkopuolisen kosteuseristuksen takia. Seinärakenteissa havaittiin epätiivelyskohtia, joiden kautta rakenteiden epäpuhtauksia on mahdollista kulkeutua sisätiloihin. Ensimmäisen kerroksen ikkunoiden alapuoliset seinärakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.
- Alapohjarakenteiden kosteuseristeenä on käytetty laatan alapuolista muovia tai betonilaattojen välissä olevaa bitumisivelyä. Rakenteissa ei ole lämmöneristettä. Alapohjarakenteiden kosteusteknisen toimivuuden kannalta kosteuseristeenä toimivat muovi ja bitumisively eivät enää toimi suunnitellusti. Alapohjarakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti tilojen käyttötarkoituksen huomioon ottaen.
- Alapohjan tiiveyttä tarkasteltiin merkkisavujen sekä aistinvaraisten tarkastuksien avulla. Tehtyjen havaintojen perusteella putkikanaalissa ja kellaritiloissa on epäpuhtauksia. Putkitunneleista ja kellaritilasta sekä lattian paikkausvalujen liitoskohdilta havaittiin epätiivelyskohtia, joiden kautta tapahtui ilmapirtausta rakenteista/maaperästä sisätiloihin päin mahdollistaen epäpuhtauksien siirtymisen sisäilmaan. Putkikanaalit tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaan alapohjarakenteiden korjausten yhteydessä. Ensisijaisena toimenpiteenä suositellaan kanaalien purkamista/täyttämistä. Korjausten yhteydessä tulee huomioida myös kellaritilojen osastointi/täyttäminen.
- Rakennuksen vesikate on tyydyttävässä kunnossa, räystääsalueilta sekä pohjois- ja eteläosan liittymäkohdilla on tapahtunut vesivuotoja, jotka ovat vaurioittaneet reuna-alueiden eristeitä ja vesiä on päässyt johtumaan sisätiloihin asti. Lisäksi vesikatton puurakenteissa on kosteuden aiheuttamia vaurioita. Yläpohjarakenne on pääosin betoninen alalaattapalkisto, jossa on käytetty eristeenä hiekan ja hiilen sekoitusta. Rakenteesta on ilmayhteyksiä sisäilmaan rakenteen reuna-alueilta, jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan. Rakennuksen vesikatto ja yläpohjarakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.
- Rakennuksen tiloja palvelee neljä (4) erillistä lämmöntalteenotolla varustettua tulo- ja poistoilmanvaihtokoneita. Käytössä olevat ilmanvaihtokoneet ovat asennetut vuosien 1997 ja 2004 välillä. Jokaisen koneen palvelualueen kanavistoissa havaittiin merkittäviä määriä pölykertymää. Lisäksi pölykertymää ja muuta likaa havaittiin jokaisen koneen kehikon sisältä. Yleisen ylläpidon kannalta käytössä olevat ilmanvaihtojärjestelmät tulee puhdistaa, sekä palvelualueiden ilmamäärät mitata ja säätää vastaamaan suunnitteluarvoja

**2021** *Ilmanvaihtokanavien ja -koneen nuohous ja huoltotyöt, Ilmastointi Salminen Oy (18.05.2021)*

- ILTO 1000 koneen palvelualueen (itäinen toimisto- ja taukotila) ilmanvaihtokanavien puhdistus- ja säätötyöt.

**2021** *Tehokuivaus Polygon katselmus (11.06.2021)*

- Toimistokäytössä olevan rakennuksen osan kuntoon ja sisäilman laatuun vaikuttavien häiritsevien tekijöiden kartoitus.
- Pinta- ja viiltokosteusmittauksissa ei havaittu poikkeavia tuloksia.
- Muovimattopinnoilla ei havaittu vaurioita.
- Ulkoseinärakenteeseen tehdyssä merkkiainemittauksessa havaittu ilmavuotoja ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liittymistä, tiiliseinän ja pilarin liittymistä sekä alapohjan ja ulkoseinärakenteen liittymistä.

9.3.2023

---

- Paine-eroja mitattu viikon mittainen seurantajakso, jonka aikana ei ole havaittu voimakasta alipaineisuutta.
- Alapohjarakenteessa kulkevan putkikanaalin tarkastusluukku avattu ja sen kautta tullut pistävää PAH- ja mikrobiperäistä hajua.
- Kanaalin ja sisäilman välistä paine-eroa seurattu ja havaittu painesuhteiden vaihtelua -0,5... 0,4 välillä. Luukun kautta on mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Toimenpiteenä esitetty luukun tiivistämistä.

**2023 Tehokuivaus Oy asbestipyyhintänäytteenotto (01.03.2023)**

- Pyyhintäpölynäytteet aula 128 (ruohonleikkuritila) ja tila 110 (pyörätila). Pölynäytteistä analysoitiin asbesti Labroc Oy toimesta. Näytteet eivät sisältäneet asbestia.

9.3.2023

## 2. Alapohjarakenteet

### 2.1. Havainnot

Rakennuksen alapohjarakenteiden lattioiden pintamateriaalina on maalaamaton betoni. Etelänpuoleisen rakennuksen osalla (entinen autokorjaamo) pintalaatta muodostuu betonineliöistä, joiden väleissä on käytetty vanerista valukaistaa. Betonipintaiset lattiat on osin peitetty irrallisella kokolattiamatolla. Taukutiloissa 132 on käytetty muovimattoa. Ensimmäisen kerroksen itäpuolella sijaitsevat tauko- ja toimistotilat on remontoitu ja tiloihin on rakennettu uudet wc- ja sosiaalitulat. Lattioiden pintamateriaalina on muovimatto. Alkuperäisessä kunnossa olevissa kosteissa tiloissa on lattialaatoitus ja rakenteessa on kosteus-eristeenä bitumikerros, joka sisältää asbestia.



Kuva 2: Musiikkitila 101.



Kuva 3: Entinen autokorjaamotila.

Rakennuksen pohjoisosan itä- ja länsipuolelle sijoittuvat kellaritilat. Itäpuolella on sähkö- ja muuntajatila, länsipuolelle entinen hiilivarasto, jonne on kulku musiikkitilan 101 kautta. Hiilivarastona olleessa kellaritilassa on vanhoja kalusteita, roskaa ja muuta epäpuhtautta. Vanhojen hiililuukkujen peittona on rakennuksen ulkopuolella rautakannet, jotka ovat epätiivit eikä lämmöneristettä ole. Kellaritilat ovat kylmää tilaa, joka taas viilentää yläpuolella olevia luokkatiloja. Kulku portaikkoon on peitetty vanerikannella, joka on epätiivis. Sähkö- ja muuntajatilan lattia on osin puuta, jonka alla olevassa kaukalossa on vanhoja sekä uusia sähköjohtoja. Vanhojen sähköjohtojen eristeet saattavat sisältävät PAH-yhdisteitä. Muuntajatilaan ei ollut pääsyä.

9.3.2023



Kuva 4: Entiseen hiilikellariin on säilötty käytöstä poistettuja kalusteita.



Kuva 5: Länsipuolen kellaritilan entinen hiilivarasto.



Kuva 6: Itäpuolella olevan sähkötilan alapohjaa.



Kuva 7: Itäpuolella olevan sähkötilan alapohjaa.

Rakennuksen länsi- ja itäsivujen lattiarakenteissa on alkuperäisiä putkikanaaleja, joissa kulkee käytössä olevia ja käytöstä poistettua talotekniikkaa. Putkikanaaleihin on pääsy rakennuksen lännen puoleisten betonisten luukkujen kautta sekä taukotilassa olevan luukun kautta. Betonisista luukuista kaksi on tiivistetty massalla, aulassa 128 oleva betoniluukku on tiivistämättä. Kanaaleissa oli aistittavissa voimakas mikrobiperäinen haju, erityisesti idän puoleisessa putkikanaalissa, jossa havaittiin runsaasti rakennusjätettä sekä betonilaatan alapinnassa valupaperi. Tunneleissa kulkevista putkista suurin osa on eristetty vanhoilla putkieristellä, jotka sisältävät asbestia. Kanaaleihin sijoittuvaa talotekniikkaa on käsitelty tarkemmin kappaleessa 7.

Entisen autokorjaamo-osan lattiarakenteissa on vanhoja poistoilmakanavistoja sekä nostoapuna käytettyjä nostimia. Tilassa 107 sijaitsee pesu- ja rasvasyvennys, jonka betonirakenteissa oli havaittavissa öljyjäämiä.



9.3.2023



Kuva 8: Länsipuolen putkikanaalia.



Kuva 9: Itäpuolen putkikanaalia.



Kuva 10: Lattiarakenteessa oleva nostin.



Kuva 11: Tilan 107 pesu- ja öljysyvennys.

## 2.2. Rakennetarkastukset

Ensimmäisen kerroksen alapohja- ja välipohjarakenteiden (kellari) sijainnit on esitetty kuvassa 12. Rakennetarkastuksia on tehty aiemmassa kuntotutkimuksessa. Tutkimusta täydennettiin lisätutkimuksessa AP3 osalta.

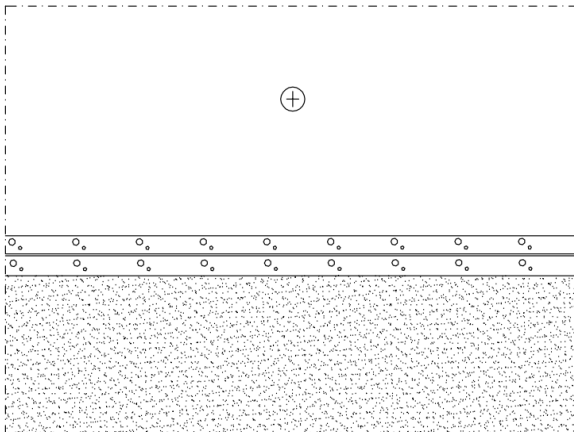




9.3.2023

Rakennusten alapohjarakenteet ovat rakennuksen pohjoispuolella konserttisalissa toteutettu rakennetyypin (AP1) mukaisesti. Maanvastaisen betonilaatan alapuolella on käytetty muovikalvoa maaperästä nousevan kosteuden katkaisemiseksi. Muovikalvo on haurastunut ja huonokuntoinen. Betonilaatan alapuolista lämmöneristettä ei ole asennettu, vaan muovikalvon alapuolella on täyttöhiekka, joka oli hienojakoista ja aistinvaraisesti tarkasteltuna kostea.

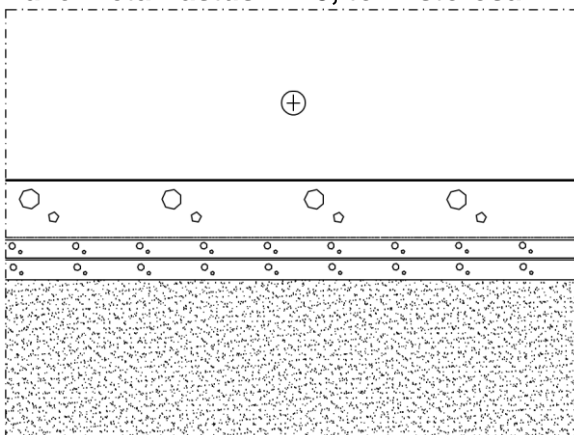
#### Rakennetarkastus: AP2, autokorjaamo



1. Betoni noin 40... 80 mm
2. Bitumisively
3. Betoni 40 mm
4. Hiekka

Rakennuksen alapohjarakenteet on eteläpuolella toteutettu rakennetyypin (AP2) mukaisesti. Pinta- ja pohjabetonilaatan väliin on asennettu bitumisively, joka on toiminut kosteuseristeenä rakenteessa. Bitumisivelyn kunto on havaintojen mukaan heikko. Rakennauskohdilta tehtyjen havaintojen perusteella rakenteen alapuolinen täyttöhiekka oli hienojakoista ja aistinvaraisesti tarkasteltuna kostea.

#### Rakennetarkastus: AP3, toimisto-osa



9.3.2023

1. Muovimatto
2. Betoni 150 mm
3. Muovi
4. Betoni noin 40... 80 mm
5. Bitumisively
6. Betoni 40 mm
7. Hiekka

Alapohjan rakennetarkastus tehtiin remontoitun osan varastotilaan 124. Alapohjarakenne on vastaava kuin AP2, mutta alkuperäisen betonilattian päälle on asennettu muovi ja valuttu uusi betonikerros. Täyttömaana on hieno hiekka, jonka todettiin olevan märkää.

Lähtötietojen perusteella varastotilassa on ollut autokorjaamon öljyvarasto ja tehdyn rakennearvauksen kautta oli havaittavissa öljyperäistä hajua.

### 2.3. Tiiviystarkastelu

Alapohjan liitoskohtien tiiveyttä seinärakenteisiin, pilareihin ja läpivientien kohdilta tarkastettiin aistinvaraisten tarkastuksien avulla.

Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu epätiiveyttä alapohjassa kulkevista putkikanaaleista, länsipuolen kellaritilasta sekä alkuperäisen lattialaatan ja myöhemmin siihen tehtyjen paikkausvalujen liitoskohtien kautta. Lisäksi alapohjarakenteiden ja ulkoseinien liittymissä havaittiin rakoa, joista maaperän ja kanaalien epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Alapohjarakenteissa on talotekniikan tarkastuskaivoja, joiden kannet ovat epätiiviä.



Kuva 13: Tarkastuskaivo aula 128.



Kuva 14: Kaivossa on valurautainen viemäriputki ja siihen johdettu tippavesiputki entisen autokorjaamon lattiarakenteesta.



9.3.2023



Kuva 15: Ulkoseinärakenteen ja alapohjan liitoskohta on epätiivis.



Kuva 16: Länsipuolen putkikanaalin betoniluukku ja putkiläpiviennit ovat epätiivitä.



Kuva 17: Itäpuolen putkikanaalin tarkastusluukku.



Kuva 18: Ulkoseinärakenteen ja alapohjan liitoskohta on epätiivis.

## 2.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen alapohjarakenteet on toteutettu maanvastaisina betonirakenteina, jossa kosteuseristeenä on käytetty laatan alapuolista muovia tai betonilaattojen välissä olevaa bitumisivelyä. Rakenteissa ei ole lämmöneristettä. Lattiat ovat pääsääntöisesti betonipinnalla, joka mahdollistaa maaperästä nousevan kosteuden haihtumisen ympäröivään sisäilmaan. Rakenneavauskohdilta tehtyjen havaintojen perusteella rakenteen alapuolinen täyttöhiekka oli hienojakoista ja aistinvaraisesti tarkasteltuna kosteaa.

Itäpuolella olevan peruskorjatun toimisto- ja taukotilaosan lattiapinnat on uusittu asentamalla vanhan lattiarakenteen päälle uusi betonivalu. Uuden ja vanhan betonilaatan väliin on asennettu muovi ja pintamateriaalina on käytetty muovimattoa sekä kuivissa että kosteissa tiloissa. Rakennetarkastus tehtiin varastotilaan, jossa on autokorjaamon aikana sijainnut öljyvarasto. Avauksen kautta oli havaittavissa öljyperäistä hajua.

9.3.2023

---

Rakennuksen pohjoisosalla kellaritilat. Hiilivarastona olleessa kellaritulassa on vanhoja kalusteita, roskaa ja muuta epäpuhtautta. Portaikko on peitetty vanerikannella, joka on epätiivis. Sähkö- ja muuntajatilän puulattian alla olevassa kaukalossa on vanhoja sekä uusia sähköjohtoja. Vanhoista sähköjohdoista on päässyt pikeä alapohjan betonipinnoille. Kaukalotilassa havaittiin jonkin verran rakennusjätettä, lähinnä puulastua.

Rakennuksen länsi- ja itäsivujen lattiarakenteissa on alkuperäisiä putkikanaaleja, joissa kulkee käytössä olevia ja käytöstä poistettua talotekniikkaa. Kanaaleissa oli aistittavissa voimakas mikrobiperäinen haju, erityisesti idän puoleisessa putkikanaalissa, jossa havaittiin runsaasti rakennusjätettä sekä betonilaatan alapinnassa valupaperi. Tunneleissa kulkevista putkista suurin osa on eristetty vanhoilla putkieristellä, jotka sisältävät asbestia.

Epätiiveyttä havaittiin alapohjassa kulkevista putkikanaaleista, länsipuolen kellaritulasta sekä alkuperäisen lattialaatan ja myöhemmin siihen tehtyjen paikkausvalujen liitoskohtien kautta. Lisäksi alapohjarakenteiden ja ulkoseinien liittymissä havaittiin rakoa. Alapohjarakenteissa on talotekniikan tarkastuskaivoja, joiden kannet ovat epätiivitä. Epätiiveytskohtien kautta maaperän ja kanaalien epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan.

Alapohjarakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Ensimmäisen kerroksen alapohjarakenteet tulee uusida, jolloin alapohjarakenteissa oleva talotekniikka saadaan poistettua ja rakenne uudistettua vastaamaan nykymääräyksiä lämmöneristyksen, tiiveyden ja kosteusteknisen toiminnan kannalta. Putkikanaaleita voidaan käyttää talotekniikan kanaaleina jatkossakin, mutta kaikki käytöstä poistetut putket ja epäpuhtaudet tulee poistaa. Alapohjarakenteiden korjausten yhteydessä kanaalien betonipinnat puhdistetaan mekaanisesti ja kanaalit tiivistyskorjataan. Vaihtoehtoisesti kanaalit puretaan alapohjarakenteiden purkamisen yhteydessä ja talotekniikka asennetaan pintavetoina rakennukseen. Kellareiden osalta vanha hiilikellari suositellaan täytettäväksi. Itäpuolen kellarissa oleva sähkötila tulee puhdistaa epäpuhtauksista.

9.3.2023

### 3. Välipohjarakenteet

#### 3.1. Havainnot

Välipohjarakenteita on rakennuksen molemmissa päädyissä. Välipohjien pinnoitteet kuivissa tiloissa ovat betonia, mosaiikkibetonia, vinyylilaattaa tai muovimattoa. Vinyylilaatat sisältävät asbestia ja muovimattopinnoitteiden alla havaittiin vanhaa mustaa liimaa, joka sisältää asbestia. WC-tilat ovat laatoitettu ja ne ovat heikossa kunnossa.

Välipohjien alapintoihin on suurimmassa osassa tiloja asennettu mineraalivillaisia akustiikkalevyjä sekä sementtilastuvillalevyjä. Akustiikkalevytykset on pääosin pinnoitettu alapinnoista, mutta levytysten sivut ovat avonaisia ja pinnoilla on rikkoontumista. Välipohjien läpiviennin tiivistyksissä havaittiin epätiiveyttä ja sisäkattopinnoilla havaittiin kosteusvaurioihin viittaavia jälkiä johtuen todennäköisesti viemärivuodoista.



Kuva 19: Sisäkaton akustiikkalevytystä.



Kuva 20: Sisäkaton sementtilastuvillalevytystä, lattia mosaiikkibetonia.



Kuva 21: Todennäköinen viemärivuoto läpiviennin kohdalla.



Kuva 22: Muovimattopinnoitteen alla mustaa liimaa.

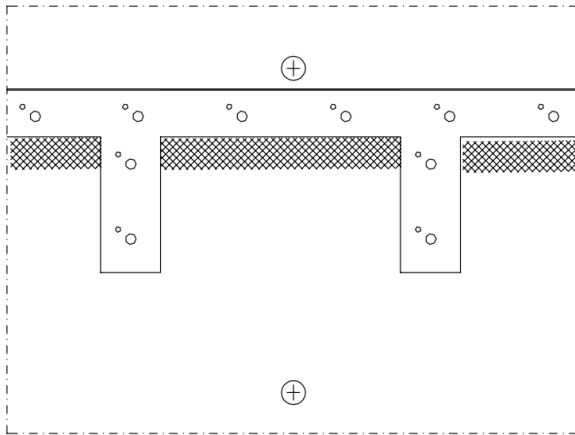


9.3.2023

### 3.2. Rakennetarkastukset

Välipohjien rakennetta on tarkasteltu aiemmassa kuntotutkimuksessa. Tutkimusta täydennettiin lisätutkimuksessa VP2 osalta.

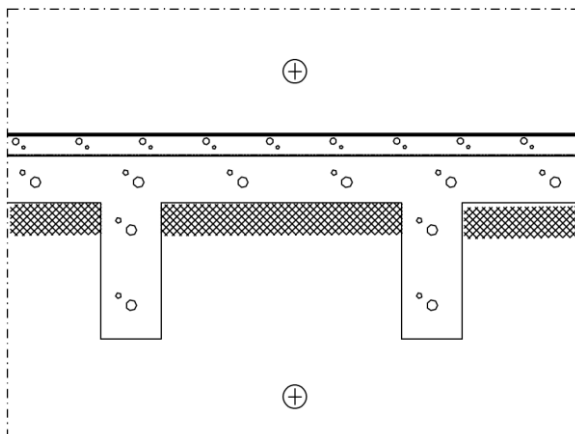
#### Rakennetarkastus VP1



1. Lattiapinnoite (muovimatto)
2. Betoni noin 120 mm (ylälaattapalkisto)
3. Kattopinnoite

Välipohjarakenne on rakennettyypin (VP1) mukaisesti ylälaattapalkisto, jossa laatan paksuus on noin 120 mm. Palkkien paksuus on noin 150 mm ja korkeus noin 340 mm.

#### Rakennetarkastus VP2





9.3.2023

1. Kuusikulmainen laatta
2. Betoni 50 mm
3. Bitumisively
4. Betoni noin 120 mm (ylälaattapalkisto)
5. Kattopinnoite



Kosteissa tiloissa välipohjarakenne on rakennetyypin (VP2) mukainen, jossa laatan paksuus on noin 120 mm. Kosteuseristeenä rakenteessa on käytetty bitumisivelyä, joka sisältää asbestia. Laatoitus on huonokuntoinen.

### 3.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tilojen välipohjarakenteet ovat betonirakenteisia ylälaattapalkistoja. Rakenteiden osalla ei havaittu merkittäviä puutteita. Välipohjan sisäkattoihin on pintamateriaalina käytetty mineraalivilla- sekä sementtilastuvillalevytyksiä. Mineraalivillaisten levytysten sivupinnat ovat avonaisia, jolloin niistä pääsee kulkeutumaan mineraalivillakuituja sisäilmaan. Välipohjien viemäriämpivientien kohdilla oli havaittavissa valumajälkiä, jotka viittaavat viemäriiliitosten vuotoihin. Välipohjissa olevat läpivientikohdat eivät ole tiiviitä. Alkuperäiset kosteat tilat ovat teknisen käyttökänsä päässä. Niiden kosteuseristeenä on käytetty bitumisivelyä, joka sisältää asbestia.

Välipohjien sisäkattojen villa- ja sementtilastuvillalevytykset tulee korvata pinnoitetuilla levytyksillä. Välipohjien läpivientien tiivistykset tulee uusita viemäreiden peruskorjauksen yhteydessä. Kaikki alkuperäiset kosteat tilat tulee peruskorjata.

## 4. Ulkoseinärakenteet

### 4.1. Havainnot

Tilojen ulkoseinät ovat muurattuja kahi-tiiliseiniä. Tiilijulkisivuissa oli havaittavissa pakkasrapautumista, erityisesti etelän- ja idänpuoleisissa julkisivuissa rakenteiden yläosissa. Pääasiallinen syy rapautumiseen on viistosateet sekä vesien valuminen vesikatteen kautta seinäpinnoille. Tiilisaumaukset ovat huonokuntoisia, erityisesti rakennuksen etelänpuoleisella matalalla osalla. Ikkunoiden yläpuolella olevat betoniset ylityspalkit ovat vaurioituneita etelänpuoleisen rakennuksen osalla ja eniten vaurioitumista havaittiin itäpuolen toimistotilan palkissa. Lähtötietojen perusteella ylityspalkin yläpuolella olevan tiilimuurauksen taakse on suunniteltu korkki- tai sementtilastuvillaeriste.

Osa ikkunoista on uusittu, mutta niissä on jätetty vanhat rive-eristeet rakenteeseen. Vanhat ikkunat ovat huonokuntoisia ja suurin osa on levytetty umpeen. Vanhojen ikkunoiden ikkunapellitykset ovat ruostuneet rikki ja kallistuksia ei ole. Rakennuksen sisäkuoressa havaittiin paikoitellen tiilimuurauksessa halkeamia.



Kuva 23: Ikkunoiden ylityspalkki on vaurioitunut.



Kuva 24: Tiilijulkisivu on vaurioitunut.



Kuva 25: Ikkunat ovat pääasiassa alkuperäisiä, osa on levytetty umpeen.



Kuva 26: Pellitykset ovat ruostuneita ja kaatoja ei ole.



9.3.2023



Kuva 27: Halkeamaa sisäpuolisessa tiilimuurauksessa.



Kuva 28: Uusitun ikkunan seinärakenteeseen on jätetty rive-eristeet.

Rakennuksen ulkoseinien sisäpinnat ovat pääosin maalattua tiili- tai rappauspintaa. Havaintojen ja lähtötietojen perusteella korjatun toimisto- ja taukotilan ulkoseinärakenteiden yläpohjaliittymistä on tapahtunut vesivuotoa useampaan kertaan vuosien saatossa, viimeisimmät vuonna 2022. Vuotokohtia havaittiin rakennuksen eteläpuoleisella osalla useampia muissakin tiloissa. Rakenteiden pinnoilla on sementtilastuvillaeriste, joka on suurimmaksi osin orgaanista materiaalia ja mikrobivaurioituu saadessaan kosteutta.



Kuva 29: Vuotojälkiä tilassa 120.



Kuva 30: Vuotojälkiä tilassa 127.

## 4.2. Kosteusmittaukset

Ulkoseinärakenteiden eristetilojen kosteuspitoisuuksia tarkastettiin yhteensä viidestä (5) pisteestä. Mittauspisteet on esitetty tarkemmin liitteenä olevassa pohjakuvassa ja mitaustulokset taulukossa. Taulukossa poikkeavana pidettävät tulokset on korostettu.

9.3.2023

Taulukko 1: Eristetilamittausten tulokset. Mittauspäivämäärä 01.02.2023.

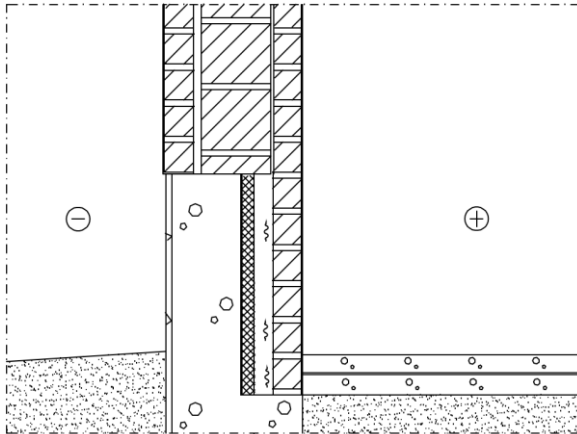
Mittauspiste	Tila	Rakenne, pinnoite	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma	---	---	86,6	-3,1	3,3
Sisäilma	Musiikki 101	---	30,0	16,3	4,2
Sisäilma	Taukotila 120	---	17,1	22,5	3,4
<b>EM1</b>	<b>103 luokka</b>	<b>US, kellarin yläpuolelta, nurkka-alue</b>	<b>97,0</b>	<b>3,5</b>	<b>6,0</b>
<b>EM2</b>	<b>102 luokka</b>	<b>US, kellarin yläpuolelta</b>	<b>95,1</b>	<b>5,5</b>	<b>6,7</b>
EM3	124 varasto	US, nurkka-alue	35,0	13,6	4,1
EM4	130 sos.tila	US, ikkunan alapuolelta	34,9	12,5	3,9
EM5	128 aula	US, ikkunan alapuolelta	42,7	9,6	3,9

Rakennuksen pohjoisosalla olevien luokkatilojen ulkoseinärakenteiden eristetilojen kosteuspitoisuutta voidaan pitää poikkeavana. Rakenne on kellaritilan yläpuolella, joka on kylmää tilaa. Tämä osaltaan viilentää seinärakennetta, jolloin rakenteeseen kulkeutunut kosteus pääsee tiivistymään rakenteessa.

### 4.3. Rakennetarkastukset

Rakennetarkastuksia on tehty aiemmassa kuntotutkimuksessa. Tutkimuksia täydennettiin lisätutkimuksessa US3 pilarit ja US4 sokkeli osalta sekä keräämällä materiaalinäytteitä sokkelirakenteista.

#### Rakennetarkastus: US1



9.3.2023

Sokkelin kohdalla:

1. Liuskekivi 15 mm
2. Betoni noin 170 mm
3. Bitumisively
4. Sementtilastuvillaeriste 25 mm
5. Ilmarako noin 50 mm
6. Tiili 75 mm
7. Maali

Yleisesti ulkoseinä:

1. Tiili 75 mm
2. Ilmarako noin 20 mm
3. Kevytbetonitiili noin 170 mm
4. Tiili 75 mm
5. Tasoite 10 mm
6. Maali

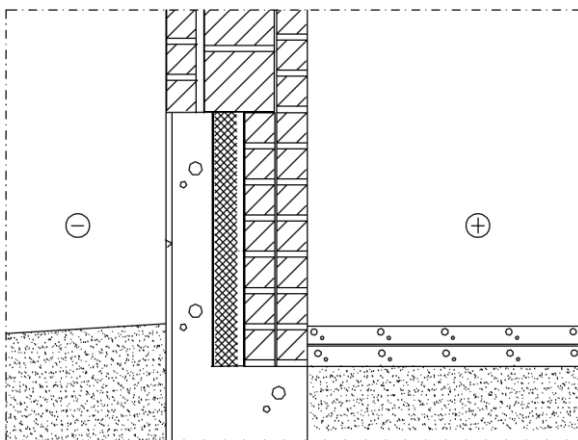


Rakennuksen ulkoseinärakenteet on toteutettu yleisesti rakennetyypin (US1) mukaisesti. Lisätutkimusten yhteydessä tehtiin rakenneavauksia seinien alaosiin luokkatiloissa 102 ja 103 sekä aulassa 128. Ulkoseinän sokkelirakenteen sisäpintaan on asennettu bitumisively sekä sementtilastuvillaeriste, joka ulottuu maanpinnan alapuolelle. Kosteuseristeenä toimiva bitumikerros oli paikoin heikossa kunnossa, joka mahdollistaa kosteuden siirtymisen eristekerrokseen.

Sokkelirakenteen yläpuolella ulkoseinärakenteet ovat tiili-kevytbetonitiili-tiili- rakenteita. Näillä osin ei havaittu puutteita, jotka vaikuttaisivat suoranaisesti sisäilmanlaatuun. Rakenteen lämmöneristysominaisuudet eivät vastaa nykyisiä vaatimuksia.

Rakenneavauksien kautta kerättiin materiaalinäytteet (MNMI2, MNMI3, MNMI4) lämmöneristeenä käytetystä sementtilastuvillaeristeestä. Materiaalinäytteiden analyysivas- tausten mukaan näytteissä MNMI2 ja MNMI4 esiintynyt poikkeavaa mikrobikasvua.

#### Rakennetarkastus: US2, taukotila



1. Liuskekivi 15 mm

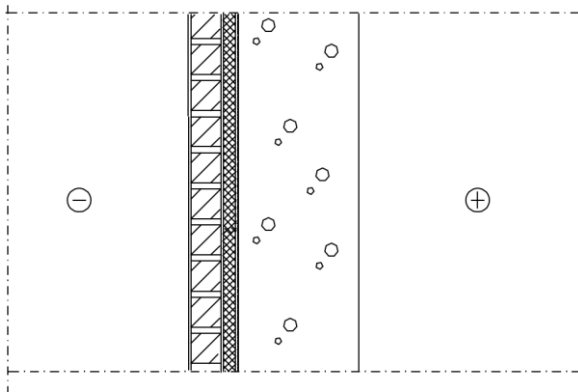


9.3.2023

2. Betoni noin 100 mm
3. Bitumisively
4. Sementtilastuvillaeriste 25 mm
5. Ilmarako 15 mm
6. Tiili 75 mm
7. Tiili 75 mm
8. Maali

Rakennuksen itäpuolisen taukotilan kohdalla olevan ulkoseinän rakenne on toteutettu tyyppin (US2) mukaisesti. Rakenne on muuten samanlainen tyyppin US1 kanssa, vain sisäpuolisessa muurauksessa on käytetty kahta tiiltä. Rakenneavauskohdalla oli aiemmassa tutkimuksessa aistittavissa mikrobiperäistä hajua ja avauskohdalta tehtyjen havaintojen perusteella rakenteessa on osa alkuperäistä muottilaudoitusta paikoillaan.

### Rakennetarkastus: US3, pilarit



1. Tiili 75 mm
2. Korkkieriste 30 mm
3. Bitumisively
4. Betonipilari
5. Maali



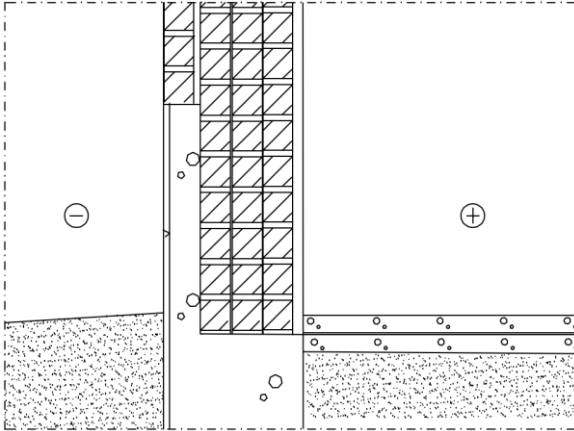
Rakennuksen pilareiden eristeenä on käytetty korkkieristettä pilarin ulkopuolen pinnassa. Korkin alle on asennettu bitumisively.

Avauskohdilta kerättiin materiaalinäytteet korkkieristeestä (MNMI5 ja MNMI6). Materiaalinäytteiden analyysivastausten mukaan näytteessä MNMI5 esiintyi poikkeavaa mikrobikasvua.

### Rakennetarkastus: US4, valimo-osan rappukäytävät



9.3.2023



1. Liuskekivi/tiili
2. Betoni ~100 mm
3. Tiili 75 mm
4. Tiili 75 mm
5. Tiili 75 mm
6. Tasoite ja maali



Rakennuksen pohjoisosalla, entisen valimon porrashuoneen seinärakenne on sokkelin kohdalla tiili-betoni -rakenteinen ja ylempänä tiilirakenteinen. Rakennetarkastus tehtiin itäpuolen porrashuoneeseen sekä luokkatilaan 102, johon alkuperäisissä piirustuksissa on suunniteltu portaikko. Rakenteessa ei havaittu lämmöneristettä.

9.3.2023

#### 4.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Rakennetarkastusten yhteydessä otettiin seinärakenteista kuusi (6) kappaletta materiaalinäytteitä mikrobitutkimukseen suoraviljelymenetelmällä. Näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2: Mikrobimateriaalinäytteiden tulokset. Näytteenottopäivämäärä 01.-02.02.2023.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
MNMI1	Aula 128	Ikkunan vierestä eristerive	epäily poikkeavasta mikrobikasvusta
MNMI2	Aula 128	ulkoseinä, alaosasta sementtilastuvillaeristettä	epäily poikkeavasta mikrobikasvusta
MNMI3	Luokka 102	ulkoseinä, alaosasta sementtilastuvillaeristettä	ei mikrobikasvua
MNMI4	Luokka 103	ulkoseinä, alaosasta sementtilastuvillaeristettä	selvää mikrobikasvua
MNMI5	Työhuone 123	ulkoseinä, ikkunan vierestä pilarin korkkieristettä	epäily poikkeavasta mikrobikasvusta
MNMI6	Taukotila 120	ulkoseinä, pilarin korkkieristettä	ei mikrobikasvua

Ulkoseinärakenteesta kerätyssä sementtilastuvillaeristeessä MNMI4 mikrobipitoisuudet viittaavat selvään mikrobikasvustoon. Näytteessä esiintyi kolmea kosteusvaurioindikaattorimikrobia, joista aktinomykeettien määrä täytti maljan. Näyte on kerätty ulkoseinärakenteen alaosasta, jossa eristetilamittauksen perusteella kosteuspitoisuus oli poikkeava.

Sementtilastuvillaeristenäytteessä MNMI2 esiintyy epäily mikrobivauriosta. Näytteessä esiintyi kahta kosteusvaurioindikaattorimikrobia. Näyte on kerätty ulkoseinärakenteen alaosasta, jossa eristetilamittauksen perusteella kosteuspitoisuus oli tavanomainen.

Ikkunan eristeenä käytetystä riveessä MNMI1 on runsaasti bakteereita, joka viittaa ilma-voitoin rakenteessa.

Pilarin korkkieristeessä MNMI5 esiintyy epäily mikrobivauriosta. Näytteessä esiintyi kosteusvaurioindikaattorimikrobia.

9.3.2023

## 4.5. Tiiviystarkastelu

Ulkoseinärakenteet on aiemmissa tutkimuksissa todettu epätiiviksi huomattavimmin betonisten pilareiden ja ulkotiiliseiniä liitoskohdilla sekä tiiliseiniä saumausten kohdilla. Epätiiviskohtia oli havaittavissa myös ulkoseiniä ja alapohjan sekä ikkunoiden ja seinien liitoskohdilla.



Kuva 31: Ilmavuotoreittejä havaittiin muurausten ja pilareiden liittymissä.



Kuva 32: Selvää vuotoa esiintyi myös ulkoseinän ja ikkunoiden liitoskohdilla.

## 4.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennusten ulkoseinät ovat pääosin tiili-kevytbetonitiili-tiili rakenteisia, ilman lämmöneristettä. Sokkelirakenteissa on käytetty lämmöneristeenä sementtilastuvillaa, kosteuseristeenä on bitumisively ja ulkopuolella liuskekiviverhous. Rakenteissa on ilmarako. Pilarien kohdalla on käytetty kosteuseristeenä bitumisivelyä ja lämmöneristeenä korkkia, josta kerätyistä materiaalinäytteistä toisessa esiintyi poikkeavaa mikrobikasvua. Tiilijulkisivuissa oli havaittavissa pakkasrapautumista, erityisesti etelän- ja idänpuoleisissa julkisivuissa rakenteiden yläosissa. Pääasiallinen syy rapautumiseen on viistosateet sekä vesien valuminen vesikatteen kautta seinäpinnoille. Tiilisaumatukset ovat huonokuntoisia, erityisesti rakennuksen etelänpuoleisella osalla. Ikkunoiden yläpuolella olevat ylityspalkit ovat vaurioituneita etelänpuoleisen rakennuksen osalla ja eniten vaurioitumista havaittiin itäpuolen toimistotilan palkissa.

Rakennuksessa on paljon alkuperäisiä ikkunoita, jotka ovat huonokuntoisia ja niiden pellytykset ovat ruosteessa eikä kallistuksia ole. Ikkunoiden ja ulkoseinärakenteen välisessä liittymässä on käytetty rive-eristettä. Rive-eriste on jätetty rakenteeseen ikkunoiden uusimisen yhteydessä. Rive-eristeestä kerätyssä materiaalinäytteessä esiintyi poikkeavaa mikrobikasvua.

Ulkoseinärakenteiden alaosissa eristetiloissa todettiin kohonnutta kosteutta ja eristemateriaalinäytteissä havaittiin kosteuden aiheuttamaa mikrobikasvua. Rakenneavauskohdilla oli aistittavissa mikrobiperäistä hajua. Rakenteiden liitoskohdilla havaittiin epätiiviskohtia, joiden kautta rakenteiden epäpuhtauksilla on mahdollista kulkeutua sisätiloihin.

Ulkoseinärakenteissa on paikallisia vaurioita johtuen ulkopuolen kosteuseristeiden ja maanpinnanmuotoilujen puutteista sekä salaoja- ja sadevesijärjestelmien heikosta toimin-

9.3.2023

---

nasta. Ulkopuolen kosteus on aikojen saatossa päässyt siirtymään seinärakenteisiin vaurioittaen sementtilastuvillaeristeitä. Lisäksi rakenteiden sisäpinnoilla käytetty sementtilastuvillaeriste on kastunut yläpohjan ja seinärakenteen liitoksesta tapahtuneiden vesivuotojen seurauksena. Ulkoseinärakenteiden lämmöneristävyys ei täytä nykyajan vaatimuksia.

Ulkoseinärakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti alapohjarakenteiden korjausten yhteydessä. Korjauksissa tulee ottaa huomioon rakenteissa havaitut mikrobivauriot, rakenteiden kosteus- ja lämpötekkinen toiminta sekä rakenteiden tiiviys. Julkisivun vaurioituneet tiilet tulee uusia ja kaikki tiilisaumaukset korjataan.

Koko rakennuksen ulkoseinärakenteisiin tulee asentaa lämmöneriste. Tämä voidaan toteuttaa sisäpuolelta joko purkamalla sisäpuoliset tiilikuoret kokonaisuudessaan, asentamalla lämmöneristeet ja uusi sisäseinäpinnoite. Toinen vaihtoehto on purkaa seinärakenteet kantavalle betonirungolle, jonka jälkeen seinärakenteet rakennetaan uudelleen. Piliarien lämmöneristeinä oleva korkki joko poistetaan tai rakenne kapseloidaan. Ulkoseinärakenteen korjauksessa on huomioitava, että sokkelirakenne ulottuu osin maanpinnan tason alapuolelle, joka edellyttää vedeneristyksen uusimista sekä solumuovipohjaisen lämmöneristeiden asentamista. Rakenne myös edellyttää, että ulkopuolinen vedenpoisto salaojituksineen on kunnossa. Ulkoseinärakenteiden korjausten yhteydessä poistetaan vanhat rive-eristeet myös uusittujen ikkunoiden kohdilta. Vanhat ikkunat ja ikkunapellitykset tulee uusia.

9.3.2023

## 5. Väliseinärakenteet

### 5.1. Havainnot

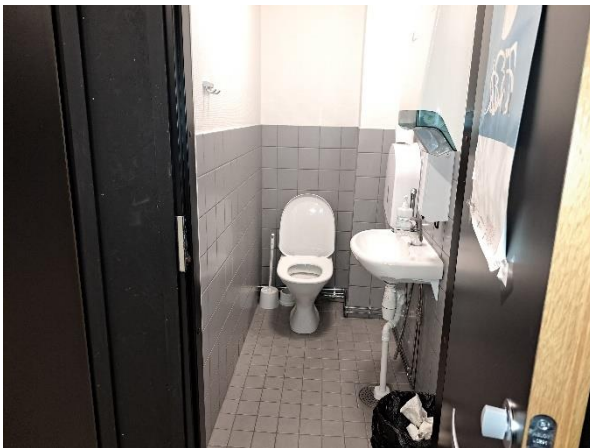
Rakennuksen väliseinärakenteet ovat kevyitä levyseinärakenteita ja alkuperäisiä sekä uudempia tiilirakenteita, jotka lähtevät lattiapinnan tasosta. Pohjois- ja eteläosan välinen seinärakenne on tiilimuurattu, joka lähtee alapohjarakenteen päältä. Rakenteen kohdalla on antura. Itäpuolen rappukäytävän kohdalla seinärakenne on betonia, jossa tiilikuori. Tilan 101 musiikki ja 105 luokka välisen tiiliseinän alaosassa oli havaittavissa kosteuden aiheuttamia vaurioita. Seinäpinnat ovat maalattuja kuivissa tiloissa ja kosteiden tilojen osalla laattapintaisia. Alkuperäisessä kunnossa olevissa kosteissa tiloissa seinälaatoitus on kiinnitetty asbestipitoisella laastilla.



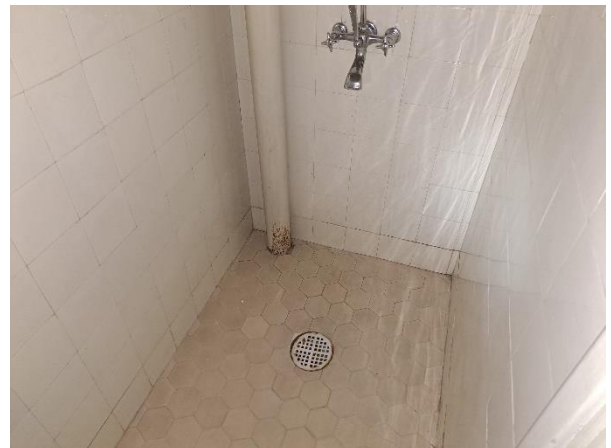
Kuva 33: Pohjois- ja eteläosien välinen seinä.



Kuva 34: Tilassa 101 väliseinän alaosassa kosteusvaurioita.



Kuva 35: Tilan 101 yhteyteen rakennettu uusi wc-tila.



Kuva 36: Alkuperäinen suihkutila.

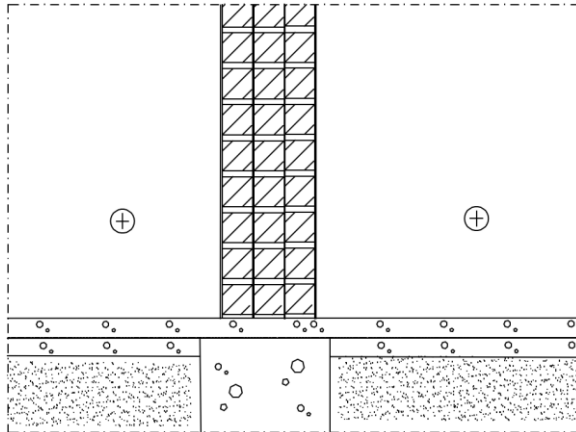


9.3.2023

## 5.2. Rakennetarkastukset

Väliseinärakenteita tarkasteltiin pohjois- ja eteläosan välisen seinän kohdalta.

### Rakennetarkastus: VS1



1. Maali
2. Tasoite
3. Tiili
4. Tiili
5. Tiili
6. Tasoite
7. Maali



Rakenneavaus tehtiin autojen pesutilan 107 puolelta. Tiilimuurattu väliseinä on perustettu alapohjarakenteen päälle ja rakenteen kohdalla on antura.

## 5.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Väliseinät ovat pääosin ei kantavia rapattuja tai maalattuja tiilirakenteita. Väliseinien pinnat ovat kuivissa tiloissa maalattuja ja kosteissa tiloissa osittain kaakeloituja. Tilan 101 musiikki ja 105 luokka välisen tiiliseinän alaosaan oli havaittavissa kosteuden aiheuttamia vaurioita. Pohjois- ja eteläosan välisen seinän alaosaan tehtiin rakenneavaus. Väliseinä on tiilimuurattu. Tutkituilta osin ei kantavat väliseinärakenteet lähtevät alapohjalaa-tan päältä.

Väliseinärakenteiden liittymien tiiviys ja kosteustekninen toimivuus tulee huomioida alapohjarakenteiden korjausten yhteydessä erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.



9.3.2023

## 6. Yläpohja- ja vesikattorakenteet

### 6.1. Havainnot

Vesikatteena rakennuksessa on rivipeltikate. Rakennuksen eteläosan reuna-alueilla yläpohja on toteutettu kattomuotoa mukaillen vinokattona. Räystäsrakenteet ovat betonia, jonka seurauksena yläpohjatilan tuulettuvuus on heikko. Pohjoisosan yläpohjaa ei päästy kulkusiltojen ja turvavarusteiden puuttumisen takia tarkastamaan. Räystäskourut ovat paikoin heikossa kunnossa ja peltikatteessa havaittiin paikoin ruostetta. Pohjoisosan kattovedet laskevat eteläosan katolle, lähelle ulkoseinärakennetta. Yläpohjan sisäpuolisessa tarkastelussa näillä kohdilla havaittiin vuotojälkiä sisäkatoissa rakennuksen molemmilla pitkillä julkisivuilla.

Vesikattorakenteet ovat puurakenteisia. Vesikaton puurakenteissa oli havaittavissa kosteuden aiheuttamia tummentumia ja lahovaurioita, jotka viittaavat ajan saatossa tapahtuneisiin vesikattovuotoihin sekä rakenteen heikkoon tuulettuvuuteen. Aluskatetta ei ole asennettu.



Kuva 37: Vesikatto on tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 38: Pohjoisosan sadevedet laskevat eteläosan vesikatolle. Räystäskourut ovat heikossa kunnossa.



Kuva 39: Vesikatteessa havaittiin ruostumista.



Kuva 40: Harvalaudoituksessa vaurioita.

9.3.2023

Yläpohjan sisäkatot ovat pääosin sementtilastulevypintaisia rakenteita. Sisäkattorakenteissa havaittiin kosteusvaurion jälkiä, jotka viittaavat vesikattovuotoihin.



Kuva 41: Eteläosan reuna-alueilla yläpohja mukailee kattomuotoa.



Kuva 42: Pohjoisosalla pinnoittamatonta mineraalivillalevyä.



Kuva 43: Pohjoisosan sisäkattopinta on maalattua mineraalivillalevyä.



Kuva 44: Vuotojälkiä eteläosan sisäkattopinnalla.

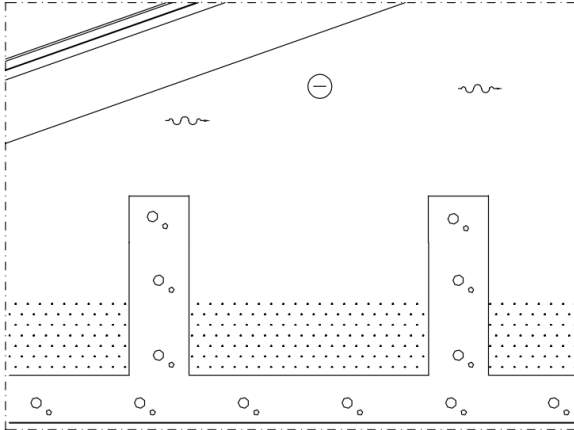


9.3.2023

## 6.2. Rakennetarkastukset

Vesikatto- ja yläpohjarakenteen kuntoa ja toteutustapaa tarkasteltiin yläpohjatilan kautta.

### Rakennekuva: YP1



#### Vesikatto

1. Rivipeltikate
2. Harvalaudoitus
3. Vesikaton puurakenteet

#### Yläpohja

1. Tervapaperi
2. Mineraalivillalevy 50 mm
3. Koksi/hiekkaeriste 300 mm
4. Kreppipaperin väliin ommeltu lasivilla
5. Alalaattapalkisto
6. Akustiikkavilla tai sementtilastuvillalevy



Yläpohjarakenteena on sekä ylälaatta- että alalaattapalkistoa. Yläpohjan lämmöneristeinä on käytetty hiekan ja hiilen sekoitusta sekä lasi- ja mineraalivillaa. Vesikaton räystäsrakenteet ovat umpinaisia betonirakenteita, jonka seurauksena rakenteen tuulettavuus on heikko. Puisten vesikattorakenteiden ja yläpohjan betonipalkin väliin on asennettu bitumikermi, joka sisältää asbestia.

Rakenteen reuna-alueilta on mahdollista tapahtua ilmavuotoa sisätiloihin päin, jolloin yläpohjan epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan.

## 6.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vesikatteenä oleva rivipeltikate on teknisen käyttöikänsä päässä. Katteen räystääsalueilta on päässyt tapahtumaan vesivuotoja katteen heikon kunnan sekä vesikouruihin syntyneiden vesipatoutumien takia. Vuotojen seurauksena yläpohjan reuna-alueiden eristeet ovat todennäköisesti vaurioituneet. Vuotovesiä on päässyt johtumaan myös sisätiloihin. Vesikaton puurakenteissa on kosteuden aiheuttamia vaurioita. Yläpohjan rakenne on pääosin betoninen alalaattapalkisto, jossa on käytetty eristeinä hiekan ja hiilen

9.3.2023

---

sekoitusta sekä mineraali- ja lasivillaa. Rakenteesta on ilmayhteyksiä sisäilmaan rakenteen reuna-alueilta, jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan.

Rakennuksen vesikatto ja yläpohjarakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Nykyinen yläpohjan betoninen runkorakenne edellyttää kattokorkeuden nostamista riittävän lämmöneristävyyden ja tuulettuvuuden takaamiseksi.



## 7. Talotekniikka

Ilmanvaihtokoneista on aiempien tutkimusten perusteella käytössä neljä tilakohtaista ilmanvaihtokonetta (P-1...P-4). Ilmanvaihtokone P-4, joka palvelee tauko- ja toimistotiloja 120, on puhdistettu ja ilmamäärät on säädetty vuonna 2021. Muiden puhdistamisesta tai huolloista ei ole tietoa.

Vesikatolla sijaitsee vanhoja poistoilman huippuimureita, jotka on poistettu käytöstä tuotantotilojen ja sosiaalityötilojen muutostöiden yhteydessä. Rakennuksen alapohjarakenteissa on käytöstä poistettuja poistoilmakanavia, jotka johtavat yläpohjassa oleviin kokoojakanaviin.

Lisätutkimusten yhteydessä tiloissa tehtiin hetkellisiä paine-eromittauksia eri tilojen välillä sekä sisä- ja ulkoilman välillä ilmanvaihdon ollessa normaalikäyttötilassa. Sisä- ja ulkoilman väliset paine-erot vaihtelivat välillä -6...- 8 Pa. Sisätilojen välistä paine-eroa mitattiin aulan 128 sekä taukotilan 120 välillä, joka oli alipaineinen taukotilan suuntaan -2...-1 Pa. Sisäilmälähtöisesti koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon järjestelmässä paine-eron tulee olla lähellä tasapainoa 0... -2 Pa. Puhtaiden tilojen on suositeltavaa olla varmennetusti noin  $\geq +5$  Pa ylipaineisia likaisempiin tiloihin nähden.



Kuva 45: Valimo-osan entisellä parvella sijaitseva P-2 IV-kone, jossa vuotoa.



Kuva 46: P-2 IV-koneen suodattimet on vaihdettu.

Rakennuksen länsi- ja itäsivujen lattiarakenteissa on alkuperäisiä putkikanaaleja. Putkikanaaleihin on pääsy rakennuksen lännen puoleisten betonisten luukkujen kautta sekä taukotilassa sekä varastossa olevien luukkujen kautta. Kanaaleihin on sijoitettu lämpimän veden kierto, lämmitysputket, lämminvesiputket sekä länsipuolen kanaalissa havaittiin eristämättömän rautaputki (käytöstä poistettu), jonka käyttötarkoitusta ei tiedetä. Kanaaleja voidaan käyttää talotekniikkakanavina mahdollisen peruskorjauksen jälkeenkin. Niistä on kuitenkin poistettava kaikki epäpuhtaudet ja tehtävä korjaukset kappaleessa 2 esitettyjen toimenpiteiden mukaisesti.

9.3.2023



Kuva 47: Itäisivulla sijaitseva putkikanaali.



Kuva 48: Kanaalissa lämmitysputket ja lämpimän käyttöveden putki.



Kuva 49: Länsisivulla sijaitseva putkikanaali.



Kuva 50: Kanaalissa lämpimän veden kierto, 2 x lämmitysputki, lämpimän veden putki sekä ilman eristettä oleva rautaputki.

Kiinteistön lämpöjohtoverkosto on alkuperäinen ja materiaaliltaan rautaa hitsaus- ja kierrelitoksien. Putkiston tekninen käyttöikä on huollettuna, ilmatonta ja kuivaan tilaan eristettynä, sekä asennettuna käytännössä kiinteistön käyttöikänsä pituinen. Kiinteistön laaja peruskorjaustarve huomioon ottaen on suositeltavaa purkaa nykyiset putket kanaalista, sekä suorittaa kanaalille tässä raportissa mainitut rakennustekniset korjaustyöt. Kanaaleja voidaan käyttää jatkossa esimerkiksi uusittujen lämmitysputkien tai pohjaviemärin kulkureitinä.

Alkuperäiset lämmityspatterit ovat lähtökohtaisesti käyttökelpoisia, mikäli patteriventtiilit ja termostaatit uusitaan osana lämmitysverkoston uusintatyötä. Ulkoseinien korjaustyön takia alkuperäiset lämmityspatterit joudutaan ottamaan pois paikoiltaan ja mahdolliset tulevat tilamuutokset huomioiden niiden uusiminen on kannattavaa.



9.3.2023



Kuva 51: Tiloissa olevat radiaattorit ovat pääasiassa 1980-luvulta.



Kuva 52: Patteriventtiili ja termostaatti 1980-luvulta.

Rakennuksen viemäriputket ovat suurimmaksi osaksi alkuperäisiä valurautaisia putkia myös pohjaviemäreiden osalta. Alkuperäisissä viemäriputkissa havaittiin vuotokohtia ja putkistoa on uusittu paikoitellen näkyviltä osin.



Kuva 53: Pohjaviemäri on käyttökänsä päässä.



Kuva 54: Uusittua ja vanhaa viemäriputkea. Havaittavissa vuotojälkiä.

## 7.1. Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

Toimenpide-ehdotukset on jaettu ensisijaisiin ja suunnitelmallisiin toimenpiteisiin. Ensisijaiset toimenpiteet kattavat nykyisten järjestelmien ylläpidon ja korjaustarpeen toimenpide-ehdotuksia. Suunnitelmalliset toimenpiteet edellyttävät tarkemmat korjaustyösuunnitelmat korjausten toteuttamiseksi, joiden yhteydessä kiinteistöä ja sen toimintaa tarkastellaan kokonaisvaltaisesti.

9.3.2023

Ensisijaiset toimenpiteet:

- Ilmanvaihdon säätäminen siten, että aulan 128 ja taukotilan 120 välinen paine-ero on noin  $\geq +5$  Pa ylipaineisia likaisempiin tiloihin nähden.

Suunnitelmalliset toimenpiteet:

- LVI-järjestelmien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä vastaamaan käyttötarkoitusta.

## 8. Olosuhdearviointi

### 8.1. Arviointiperusteet

Altistumisolosuhteen arviointi perustuu Työterveyslaitoksen julkaisuun ”Ohje työpaikkojen sisäilmastaselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekeville” (2022). Rakennuksen kokonaisvaltainen olosuhdearviointi sisältää rakennusosien ilmatiivyyden ja vuotoilma, rakennusosien riskitekijät, ilmastointijärjestelmät sekä biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät. Lisäksi arvioinnissa on huomioitu päästölähteiden laajuus, voimakkuus, sijainti ja ilmayhteys sisäilmaan sekä epäpuhtauksien leviämiseen vaikuttavat tekijät, kuten ilmanvaihto, painesuhteet.

Olosuhdearvioinnin tulos antaa kokonaiskuvan sisäilman laadusta ja olosuhteista sekä toimenpidetarpeesta tutkimusalueella. Olosuhdearvioinnin tulos on arvioitavien osa-alueiden tulos seuraavan taulukon mukaisesti.

Taulukko 3: Olosuhdearvioinnin tuloksen yhteenveto

Tulos	Tulkinta
A	Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä
B	Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön <sup>a</sup> perusteella. 1–4 pistettä
C	Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön <sup>a</sup> perusteella. 5–8 pistettä
D	Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön <sup>a</sup> perusteella. 9–12 pistettä

<sup>a</sup> Esimerkiksi asbesti, radon tai muu pakottava määräys



9.3.2023

## 8.2. Arviointi

### Olosuhtearvioinnin tuloksena pisteitä kohteelle tulee yhteensä 10 pistettä (D):

*Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön<sup>a</sup> perusteella.*

TTL:n Olosuhtearviointien perusteiden mukaan arvioinnissa pisteytettiin eri ongelma-alueet 1 – 3 pistettä seuraaville osa-alueille:

#### Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

*Vuotoilmareittejä on paljon ja vuotoilmaa kulkeutuu runsaasti, 3 pistettä.*

- Tutkimusalueella todettiin ilmavuotoreittejä paljon eri rakennneosien liittymissä. Ilmavuotoa suuresti ulkoseinärakenteiden liittymistä koko rakennuksen osalla, pienesti alapohjan läpivienneistä ja putkikanaaleista ja suuresti vanhasta hiilikellarista.
- Vuotoilmareitit lisäävät paljon epäpuhtaan vuotoilman riskiä.
- Sisä- ja ulkoilman välinen alipaineisuus lisää vuotoilman kulkeutumista. Sisätilojen aula 128 ja taukotila 120 välinen paine-ero on alipaineinen likaisemmasta tilasta puhtaaseen päin.

#### Rakennusosien riskitekijät

*Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilmaan ja olosuhteisiin. 3 pistettä.*

- Ulkoseinärakenne on kosteusteknisesti riskirakenne, jonka alaosissa todettiin mikrobivaurioita.
- Rakennuksen sisäpinnoilla on herkästi vaurioituva sementtilastuvillaeriste yläpohja- ja ulkoseinärakenteissa. Eristeen pinnoilla havaittiin kosteusvaurioituneita kohtia. Vesivuotoja on tapahtunut useampia vuosien saatossa.
- Väli- ja yläpohjan pinnoilla on teollisten mineraalikulitujen lähteinä toimivia avoimia akustiikkalevyypintoja.
- Alapohjarakenteissa olevat putkikanaalit ovat riskitekijä. Putkikanaaleissa sijaitsee osaksi rikkoontuneita asbestia sisältäviä putkieristeitä sekä runsaasti epäpuhtauksia, joka autokorjaamon osalla on riskitekijä. Toimisto-osalla kanaalin luukut olivat tarkastushetkellä tiiviit.
- Vanhan koksikellarin epäpuhtaudet ja asbestipitoiset putkieristeet ovat riskitekijä rakennuksen pohjoisosalla.

#### Ilmastointijärjestelmä

*Ilmastointijärjestelmä toimii tavanomaisesti, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita. 2 pistettä*

- Ilmanvaihtokanavissa on havaittu epäpuhtauksia. Toimisto-osan ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu.
- Rakennuksen entisen autokorjaamon ja valimon tiloissa havaittu sisäilmanlaatu on huono.

9.3.2023

---

**Biologiset fyysikaaliset ja kemialliset tekijät**

*Useat mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa. 2 pistettä.*

- Materiaalinäytteissä mikrobivaurioita neljässä näytteessä kuudesta (4/6).
- Rakennuksessa on asbestia sisältäviä putkieristeitä, jotka ovat osin rikkiäisiä. Ilmayhteys sisäilmaan olemassa.
- Tilasta aula 128 ja tila 110 on kerätty 01.03.2023 pyyhintäpölynäytteet. Näytteissä ei esiintynyt asbestia.
- Radonia ei tutkittu. Pori ei kuulu mittausvelvoitealueeseen, koska aiemmin alueella tehtyjen radonmittausten tulokset eivät ole ylittäneet 300 Bq/m<sup>3</sup>.

## 9. Toimenpide-ehdotukset

Toimenpide-ehdotukset on jaettu ensisijaisiin ja suunnitelmallisiin toimenpiteisiin. Ensisijaiset toimenpiteet ovat pääosin rakennuksen huoltoon ja ylläpitoon liittyviä korjaustoimenpiteitä. Suunnitelmalliset toimenpiteet edellyttävät tarkempien korjaustyösuunnitelmien laatimista korjausten toteuttamiseksi, joiden yhteydessä kiinteistöä tarkastellaan kokonaisvaltaisesti.

### Ensisijaiset toimenpiteet:

- Putkikanaalien tarkastusluukkujen ja läpivientien tiivistäminen.
- Hiilikellariin johtavan portaikon peittäminen tiiviisti.

### Suunnitelmalliset toimenpiteet:

- Salaojajärjestelmien asennus, mukaan lukien routaeristykset, perusmuurin pintarakenteiden kunnostukset ja kosteuseristysten asennukset.
- Rakennusta ympäröivät maanpinnat tulee muotoilla rakennuksesta poispäin viettäväksi.
- Kiinteistön alapohjarakenteiden uusiminen ja niissä sijaitsevien putkikanaalien korjaaminen tai täyttäminen erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.
- Kellareiden osalta vanha hiilikellari suositellaan täytettäväksi ja idän puoleisessa kellarissa oleva sähkötila tulee puhdistaa epäpuhtauksista.
- Välipohjien sisäkattojen villa- ja sementtilastuvillalevytykset tulee korvata pinnoitetuilla levytyksillä. Välipohjien läpivientien tiivistykset tulee uusida viemäreiden peruskorjauksen yhteydessä.
- Kaikki alkuperäiset kosteat tilat tulee peruskorjata.
- Ulkoseinäarakenteet tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti joko uudella rakenteella täysin runkoon saakka tai purkamalla sisäpuolinen tiilimuuraus sekä sokkelieristeet ja asentamalla rakenteeseen sisäpuolinen lämmöneriste.
- Pilareissa oleva korkkieriste tulee kapseloida tai poistaa.
- Vanhat ikkunat ja ikkunapellitykset tulee uusida. Vanha rive-eriste poistetaan kaikkien ikkunoiden osalta.
- Tiilimuurattujen väliseinien alaosien kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen alapohjarakenteen uusimisen yhteydessä.
- Vesikatto- ja yläpohjarakenteiden korjaus erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.
- LVI-järjestelmien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä vastaamaan käyttötarkoitusta.

Kiinteistön rakenteiden korjaustapa määräytyy rakennuksen jatkokäytön perusteella ja siitä minkälaista käyttöikää rakenteilta halutaan saavutettavan.

Taloteknisten järjestelmien tulevaisuuden korjaustarpeet määräytyvät rakennuksen jatkokäytön perusteella sekä rakenteiden korjausten käyttöikätaavoite huomioiden.

9.3.2023

---

Jyväskylä 9.3.2023

WSP Finland Oy

Laatinut:

Tarkastanut:

Jaana Sojakka  
rakennusterveysasiantuntija, insinööri (AMK)  
C-25606-26-20

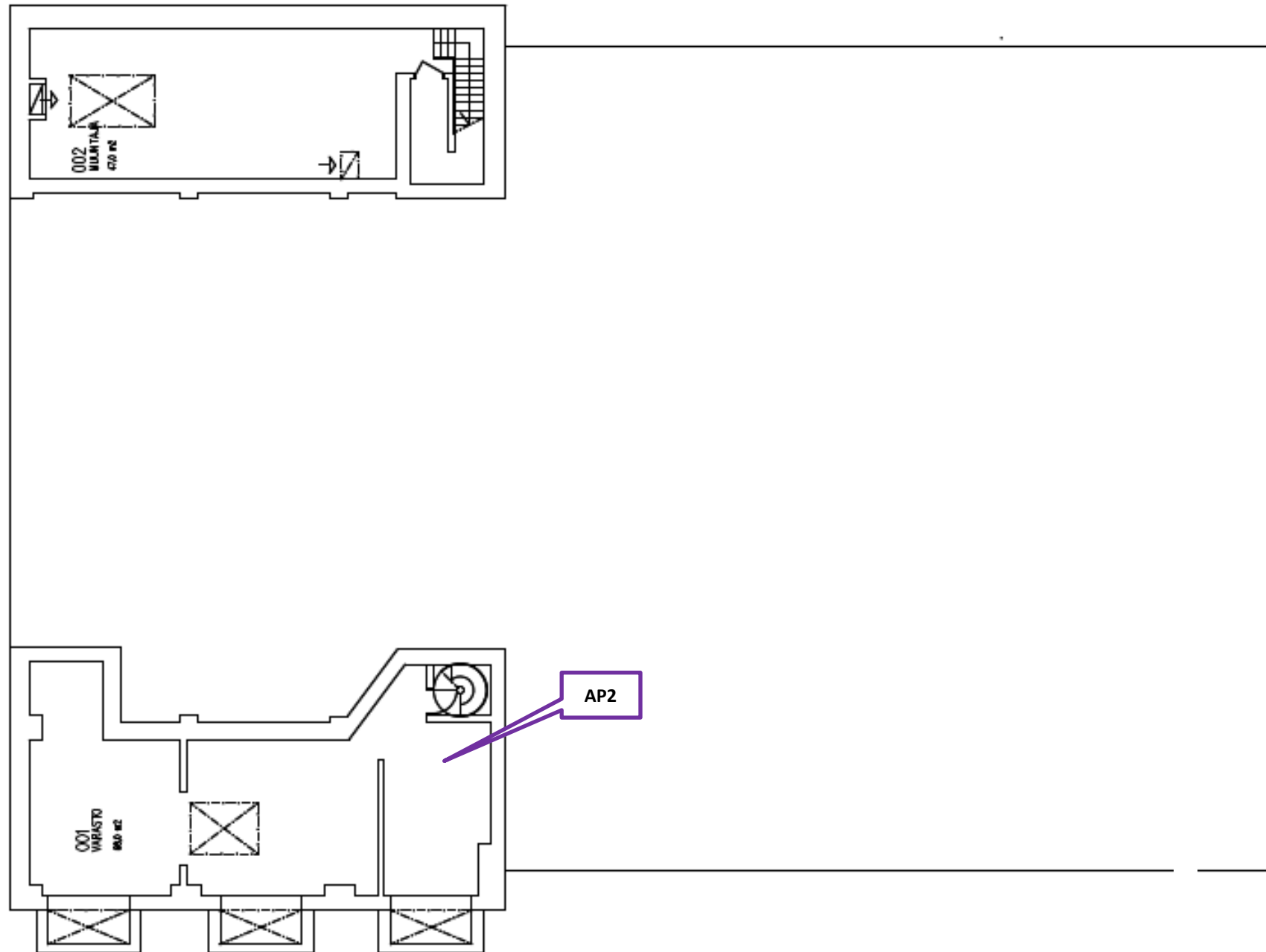
Mika Pälvé  
Rakennusterveysasiantuntija, Ins. (AMK)  
C-23688-26-18

## Liitteet

- 1) Pohjakuvat
- 2) Analyysivastaus Labroc Oy 168762/RMS materiaalinäyte, mikrobit
- 3) Tulosten tulkinta



## Kellari



**MNMI#** Materiaalinäyte, ei mikrobikasvua

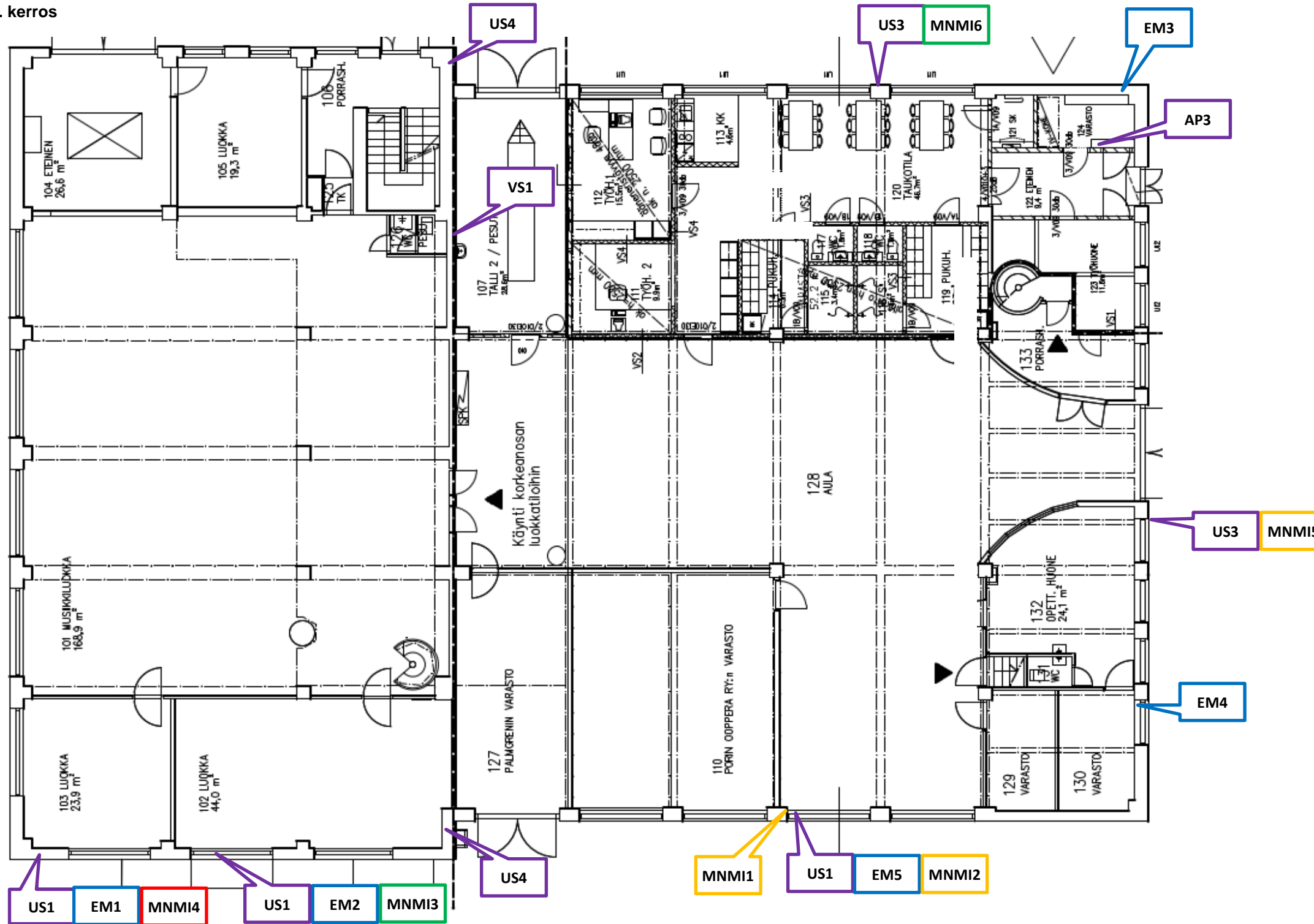
**RAK** Rakennetarkastus/rakenne

**MNMI#** Materiaalinäyte, epäily mikrobikasvusta

**EM#** Eristetilamittaus

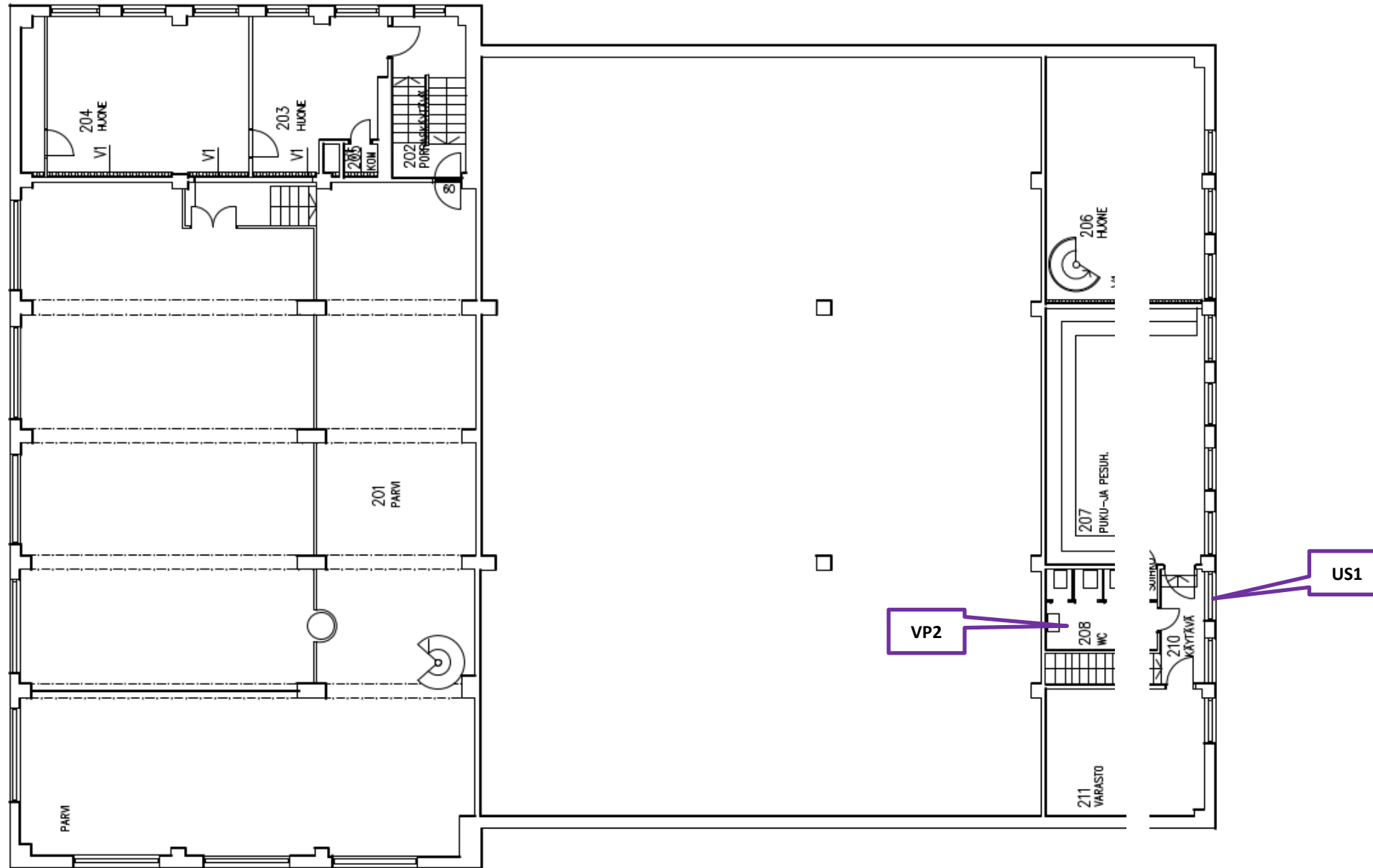
**MNMI#** Materiaalinäyte, esiintyy mikrobikasvua

1. kerros



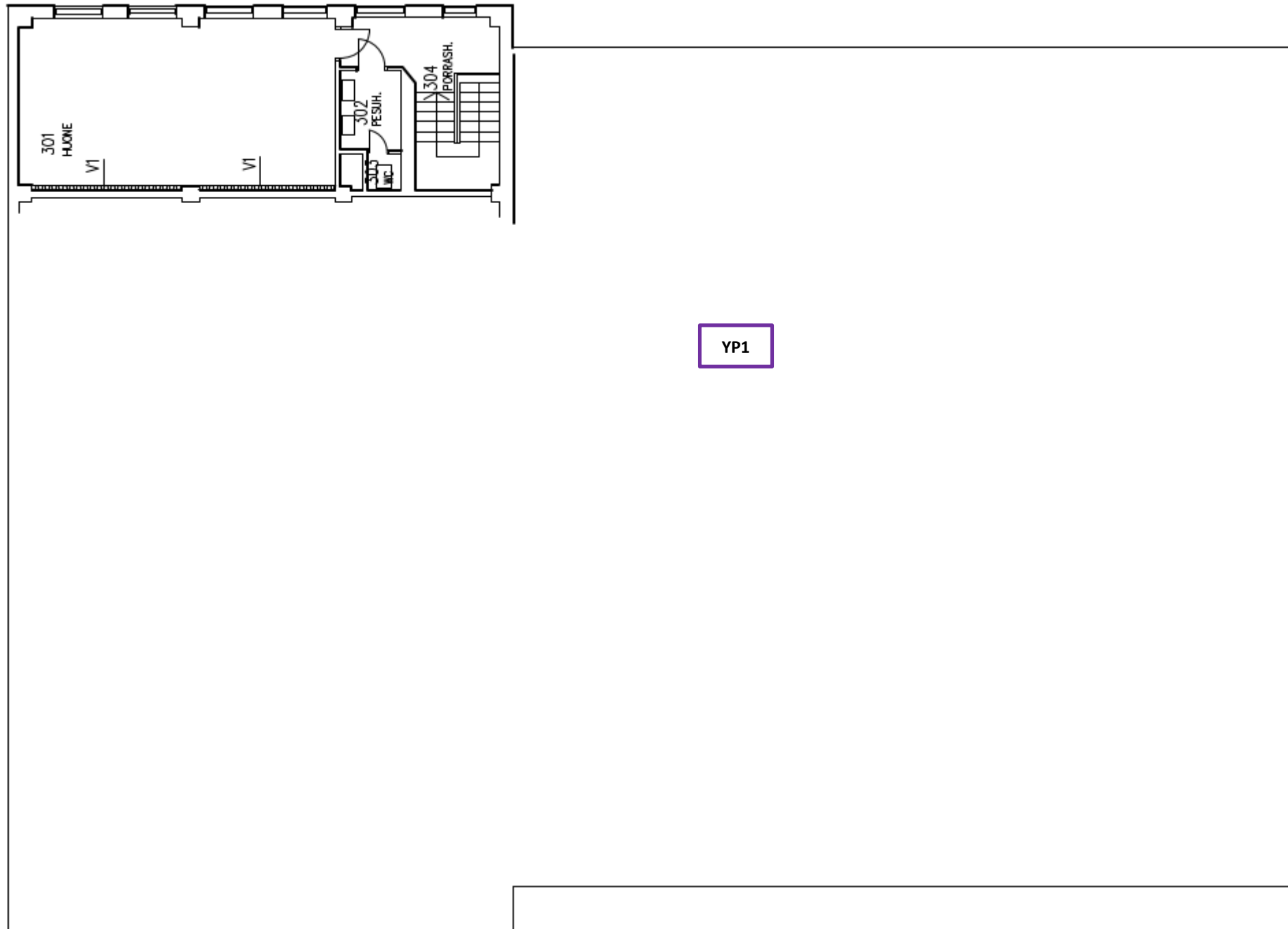
- |              |   |            |                          |
|--------------|---|------------|--------------------------|
| <b>MNMI#</b> | Materiaalinäyte, ei mikrobikasvua       | <b>RAK</b> | Rakennetarkastus/rakenne |
| <b>MNMI#</b> | Materiaalinäyte, epäily mikrobikasvusta | <b>EM#</b> | Eristetilamittaus        |
| <b>MNMI#</b> | Materiaalinäyte, esiintyy mikrobikasvua |            |                          |

2. kerros



- |              |   |            |                          |
|--------------|---|------------|--------------------------|
| <b>MNMI#</b> | Materiaalinäyte, ei mikrobikasvua       | <b>RAK</b> | Rakennetarkastus/rakenne |
| <b>MNMI#</b> | Materiaalinäyte, epäily mikrobikasvusta | <b>EM#</b> | Eristetilamittaus        |
| <b>MNMI#</b> | Materiaalinäyte, esiintyy mikrobikasvua |            |                          |

## 3. kerros



**MNMI#** Materiaalinäyte, ei mikrobikasvua

**RAK** Rakennetarkastus/rakenne

**MNMI#** Materiaalinäyte, epäily mikrobikasvusta

**EM#** Eristetilamittaus

**MNMI#** Materiaalinäyte, esiintyy mikrobikasvua



**MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY**

<b>Tilaaaja:</b>	WSP Finland Oy Jaana Sojakka, jaana.sojakka@wsp.com	<b>Tilauspäivä:</b>	3.2.2023
<b>Kohde:</b>	Rautatienpuistokatu 7	<b>Laboratorio:</b>	Kuopio
<b>Projektinnumero:</b>	318335	<b>Vastaanottopäivä:</b>	7.2.2023
<b>Näytteenottaja:</b>	Jaana Sojakka, Olavi Penttilä	<b>Viljelypäivät:</b>	7.2.2023
<b>Näytteenottopäivät:</b>	2.2.2023		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

**YHTEENVETO TULOKSISTA**

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	<b>Näyte</b>	<b>Tulosityhteenveto</b>	<b>Johtopäätös</b>
	MNMI1, Rive, Aula 128, ikkunan vierestä eristerivettä	vähän homeita, paljon bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MNMI2, Sementtilastuvilla, Aula 128, ulkoseinän alaosa sementtilastuvillaeriste	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MNMI3, Sementtilastuvilla, Luokka 102, ulkoseinän alaosa sementtilastuvillaeriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MNMI4, Sementtilastuvilla, Luokka 103, ulkoseinän alaosa sementtilastuvillaeriste	vähän homeita, indikaattorimikrobeita, bakteereissa paljon aktinomykettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MNMI5, Korkki, Työhuone 123, ikkunan vierestä pilarin eriste	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MNMI6, Korkki, Taukotila 120, pilarin eriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa

## LISÄTIEDOT

Yksinomaan suuren bakteerimäärän perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä mikrobikasvusta materiaalissa. Suuri bakteerimäärä näytteessä MNM1 voi olla myös tavanomaista taustakontaminaatiota, jota on kertynyt materiaaliin esimerkiksi likaantumisen seurauksena.

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

**ANALYYSITULOKSET**
**Näyte: MNMI1, Rive, Aula 128, ikkunan vierestä eristerivettä**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
Cladosporium sp.	+	+	muut bakteerit	+++
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	<mr
steriilit	+			

**Näyte: MNMI2, Sementtilastuvilla, Aula 128, ulkoseinän alaosa sementtilastuvillaeriste**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	++	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	++	++	muut bakteerit	+
*Scopulariopsis sp.	+(1)	+(1)	*aktinomykeetit	+(16)

**Näyte: MNMI3, Sementtilastuvilla, Luokka 102, ulkoseinän alaosa sementtilastuvillaeriste**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	+(1)

**Näyte: MNMI4, Sementtilastuvilla, Luokka 103, ulkoseinän alaosa sementtilastuvillaeriste**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	+++
*Aspergillus restricti (lr)		+(11)	muut bakteerit	+
*Scopulariopsis sp.		+(1)	*aktinomykeetit	+++ (T)
Penicillium sp.		+		

**Näyte: MNMI5, Korkki, Työhuone 123, ikkunan vierestä pilarin eriste**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
hiivat	+		*aktinomykeetit	<mr
steriilit	+			
Cladosporium sp.		+		
*Aspergillus restricti (Ir)		+(3)		

**Näyte: MNMI6, Korkki, Taukotila 120, pilarin eriste**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Aureobasidium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Cladosporium sp.	+	+	*aktinomykeetit	<mr
*Scopulariopsis sp.	+(1)			

**Tulostaulukon merkintöjen selitykset:**

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kokonaismäärä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määritysrajan

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

\* = kosteusvaurioindikaattori.

sr = sukuryhmä

Ir= lajiryhmä

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärää.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.



**Marja Hänninen**, Tutkija, Mikrobiologi  
 p. 050 325 0612, marja.hanninen@labroc.fi



## ANALYYSIT

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia siirrettiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta aktinomykeettien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyyysi on akkreditoitu ja ruokaviraston hyväksymä. Hyväksyntä edellyttää, että menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen mukaisesti ja menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjalla saatuihin tuloksiin on varmistettu. Tuloksia voi käyttää Asumisterveysasetuksen mukaisesti muun muassa kohteen terveyshaitan arviointiin.

## MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määrittäysraja on 1 pmy/0,5 ml.

## MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 29 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

## TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit)
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

Vaurio- ja korjausjohtopäätöksen tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

## VIITTEET

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

Reiman M, Haatainen S, Kallunki H, Kujanpää L, Laitinen S, Rautiala S. Laimennossarja ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistyksen raportti 13, s. 337-342.

# TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

---

## Sisällysluettelo

<b>1. Mikrobit</b> .....	<b>3</b>
1.1. Materiaalinäytteet (mikrobi).....	3
1.1.1. Epävarmuustarkastelu .....	4
<b>2. PAH-näytteet</b> .....	<b>5</b>
2.1. PAH-näyte materiaalista .....	5
<b>3. Asbestinäytteet</b> .....	<b>5</b>
3.1. Asbestinäyte materiaalista .....	5
<b>4. Paine-ero</b> .....	<b>5</b>
<b>5. Kosteusmittaukset</b> .....	<b>6</b>
5.1. Pintakosteuskartoitus.....	6
5.2. Rakennekosteusmittaus .....	7
5.2.1. Porareikämittausmenetelmä .....	7
5.2.2. Näytepalamittaus .....	7
<b>6. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella</b> .....	<b>7</b>
6.1.1. Epävarmuustarkastelu .....	8
<b>7. Käytetyt mittalaitteet</b> .....	<b>8</b>
7.1. Mittalaitteiden tarkkuus .....	8
<b>Viitteet</b> .....	<b>9</b>

## 1. Mikrobit

Mikrobikasvusto todetaan ensisijaisesti rakennusmateriaalista mikrobien kasvatukseen perustuvalla laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmällä ja mikroskopoimalla tehdyllä analyysillä. Mikrobiahaitta voidaan todeta myös 6-vaiheimpaktorilla otetun ilmanäytteen tai pintasivelynäytteen laimennossarjamenetelmällä tehdyllä analyysillä. Ilman mikrobipitoisuuden lisäksi on oltava myös muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä.

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyyseillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksessa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

Rakennuksen mikrobikasvun arviointiin voidaan käyttää laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmän lisäksi myös muuta menetelmää, jos menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen 4 §:n 4 momentissa tarkoitetulla tavalla tai menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjamenetelmällä saatuihin tuloksiin on varmistettu (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016).

### 1.1. Materiaalinäytteet (mikrobi)

#### Suoraviljely

Näytteet otettiin desinfioiduilla välineillä puhtaaseen pussiin (esim. minigrip).

Laboratoriossa materiaalinäytteet on viljelty seuraaville kasvatusalustoille: 2 % mallasuu-teagar (sienet), DG18-agar (sienet), Hagem-agar ja THG (tryptoni-hiiva-uute)-agar (bakteerit, aktinobakteerit).

Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Inkubointiajat sienille ovat 7 vrk, bakteereille 7 vrk:tta (muut kuin aktinobakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida myös jo 7 vrk:n kasvatusajan jälkeen, mikäli pitoisuus on jo tällöin runsas tai erittäin runsas. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaaseen (2018). Materiaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa silloin, kun suoraviljelyssä näytteessä esiintyy elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinobakteereita (= sädesieniä eli aktinomykettejä) runsaasti (+++/++++). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon myös silloin, kun sieniä tai aktinobakteereita on niukasti tai kohtalaisesti, mutta lisäksi lajistossa esiintyy useita kosteusvaurioidikaattoreita ( $\geq 2$ ) millä tahansa käytetyistä kasvualustoista, kuitenkin siten, että yksittäisten pesäkkeiden esiintyminen ei riitä. Pelkästään suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suuri bakteeripitoisuus voi johtua esim. materiaalin likaisuudesta.

Suoraviljeltyjen näytteiden tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

-	= ei mikrobeja
+	= 1 – 19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)
++	= 20 – 49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)



---

+++	= 50 – 199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)
++++	≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

### Laimennossarjaviiljely

Näytteet otettiin desinfioiduilla välineillä puhtaaseen pussiin (esim. minigrip).

Laboratoriossa näytteet on viljelty 2% mallasagarille (sienet), DG18-agarille (sienet) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agarille (bakteerit, sädesienet). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Tavanomaiset kasvatusajat ovat 7 vrk:tta (sienet ja kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida jo 7 vrk:n kasvatuksen jälkeen, mikäli löydökset jo tällöin viittaavat vaurioon. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akreditoima testauslaboratorio T283.

Materiaalinäytteen laimennossarjaviiljelyssä sieni-itiöpitoisuus ≥10 000 pmy/g tai aktinobakteeripitoisuus ≥3 000 pmy/g viittaavat mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa. Sienikasvusto materiaalissa viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon. Näytteen bakteeripitoisuus ≥100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Pelkän bakteerikasvun perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, 2016; Laboratorio-opas 2018).

Mikäli näytteen sieni-itiöpitoisuus on 5000 - 10 000 pmy/g ja näytteessä esiintyy kosteusvaurioindikaattorimikrobeja, voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon. Myös yksipuolinen sienisuvusto (1-2 lajia) ja sieni-itiöpitoisuus >5000 pmy/g voivat viitata mikrobikasvustoon. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina voi viitata itiöiden kerääntymiseen ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Yksittäisten sienipesäkkeiden esiintyminen on tavanomaista. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksessa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa materiaalissa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016; Laboratorio-opas 2018).

#### 1.1.1. Epävarmuustarkastelu

Tutkijan on huomioitava näytteenotossa, että ei omalla toiminnallaan kontaminoi näytteitä. Materiaalinäyte voi kontaminoitua näytteenottajan vaatteista, käsistä tai välineistä. Myös näytteenottojärjestyksen on oltava oikea eli mennään oletetusta puhtaammasta näytteenottokohdasta vaurioituneempaan päin. Lisäksi tutkimuksen on oltava edustava, joten on otettava useita näytteitä.

Materiaalinäytteen tulosten tulkinnassa on huomioitava, että esim. eristemateriaalissa ei itsessään välttämättä ole mikrobivauriota, vaan materiaalin on ajan saatossa kertynyt ulkoilman mikrobeja. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään toimenpiderajan ylityksenä vain, jos rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

## 2. PAH-näytteet

### 2.1. PAH-näyte materiaalista

Näytteet pakattiin tiiviisti alumiinifolioon ja uudelleensuljettavaan pussiin. PAH(16)-yhdisteiden kokonaismäärän ollessa yli 200 mg/kg käsitellään jäte yleensä vaarallisena jätteenä (Ratu 82-0381: Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku, osastointimenetelmä).

## 3. Asbestinäytteet

### 3.1. Asbestinäyte materiaalista

Materiaalinäyte pakattiin puhtaaseen sulkijapussiin. Näytteet analysoitiin akkreditoidussa laboratoriossa valomikroskoopilla tai pyyhkäisyelektronimikroskoopilla. Tulokseksi saadaan sisältääkö näyte asbestia vai ei.

## 4. Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman / eri tilojen välistä paine-eroa mitattiin Tinytag tallentavilla mittalaitteilla. Tulokset tallennettiin 30 s välein.

Seuraavassa taulukossa on esitetty tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä Asumisterveysoppaan (Aurola ja Välikylä, 2009) mukaisesti.

Taulukko 1: Tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä (Asumisterveysopas, 2009).

Ilmanvaihtotapa	Paine-ero	Huomautuksia
Painovoimainen ilmanvaihto	0 ... -5 Pa ulkoilmaan ± 0 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat voimakkaasti sään mukaan
Koneellinen poistoilmanvaihto	-5 Pa ... -20 Pa ulkoilmaan 0 ... -5 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	0 ... -2 Pa ulkoilmaan ± 0 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan

Jos alipaine on suurempi kuin 15 Pa, tulee alipaineen syy selvittää ja alipainetta mahdollisuuksien mukaan pienentää (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, 2016).

A-Insinöörien 2019 tekemässä rakennusten paine-erojen mittaussuhteessa on ehdotus tiiviiden rakennusten paine-erojen tavoitetasoista. Tavoitetasot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 2: Ilmanvaihtojärjestelmän aikaansaaman sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron tavoitetaso (Rakennusten paine-erojen mittaussuhte -projektin loppuraportti, 2019).

Rakennuksen tyyppi	Normaali käyttötilanne	Maksimiarvo	Lisätieto
Asuinpienitalo	0 ... -2 Pa	+2 ... -15 Pa (tehostus)	Pieni mitoitusilmavirta suhteessa ulkovaipan pinta-alaan tehostusratkaisut, esim. liesituuletin ja keskuspölynimuri, huomioidava suunnittelussa

Rakennuksen tyyppi	Normaali käyttötilanne	Maksimiarvo	Lisätieto
			lyhytaikainen ylipaine sallittua (ns. takkakytkintoiminto)
Asuinkerrostalo	0 ... -10 Pa	0 ... -15 Pa (tehostus)	Pienissä huoneistoissa suuri mitoitusilmavirta suhteessa ulkovaipan pinta-alaan tehostusratkaisut, esim. tehossäätöinen liesikupu, huomioitava suunnittelussa
Toimisto-, liiket- tai opetusrakennus, perustapaus	+5 ... -5 Pa	+5 ... -10 Pa	Ei erillispoistoja, mitoitusilmavirta noin 2 l/(s·m <sup>2</sup> ) vähäinen kosteuslisä
Paine-erojen hallinnan kannalta vaativa kohde	+5 ... -15 Pa	määritetään tapauskohtaisesti	Muuttuvaimavirtaiset ja siirtoilman käyttöön perustuvat järjestelmät, suuret mitoitusilmavirrat, poikkeuksellisen tiivis ulkovaippa, erillis- tai kohdepoistoja yli 25 m korkuinen rakennus

## 5. Kosteusmittaukset

### 5.1. Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, joissa saman rakenteen eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua arvoiltaan poikkeavat alueet. Epäilyt poikkeavasta kosteudesta tarkastetaan rakennekosteusmittauksin.

Pintakosteusmittalaitteen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttaa mm. rakenteiden sisässä olevat vesiputket, teräkset, lämmityskaapelit sekä mitattavan materiaalin koostumus ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Mittaustuloksia voidaan käyttää suuntaa-antavina ja eri mittauskohtien vertailussa (Ympäristöopas 2016).

Mittalaitteena käytettiin Gann LG1 pintakosteusmittalaitetta ja LB70 anturia. Mittalaittevalmistajan mukaan lukema-arvot tarkoittavat seuraavaa:

Betoni sisätiloissa:

- alle 70 → kuiva
- 70 – 110 → kostea
- yli 110 → märkä

## 5.2. Rakennekosteusmittaus

### 5.2.1. Porareikämittausmenetelmä

Porareikämittaukset tehtiin RT-14-10984 ohjetta noudattaen. Porareikämittausmenetelmällä voidaan selvittää rakenteen kosteusprofiili. Menetelmä on tarkimmillaan lämpötilan ollessa + 15 ... + 25 °C.

Mittaussyvyyksien ja kosteuspitoisuuksien arvioinnissa on tehty noudattaen ohjeita: Betonirakenteiden päällystäminen (2008) ja Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi (2015).

### 5.2.2. Näytepalamittaus

Näytepalamittaus tehtiin RT 14-10984 ohjetta noudattaen. Rakenteeseen porataan kuivaporausmenetelmällä halkaisijaltaan 50 ... 100 mm reikä ennalta määritetyille mittaussyvyyksille. Poraus ulotetaan viisi millimetriä mittaussyvyuden yläpuolelle, jonka jälkeen porattu reikä puhdistetaan tasaiseksi piikkaamalla ja imuroimalla. Tämän jälkeen reiässä irrotetaan piikkaamalla betonikappaleita, jotka asetetaan tiiviiseen mittaustastiaan yhdessä suhteellisen kosteuden mittapään kanssa tasaantumaan vakioämpötilaan mittapään tasaantumisajasta riippuen vähintään 5 ... 12 tunniksi. Vaaditun tasaantumisajan jälkeen tulokset luetaan mittalaitetta käyttäen. Menetelmää voidaan käyttää tutkittavan rakenteen lämpötilan ollessa - 20 ... + 80 °C.

Taulukko 3: Betonialustan suhteellisen kosteuden (RH %) enimmäisarvot (Lähde: Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet).

Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä (A)	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1 ... 3 cm:n syvyydellä (0,4 x A)
Muovimatot	85	
Linoleumi	85	
Kumimatot	85	
Korkkilaatat	85	75
Tekstiilimatot, jossa tiivis alusta (vinyyli, kumi, kumilateksisively)	85	
Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot	85	
Flokatut matot ja laatat	85	
Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta	90	75
Muovi-, kumi- ja linoleumilaatat	90	

## 6. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella

Merkkiainetutkimuksella selvitettiin eri rakenneliittymien tiiveyttä (ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteet). Merkkiainetutkimuksen avulla tutkittiin rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin. Merkkiainetutkimus tehtiin RT-kortin 14-11197 mukaisesti.



Merkkiainetutkimus tehtiin ensiksi tilojen normaalissa käyttöolosuhteessa ja toinen mittaus noin -10 Pa tilanteessa. Alipaineen aikaansaamiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, muu alipainepuhallin tai alipaine luodaan rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla.

Merkkiainetutkimuksessa merkkiainekaasua (5 % vetyä ja 95 % typpeä) johdettiin tutkittavaan rakenneosaan ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkittiin kaasuanalysaattorin avulla. Ilmavuotokohdat merkittiin, valokuvattiin ja kirjattiin ylös.

### 6.1.1. Epävarmuustarkastelu

Merkkiainekokeissa tärkeimmät kokeen luottavuuteen vaikuttavat tekijät ovat paine-ero, merkkiaineen leviäminen rakenteeseen ja mahdolliset havaintovirheet.

Tutkimuksessa on oltava sopiva ja jatkuva paine-ero sisäilman ja tutkittavan rakenteen välillä. Liiallinen paine-ero (yli 20 Pa) korostaa vuotohavaintoja ja voi johtaa virheellisiin havaintoihin. Jos alipainetta ei ole, tutkimusta ei voi tehdä. Paine-eroa on seurattava koko tutkimuksen ajan. Paine-eron vaihtelut muuttavat havaintokynnystä tehden tutkimuksista epäluotettavia.

Merkkiainekaasun syöttömäärä vaikuttaa tehtäviin havaintoihin. Rakenteen liian pienellä merkkiainekaasun määrällä ei saada ilmavuotoja esille. Kun taas liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti.

Erilaiset materiaaliominaisuudet on otettava huomioon merkkiainetutkimusten havainnoimisessa. Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (vrt. maalaamaton / maalattu) pinta. Suuret ilmavuodot voivat levittää merkkiainetta laajalle alueelle, jolloin tarkempien havaintojen teko on keskeytettävä (RT 14-11197).

## 7. Käytetyt mittalaitteet

### 7.1. Mittalaitteiden tarkkuus

Vaisala HMI41-näyttölaite

Mittausalue - 20...+ 60 °C:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 °C
Mittausalue % RH kosteus:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 % RH

Vaisala HMP42- ja HMP46-mittapää

Mittausalue - 40 ... + 100 °C	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C
Mittausalue 0 ... 90 % RH:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2 % RH
Mittausalue 90 ... 100 % RH:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 3 % RH
Kalibrointi:	maaliskuu 2022

HMP40S mittapää ja HM40 mittalaite

Mittausalue 0 ... + 40 °C:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C
Mittausalue - 40 ° ... 0 C:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,4 °C
Mittausalue 0 ... 90 % RH:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 1,5 % RH
Mittausalue 90 ... 100 % RH:	tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2,5 % RH
Kalibrointi:	maaliskuu 2022

**GANN Hydromette RTU 600, mittapää B 50**

Tiili / höyrykarkaistu kevytbetoni: < 50 = normaali kosteus; > 50 = kohonnut kosteus

Betoni: < 80 = normaali kosteus; > 80 = kohonnut kosteus

Levy rakenne / puu: < 40 = normaali kosteus; > 40 = kohonnut kosteus

**TSI DP-CALC 5815 paine-eromittalaite**

Paineen mittausalue: 0 ... ± 3735 Pa, tarkkuus ± 1 % tai ± 1 Pa

Kalibrointi: **toukokuu 2016** + kenttäkalibrointi ennen mittausta

**Viitteet**

- 1) A-Insinöörit, 2019. Rakennusten paine-erojen mittaushje -projektin loppuraportti.
- 2) Betonikeskus ry, 2015. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi.
- 3) HTP-arvot, 2018. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 4) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäongelmatapauksissa. VTT julkaisu 571.
- 5) Järnström Helena, 2007. Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672.
- 6) Kallio Sanna, 2017. Sisäilmatutkimusten mittaush- ja näytteenottotapahtuman sanallinen epävarmuustarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.
- 7) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja tutkimuskeskus Aducate.
- 8) Nordtest, 1998. NT Build 484. Building materials: Emission of volatile compounds – On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC).
- 9) Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry, 2011. Ratu 82-0381. Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku. Osastointimenetelmä.
- 10) Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry, 2011. Ratu 82-0382. PCB:tä tai lyijyä sisältävien saumamassojen purku.
- 11) Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry, 2011. Ratu 82-0383. Kosteus- ja mikrobivaurioiden rakenteiden purku.
- 12) Rakennustietosäätiö RTS, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.
- 13) Rakennustietosäätiö RTS, 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaush.
- 14) Rakennustietosäätiö RTS, 2015. RT 14-11197. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein.
- 15) Rakennustietosäätiö RTS, 2016. RT 18-11245. Haitta-ainetutkimus. Rakennustuotteet ja rakenteet.
- 16) Rakennustietosäätiö RTS, 2016. RT 18-11247. Asbestikartoitus, Tutkimusmenetelmä.
- 17) Rakennustietosäätiö RTS, 2016. RT 14-11239. Rakennuksen lämpökuvaush.
- 18) Rakennustietosäätiö RTS, 2018. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 19) RakMK D2-2012. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö.
- 20) Suomen säädöskokoelma, asetus kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta, 202/2006, Valtioneuvosto.
- 21) Suomen säädöskokoelma, Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista, 214/2007.
- 22) Suomen säädöskokoelma, Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista, 331/2013.
- 23) Suomen säädöskokoelma, asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, Ympäristöministeriö.

- 
- 24) Suomen säädöskokoelma, asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
  - 25) 1994/763 Terveysturvallisuuslaki.
  - 26) 2002/738. Työturvallisuuslaki.
  - 27) 2018/859. Säteilylaki.
  - 28) 2016/549. Tupakkalaki.
  - 29) 2018/1034. Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä.
  - 30) STMa 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 2015 sekä Valviran soveltamisohjeet 2016.
  - 31) Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti.
  - 32) Kansanterveyslaitos, 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen.
  - 33) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
  - 34) Pessi & Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
  - 35) <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (luettu 28.8.2019).
  - 36) Salonen Heidi (ym.), 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos.
  - 37) Suomen Betonitieto Oy, 2008. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet.
  - 38) Suomen betonitieto Oy ja lattian- ja seinäpäällysteliitto ry, 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen.
  - 39) Työterveyslaitos, 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, tavoitetaso TY-01-2012, [www.ttl.fi/tavoitetasot](http://www.ttl.fi/tavoitetasot)
  - 40) Työterveyslaitos, 2010. Mineraalikuitujen siivousohje.
  - 41) Työterveyslaitos, 2016. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Yhteistyössä Kosteus- ja hometalkoot ja Suomen JVT- ja Kuivausliikkeiden Liitto ry.
  - 42) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
  - 43) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019.
  - 44) Työterveyslaitos, 2016. Asbestikuitujen löytyminen työtiloista – toimintaohje ja terveysvaarat.
  - 45) Työterveyslaitos, 2020. Teolliset mineraalikuidut toimistotyypisissä työtiloissa. Esiintyminen, altistumisen arviointi, terveysvaikutukset ja päästöjen hallinta. ISBN 978-952-261-916-7.
  - 46) Terveysturvallisuuslaitos, 2017. Otsonointi sisäympäristössä, kirjallisuuskatsaus.