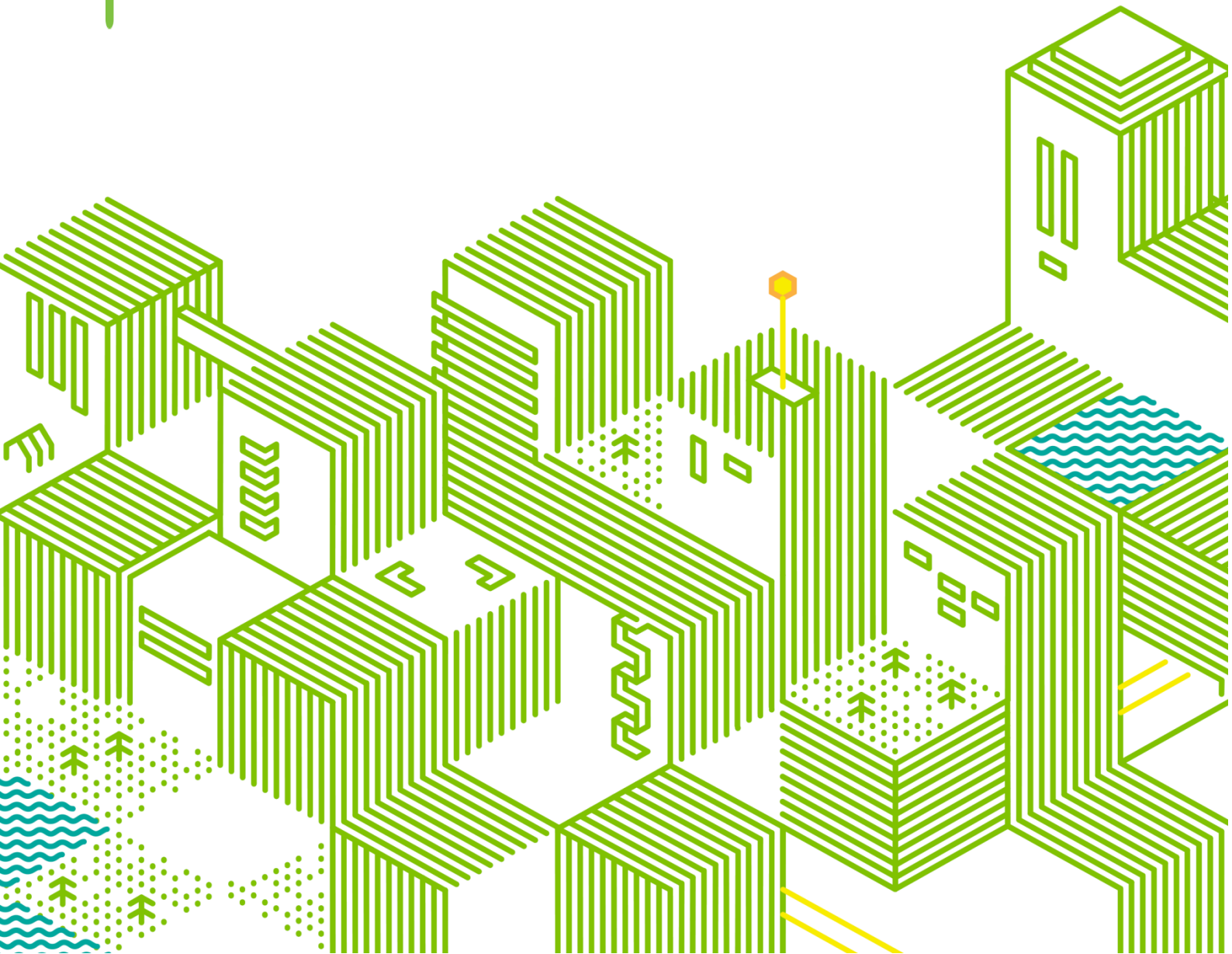


## Rakenne-, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Opinnäytetyö, RTA

17.9.2019

Tuomas Nykyri



## Sisältö

1	Tiivistelmä.....	4
2	Johdanto.....	5
3	Tutkimuksen perustiedot.....	6
3.1	Toimeksiannon tausta ja tavoitteet.....	6
3.2	Lähtötiedot.....	6
3.3	Kohteen yleistietoja.....	6
4	Alapohjarakenteet.....	7
4.1	Rakennetyypit.....	7
4.2	Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset.....	8
4.3	Rakenteesta tehdyt havainnot.....	8
4.4	Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset.....	10
4.4.1	Kosteuskartoitus.....	10
4.4.2	Rakennekosteusmittaukset.....	10
4.4.3	Rakenteiden ja materiaalien haitta-ainetutkimukset.....	11
4.5	Johtopäätökset.....	12
4.6	Toimenpide-ehdotukset.....	12
5	Ulkoseinärakenteet.....	12
5.1	Rakennetyypit.....	12
5.2	Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset.....	13
5.3	Rakenteesta tehdyt havainnot.....	13
5.4	Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset.....	18
5.4.1	Rakenteiden ja materiaalien mikrobiutkimukset.....	18
5.4.2	Merkkiainekoe.....	19
5.4.3	Rakenteiden ja materiaalien haitta-ainetutkimukset.....	21
5.5	Johtopäätökset.....	21
5.6	Toimenpide-ehdotukset.....	22
6	Vesikattorakenteet.....	22
6.1	Rakennetyypit.....	23
6.2	Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset.....	23
6.3	Rakenteesta tehdyt havainnot.....	23
6.4	Johtopäätökset.....	27
6.5	Toimenpide-ehdotukset.....	27
7	IV-selvitykset.....	28
7.1	Ilman sekoittuminen.....	28
7.2	Paine-eromittaukset.....	28
7.3	Olosuhdemittaukset.....	29
7.4	Pölyn koostumuksen analysointi.....	29
7.5	Johtopäätökset.....	29
7.6	Toimenpide-ehdotukset.....	30

17.9.2019

8	Kooste toimenpide-ehdotuksista .....	30
8.1	kiireelliset toimenpiteet (0-1 vuoden sisällä) .....	30
8.2	Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet .....	31
8.3	Normaalit toimenpiteet (1-3 vuoden sisällä).....	31
9	Liitteet .....	31

## 1 Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena on koulun lisärakennus ”Mökki”, joka on valmistunut vuonna 1991. Mökissä on kaksi opetustilaa sekä märkätila/wc. Mökissä on maanvastainen alapohja, julkisivut ovat puuverhoiltu ja vesikattona toimii pulpettikattoinen peltikatto. Rakennuksen ilmanvaihto on toteutettu koneellisella tulo-poistoilmavaihtojärjestelmällä. Rakennuksen sisäilmassa on havaittu puutteita ja tiilaja haluaa selvittää puutteiden aiheuttajaa rakenne-, kosteus- ja sisäilmateknisellä kuntotutkimuksella.

Merkittävimpinä sisäilman laatuun vaikuttavina tekijöinä ovat ulkoseinien lämmöneristeiden paikalliset mikrobivauriot sekä puutteet koneellisessa ilmanvaihdossa. Ilman sekoittuminen ja huuhtoutuminen on puutteellista sekä rakennus on merkittävästi ylipaineinen, joka lisää ulkovaipparakenteiden kosteusrasitusta. Tuloilma lämpötila sekä suutinkanavat suositellaan tarkastettavan ja säädettävän, jotta ilma saadaan paremmin suunnattua oleskeluvyöhykkeelle.

Ulkoseinät ovat puurunkorakenteisia ja julkisivuverhouksessa havaittiin ikääntymisen merkkejä sekä liittymärakenteiden epätiivelyskohtia, joiden kautta kosteus voi päästä kulkeutumaan ulkoseinärakenteeseen. Ulkoseinän lämmöneristeessä havaittiin paikallisia mikrobivaurioita, joiden kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista, koska höyrynsulun tiiveydessä havaittiin puutteita. Rakennus on kuitenkin seurantamittausten perusteella pääosan ajasta ylipaineinen, jolloin ilman kulkeutumissuunta on sisältä ulospäin. Tämän vuoksi epäpuhtauksien kulkeutuminen ulkoseinärakenteista sisäilmaan on epätodennäköistä, mutta paine-erojen muuttuessa mahdollista. Ulkoseinien rakenneteknisten puutteiden ja lämmöneristeiden mikrobivaurioiden vuoksi ulkoseinien peruskorjausta on suositeltavaa harkita lähitulevaisuudessa. Ulkoseinien peruskorjauksen jälkeen ilmanvaihdon ilmamäärät suositellaan mitattavaksi ja säädettäväksi koko rakennuksen laajuudelta. Siirtävänä korjauksena voidaan harkita ulkoseinien paikallisia vauriokorjauksia, ulkoseinärakenteiden tiivistämistä sekä rakennuksen pitämistä ylipaineisena, jolloin varmistetaan, että epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan ulkoseinärakenteista sisäilmaan.

Alapohjarakenteissa ei havaittu salaojajärjestelmän puutteelliseen toimintaan viittaavia vaurioita, kuten kohonneita kosteuspitoisuuksia lattiapinnoitteen alla. Nykyisen maanvastaisen alapohjarakenteen vuoksi, on tärkeää, että salaojajärjestelmä toimii suunnitellusti, joten salaojajärjestelmä suositellaan huuhdeltavan ja kuvattavan järjestelmän nykyisen kunnon selvittämiseksi.

Vaikka lattiapinnoissa ei havaittu merkittäviä puutteita, ovat ne ikääntyneet ja mattosaumat ovat paikoin epätiivittä, jonka vuoksi esimerkiksi pesuvedet voivat kulkeutua lattiapinnoitteen alle. Huomioiden lattiapinnoitteen iän, on suositeltavaa harkita lattiapinnoitteiden uusimista tai vähintäänkin epätiivien saumojen tiivistämistä kosteus- ja mikrobivaurioiden välttämiseksi.

Vesikatteessa havaittiin yksittäisiä maali- ja korroosiovaurioita sekä lehtiroskaa, joka voi lisätä vesikatton- ja ulkoseinärakenteiden kosteusrasitusta. Suunnitelmien mukaan vesikatteen alle ei ole asennettu aluskatetta, jonka vuoksi peltikatteen vesivuodot tai peltikaton alapintaan tiivistyvä kosteus voi aiheuttaa yläpohjarakenteille kosteusvaurioriskin. Sisäkatossa ei kuitenkaan havaittu viitteitä yläpohjarakenteiden kosteusongelmista. Vesikatolle suositellaan suoritettavan pinnoituskorjaus. Ulkoseinien peruskorjauksen yhteydessä on suositeltavaa varmistaa yläpohjan riittävä tuuletus.

## 2 Johdanto

Sitowise on lähes 1 700 hengen asiantuntijayritys, joka tarjoaa asiakkailleen kaikki rakennetun ympäristön suunnittelu-, asiantuntija- ja digitaaliset palvelut saman katon alta. Sitowise on Suomen suurimpia suunnittelu- ja konsultointitoimistoja. Sitowise toimii 20 paikkakunnalla Suomessa ja sillä on tytäryhtiöitä Ruotsissa, Norjassa, Virossa ja Latviassa.

Sisäilmatutkimuksien ja konsultoinnin tavoitteena on tarjota tilaajalle erityisasiantuntijapalveluita sisäilmaongelmien ratkaisemiseksi. Sisäilmastotutkimuksilla selvitetään rakennusten sisäilman laadua, ilman epäpuhtauksia ja rakenteiden vaurioita eri tutkimusmenetelmin. Oikein suunnitelluilla tutkimuksilla pystytään saavuttamaan sopivat ja kustannustehokkaat jatkotoimenpidesuosituksot. Tutkimusten laajuus ja tavoitteet määritetään aina tapauskohtaisesti tilaajan toiveiden mukaisesti.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään vuonna 1991 valmistunutta koulun lisärakennusta, jossa käyttäjät ovat kokeneet puutteita sisäilman laadussa. Kenttätutkimukset sisälsivät aistinvaraisen kartoituksen lisäksi rakenneavauksia, materiaalinäytteenottoa, kosteusmittauksia sekä ilmanvaihdon selvityksiä. Toimin projektissa vastuullisena kuntotutkijana. Kenttätyöt toteutettiin yhdessä tutkimustiimin kanssa. Tutkimustiimiin kuului lisäksi avustava kuntotutkija sekä LVI-asiantuntija. Tutkimusten kenttätyöt suoritettiin 12.-15.1.2019.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakenteiden mahdolliset puutteet ja vauriot, joiden perusteella määritettiin rakenteiden korjaustarpeet ja suositeltava korjausjohtajankohta. Korjaussuosituksot annettiin määritettyjen korjaustarpeiden mukaisesti.

Tutkimuksen suorituksessa ja raportoinnissa sovelletaan Ympäristöministeriön ”Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus – Ympäristöopas 2016” ohjeita.

### 3 Tutkimuksen perustiedot

#### 3.1 Toimeksiannon tausta ja tavoitteet

Tutkimuksen kohteena on koulun lisärakennus ”Mökki”. Mökissä on havaittu puutteita sisäilmassa ja tilaaja haluaa selvittää puutteiden aiheuttajaa rakenne-, kosteus- ja sisäilmateknisellä tutkimuksella. Tämän tutkimussuunnitelman sisältö perustuu 19.12.2018 tehtyyn kiinteistökierrakseen.

Tutkimusmenetelmät ja –kuvaukset on eritelty tarkemmin liitteessä 1.

#### 3.2 Lähtötiedot

Tutkimuksen suoritusta varten tilaajalta on saatu käyttöön seuraavat asiakirjat:

- arkkitehtipiirustuksia, P&P Manner arkkitehtitoimisto, vuodelta 1989
- rakennepiirustuksia, Insinööritoimisto PONTEK Ky, vuodelta 1989
- vesi- ja viemäripiirustuksia, Insinööritoimisto LÅNG Oy, vuodelta 1989
- ilmanvaihtopiirustuksia, Insinööritoimisto LÅNG Oy, vuodelta 1989

Alla on luetteloitu merkittävimmät tutkimukset ja korjaukset

- Rakennuksen korjaushistoria ei selviä lähtötiedoista.

#### 3.3 Kohteen yleistietoja

Koulun lisärakennuksena toimiva ”Mökki” on valmistunut vuonna 1991. Mökissä on kaksi opetus-tilaa sekä pesuhuone/wc. Rakennuksessa on maanvastainen alapohjarakenne, julkisivut ovat puuverhoiltu ja vesikattona toimii peltikatteinen pulpettikatto. Rakennuksessa on koneellinen poisto- ja tuloilmanvaihto.

##### **Kohteen tietoja:**

Rakennusten lkm	1 kpl
Kerros määrä	1
Valmistumisvuosi	1991
Rakennustyyppi	koulu
Kokonaisala	93 m <sup>2</sup>
Tilavuus	330 m <sup>3</sup>

17.9.2019



Kuva 3.1 Asemapiirustus

## 4 Alapohjarakenteet

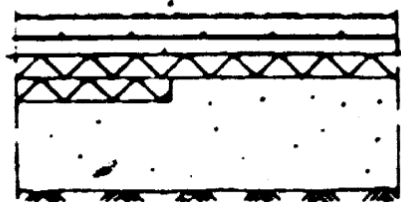
Käytössä olleiden suunnitelmien ja suoritettujen rakenneavausten perusteella rakennuksen alapohjana toimii maanvastainen betonilaatta. Lattian pintamateriaalini toimii pääosin linoleummatto. Märkätilan kohdalla alapohjan lattiapinnoitteena on keraaminen laatoitus.

Suunnitelmien ja havaintojen perusteella rakennuksen ympärille on asennettu salaojajärjestelmä. Salaojajärjestelmän on varustettu tarkastuskaivoin ja putkitus tarkastuskaivojen välillä on toteutettu muovisilla salaojaputkilla ( $\varnothing$  100 mm).

### 4.1 Rakennetyypit

*K-ARYOT*

*0,28 W/M<sup>2</sup>K ! 0,27 W/M<sup>2</sup>K*



4.1 Suunnitelman  
pohjarakenne AP1

mukainen ala-

AP 1


Pintamateriaali  
80 mm Teräsbetonilaatta  
Suojapaperi  
50 mm Solupolyst. levy,  
reuna-alueella 100 mm  
≥ 200 mm Sepeli tai sora

4.2 Suunnitelman  
pohjarakenne AP1

mukainen ala-



Rakenneavauksen RA.01-AP mukainen alapohjarakenne AP1	
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali
-	linoleummatto
90	betoni
100	EPS
>200	sora/hiekka (avausta ei jatkettu)



Suunnitelmien mukaista suojapaperia ei havaittu teräsbetoniin ja EPS levyn välissä.

#### 4.2 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

Lähtötiedoista ei selviä alapohjarakenteiden korjaushistoriaa.

#### 4.3 Rakenteesta tehdyt havainnot

Linoleumimatto on havaintojen perusteella alkuperäinen. Linoleumimatoissa havaittiin ikääntymisen merkkejä, kuten saumojen halkeilua. Lisäksi lattialistan sekä lattian liittymien elastinen sauma on yleisesti halkeillut.

Linoleummaton tartunnassa alustaansa ei havaittu puutteita, eikä viiltokosteusmittausten yhteydessä linoleummaton alla havaittu poikkeavia hajuja.

Sääolojen vuoksi vain yhtä salaojajärjestelmän tarkastuskaivoa päästiin tarkastelemaan. Aistinvaraisen kartoituksen perusteella salaojajärjestelmässä ei havaittu puutteita. Muovinen salaojaputkitus on asennettu havaintojen perusteella noin 90 cm alapohjan yläpinnan alapuolelle.

Havainnoja alapohjarakenteista on esitetty kuvissa 4.3–4.10.



4.3 Yleiskuva opetustilasta



4.4 Yleiskuva pieniryhmähuoneesta



17.9.2019



4.5 Yleiskuva märkätilasta



4.6 Linoleummaton sauma auki



4.7 Lattialistan ja lattian liittymän elastinen saumaus rakoilee



4.8 Lattialistan ja lattian liittymän elastinen saumaus rakoilee



4.9 Linoleummaton liima-aineksessa ei havaittu merkkejä vaurioitumisesta



4.10 Märkätilan elastisten saumaukset rakoilevat

17.9.2019



4.11 Salaojajärjestelmän tarkastuskaivo



4.12 Salaojaputki

## 4.4 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

### 4.4.1 Kosteuskartoitus

Kosteuskartoitus käsitti alapohjarakenteen pintakosteuskartoituksen koko rakennuksen laajuudelta. Pintakosteuskartoituksen yhteydessä alapohjarakenteissa ei havaittu poikkeavia tai kohollaan olevia pintakosteusarvoja.

### 4.4.2 Rakennekosteusmittaukset

Alapohjarakenteiden rakennekosteusmittauspaikat valittiin pistokoeluonteisesti käyttäjien päivärutiinit huomioiden. Rakennekosteusmittauksilla tarkasteltiin alapohjarakenteiden kosteusteknistä toimintaa ja pyrittiin arvioimaan mahdollisen kosteuslähteen aiheuttajaa.

Kosteusmittaukset suoritettiin viiltokosteusmittauksina (VM.01...VM.04) ja porareikämittauksina (KO.01...KO.02). Viiltokosteusmittaukset suoritettiin 12.2.2019. Porareikämittaukset suoritettiin kahteen eri mittapisteeseen, kolmeen eri syvyyteen. Kosteusmittausputket asennettiin 12.2.2019 ja kosteusmittaustulokset luettiin 15.2.2019.

Rakennekosteusmittausten sijainnit on esitetty raportin liitteenä olevissa tutkimuskartoissa (Liite 2). Mittaustulokset on esitetty taulukossa 4.1. sekä liitteenä 7 olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa.

Taulukko 4.1. Suoritetut rakennekosteusmittaukset

Tunnus	Tila	Rakenne	Mittaus- syvyys (mm)	Suhteel- linen kosteus (RH%)	Lämpö- tila (°C)	Huokosilman kosteuspitoi- suus (g/m <sup>3</sup> )
VM.01	Pienryhmäh.	linoleum/betoni	viilto	46,7	+20,9	8,5
VM.02	Eteinen	linoleum/betoni	viilto	55,4	+20,6	9,9
VM.03 (ref.)	Opetustila	linoleum/betoni	viilto	56,0	+19,9	9,6
VM.04	Opetustila	linoleum/betoni	viilto	41,6	+19,7	7,1
	Sisäilma 12.2.2019			19,1	+21,6	3,6
	Ulkoilma 12.2.2019			76,7	-1,6	3,3
KO.01	Pienryhmäh.	betoni	30	40,5	+19,8	6,92
		betoni	60	45,4	+19,4	7,60
		EPS	100	45,3	+19,3	7,54
KO.02	Opetustila	betoni	30	54,6	+18,7	8,75
		betoni	60	55,3	+18,8	8,94
		EPS	100	50,1	+18,8	8,10
	Sisäilma 15.2.2019			24,5	+21,5	4,50
	Ulkoilma 15.2.2019			51,3	+8,1	4,28

Maanvastaisissa alapharakenteissa ei havaittu normaalista poikkeavia kosteusarvoja.

#### 4.4.3 Rakenteiden ja materiaalien haitta-ainetutkimukset

Lattian linoleummatosta otettiin materiaalinäyte haitta-ainetutkimuksia varten. Linoleumista tutkittiin asbesti.

Analyysien tulokset on esitetty taulukoissa 4.2.

Taulukko 4.2. Asbestianalyysin tulokset

Näyte	Näytteen sijainti	Tulos
ASB.02	lattian linoleummatto	Ei sisällä asbestia

Tulosten perusteella lattian linoleummatto ei sisällä asbestia.

## 4.5 Johtopäätökset

Tutkimusten yhteydessä ei sisätiloissa havaittu viitteitä salaojajärjestelmän puutteellisesta toiminnasta, kuten alapohjarakenteiden kohonneita kosteuspitaisuuksia. Huomioiden nykyisen alapohjarakenteen sekä suhteellisen tiiviin lattiatpinnoitteen, on erittäin tärkeää, että salaojajärjestelmä toimii suunnitellulla tavalla.

Linoleumimaton arvioitu tekninen käyttöikä on normaalissa rasitusluokassa 30 vuotta, joten linoleumimaton arvioitu tekninen käyttöikä alkaa lähestymään loppuaan. Aistinvaraisessa tarkastelussa linoleumimatoissa havaittiin ikääntymisen merkkejä kuten saumojen halkeilua. Lisäksi lattialistan ja lattian liittymän elastinen saumaus on yleisesti epätiivis. Epätiivien saumojen/listojen kautta mahdolliset pesuedet tai kenkien mukana tuleva vesi/lumi saattavat kulkeutua maton alle tai ulkoseinärakenteeseen vaurioittaen linoleummattoa sekä ulkoseinän sisäpuolen alaosa.

## 4.6 Toimenpide-ehdotukset

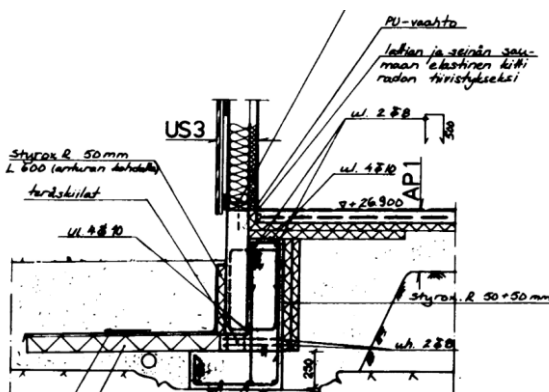
Salaojajärjestelmän suositeltu huuhtelu ja kuvaus väli on 5 vuotta. Koska salaojajärjestelmän huoltohistoria ei selviä lähtötiedoista on salaojajärjestelmälle suositeltavaa suorittaa huuhtelu ja kuvaus.

Koska linoleumimaton käyttöikä alkaa lähestymään loppuaan ja linoleumimatoissa havaittiin jo ikääntymisen merkkejä, voidaan suositella harkitsemaan linoleumimattojen uusimista koko rakennuksen osalta. Mikäli linoleumimattoja ei vielä uusita, on suositeltavaa paikata linoleumimattojen epätiivisyyskohdat sekä lattialistojen elastiset saumaukset, jottei pesuedet vahingoita linoleumimattoja tai ulkoseinien alaosa.

## 5 Ulkoseinärakenteet

Rakennuksen ulkoseinät ovat puurunkorakenteisia. Julkisivut ovat puuverhoiltuja ja maalattuja. Rakennuksen ikkunat ovat kaksipuitteiset puuikkunat. Rakennuksessa on betoniset sokkelit. Sokkeleiden saumaukset ovat toteutettu elastisin saumauksin. Rakennuksessa on suunnitelmien mukaan yhtä rakennetyyppiä olevaa seinärakennetta.

### 5.1 Rakennetyypit



5.1 Suunnitelman mukainen ulkoseinä- ja sokkelirakenne US3

US 3 K-ARVO 0,27 W/M<sup>2</sup>K

50 mm Lomalaudoitus 22+22 mm  
 25 mm Vaakalauta ja tuuletusrako  
 9 mm Kipsilevy  
 125 mm Puurunko ja min. villa  
 0,2 mm Muovikalvo  
 45 mm Koolaus ja min. villa  
 13 mm Kipsilevy  
 Pintamateriaali


5.2 Suunnitelman mukainen ulkoseinärakenne US3

17.9.2019

Rakennearvauksilla RA.02-US...RA.04-US todennettu ulkoseinärakenne US3 ulkoa sisälle päin	
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali
2 x 25	lomalaudoitus
25	vaakalaudoitus/tuuletusväli
9	tuulensuojakipsilevy
125	puurunko/mineraalivilla
-	Höyrinsulku (avausta ei jatkettu)



Rakennearvauksella RA.01-US ja RA.05-US todennettu ulkoseinärakenne US 3 sisältä ulospäin päin	
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali
13	kipsilevy
50	puurunko/mineraalivilla
-	höyrinsulku (avausta ei jatkettu)



## 5.2 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

Ulkoseinä- ja sokkelirakenteiden korjaushistoria ei selviä lähtötiedoista.

## 5.3 Rakenteesta tehdyt havainnot

Julkisivulaudoituksessa havaittiin ikääntymisen merkkejä, kuten yksittäisiä lohkeamia halkea ja haristumaa. Havaintojen perusteella suositeltu huoltomaalausväli on ylitetty.

Julkisivun ja ikkunapellityksen liittymät havaittiin paikoin epätiiviksi. Rakennearvauksen yhteydessä tuulensuojakipsilevyssä havaittiin paikallisia kosteusjälkiä. Runkopiissa ei kuitenkaan havaittu normaalista poikkeavia kosteusarvoja. Rakennearvauksen RA.02-US ja RA.03-US yhteydessä julkisivun tuuletusvälissä havaittiin vanhoja ampiasispesiä. Lisäksi rakennearvauksen yhteydessä ulkoseinän lämmöneristeessä havaittiin lievää ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa.

Rakennearvauksen RA.02-US kohdalla höyrinsulkumuovi ei ole tiivis. Rakennearvauksen perusteella alajuoksun ja sokkelin väliin on asennettu kermikaistale. RA.04-US alajuoksun alapuolella kermin lisäksi havaittiin myös vähäisiä määriä mineraalivilla.



17.9.2019

Rakennuksen sokkelirakenne on paikoin matala (<200 mm). Sisäänkäynnin edustalla lumikasat nojaavat julkisivulaudoitusta vasten. Lisäksi sokkelin elastiset saumat rakoilevat ja sokkelissa havaittiin yksittäinen lohkeama saumauksen kohdalla. RA.01-SO perusteella sokkeli on suunnitelmien mukaisesti betonirakenteinen ilman sokkelihalkaisua (poraus suoritettiin noin 90 mm syvyydelle sokkelin ulkopinnasta).

Ulkoseinärakenteiden sisäpinoissa havaittiin yksittäisiä halkeamia, jotka ovat todennäköisesti aiheutuneet rakenteiden kosteus- ja lämpöliikkeistä.

Havaintoja julkisivu- ja sokkelirakenteista on esitetty kuvissa 5.3–5.25.



5.3 Yleiskuva julkisivusta



5.4 Julkisivun tuuletusrako ikkunan kohdalla



5.5 Julkisivun tuuletusrako



5.6 Julkisivulaudoitus on toteutettu paikoin lyhyillä laudoilla

17.9.2019



5.7 Julkisivulaudoituksessa halkeilua



5.8 Julkisivulaudoituksessa haristumaa



5.9 Julkisivulaudoituksen lohkeama ja maalipinnan kulumaa



5.10 Julkisivun ja ikkunapellityksen liittymä ei ole tiivis



5.11 Julkisivun ja ikkunapellityksen liittymä ei ole tiivis



5.12 Julkisivun tuuletusvälissä vanha ampiaispesä (RA.02-US)



17.9.2019



5.13 Tuulensuojalevyssä kosteusjälkiä (RA.03-US)



5.14 Ulkoseinän lämmöneristeessä todennäköisesti ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa (RA.03-US)



5.15 Höyrinsulkumuovi ei ole tiivis (RA.02-US)



5.16 Alajuoksupuun ja sokkelin väliin on asennettu suunnitelmien mukainen bitumikermi



5.17 RA.04-US yhteydessä alajuoksupuun alla havaittiin vähäisiä määriä mineraalivillaa



5.18 Ulkoilmasäleikkö täynnä lehtiroskaa

17.9.2019



5.19 Lumet nojaavat julkisivulaudoitukseen sisäänkäynnin kohdalla



5.20 Matalan sokkelirakenteen vuoksi laudoitus kiinni lumessa ja laudoituksessa haristumaa (lounaisjulkisivu)



5.21 Matala sokkelirakenne (<200 mm)



5.22 Sokkelin elastinen saumaus rakoilee (koillisjulkisivulla)



5.23 Sokkelissa lohkeama sekä elastisen saumaus rakoilee (lounaisjulkisivu)



5.24 Sokkelin rakenneavaus (RA.01-SO)



17.9.2019



5.25 Sisäverhouslevyssä halkeama



5.26 Sisäverhouslevyssä halkeama

## 5.4 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

### 5.4.1 Rakenteiden ja materiaalien mikrobitutkimukset

Ulkoseinärakenteiden alaosa otettiin 10 kpl materiaalinäytettä mikrobitutkimuksia varten. Näytteidenottopaikat on merkitty liitteessä 2 oleviin tutkimuskarttoihin. Näytteet otettiin:

- ulkoseinän lämmöneristeestä höyrynsulun ulkopuolelta 6 kpl
- alajuoksupuusta höyrynsulun ulkopuolelta 2 kpl
- ulkoseinän lämmöneristeestä höyrynsulun sisäpuolelta 2 kpl.

Näytteet on esitetty taulukossa 5.1. ja materiaalinäytteiden analyysivastaukset on esitetty liitteessä (Liite 3).

17.9.2019

Taulukko 5.1. Materiaalien mikrobiutkimukset

Tunnus	Tila	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MA.01	pienryhmä.	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolelta)	mineraalivilla	heikko viite vauriosta
MA.02	pienryhmä.	alajuoksu (höyrynsulun ulkopuolella)	puu	ei viitettä vauriosta
MA.03	opetustila	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolelta)	mineraalivilla	vahva viite vauriosta
MA.04	opetustila	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolelta)	mineraalivilla	vahva viite vauriosta
MA.05	opetustila	alajuoksu (höyrynsulun ulkopuolella)	puu	ei viitettä vauriosta
MA.06	pienryhmä.	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolelta)	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
MA.07	opetustila	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolelta)	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
MA.08	eteinen	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolelta)	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
MA.09	opetustila	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun sisäpuolelta)	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
MA.10	pienryhmä	ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun sisäpuolelta)	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta

Laboratoriotulosten perusteella höyrynsulun ulkopuolelta otetuista ulkoseinän lämmöneristenäytteistä kolmessa näytteessä kuudesta havaittiin viitteitä vauriosta (3/6). Alajuoksupuunäytteissä ei havaittu kosteusvaurioon viittavia mikrobeja (0/2).

Höyrynsulun sisäpuolisesta ulkoseinän lämmöneristeestä otetuissa näytteissä ei todettu kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (0/2).

#### 5.4.2 Merkkiainekoe

Tiiveystarkastelua varten merkkiainekokeet suoritettiin ulkoseinärakenteille. Merkkiainekokeiden suoritusalueet on esitetty raportin liitteenä olevissa tutkimuskartoissa (Liite 2).

Merkkiainekokeiden aikana tilat alipaineistettiin noin – 10 Pascalia alipaineisiksi ulkoilmaan nähden. Merkkiainekaasuna käytettiin typpi-vety-seosta (N2 95%, H2 5%). Merkkiainekaasu syötettiin ulkoseinärakenteen höyrynsulun ulkopuoliseen lämmöneristetilaan ulkopuolelta porareian kautta.

17.9.2019

Merkkiainekokeissa kaasunilmaisimena käytettiin Kimo DF110-vetyanalysaattoria. Merkkiaineko-keita suoritettiin kahdessa eri tilassa.

Merkkiainekokeiden havainnot:

- ikkunaliittymissä havaittiin selkeitä ilmavuotokohtia
- ulkoseinän ja alapohjan liittymässä selkeitä havaittiin ilmavuotokohtia
- yksittäisen patterikiinnikkeen kohdalla havaittiin ilmavuotokohtia

Merkkiainekokeissa havaitut merkittävät vuotokohdat on esitetty alla olevissa kuvissa 5.25-5.30.



5.27 Ilmavuotokohta ulkoseinän ja alapohjan liittymässä (pienryhmähuone)



5.28 Ilmavuotokohta ikkunaliittymässä (pienryhmähuone)



5.29 Ilmavuotokohta ikkunaliittymässä (pienryhmähuone)



5.30 Ilmavuotokohta alapohjan ja ulkoseinän liittymässä (opetustila)

17.9.2019



5.31 Ilmavuotokohta ikkunaliittymässä (opetus-tila)



5.32 Ilmavuotokohta patterikiinnikkeen kohdalla (opetustila)

### 5.4.3 Rakenteiden ja materiaalien haitta-ainetutkimukset

Ulkoseinän rakenneavauksen RA.02-US yhteydessä otettiin materiaalinäyte alajuoksun alapuolelta bitumikermitä haitta-ainetutkimuksia varten. Bitumikermitä tutkittiin asbesti ja PAH-yhdisteet. Analyysien tulokset on esitetty taulukoissa 5.2. ja 5.3.

Taulukko 5.2. Asbestianalyysin tulokset

Näyte	Näytteen sijainti	Tulos
ASB.01	Bitumikermit	Ei sisällä asbestia

Tulosten perusteella bitumikermit ei sisällä asbestia.

Taulukko 5.3 PAH-analyysi tulokset

TULOKSET: Näytteenottaja: Tuomas Nykyri		[mg/kg]																
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Nuhtaleeni	Asenafaleeni	Asenafteeni	Fluoreeni	Fenantreeni	Antraaseeni	Fluorantreeni	Pyreeni	Bentso(a)anttraaseeni	Krysenei	Bentso(b)fluorantreeni	Bentso(k)fluorantreeni	Bentso(i)pyreneeni	Indenol(1,2,3-cd)pyreneeni	Dibentso(a,h)anttraaseeni	Bentso(ghi)perylenei	PAH-yht.*
PAH.01	Ulkoseinän alajuoksun alapuolinen bitumikermit	< 2	< 2	< 2	< 2	5,3	6	< 2	< 2	< 2	6,5	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30

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

Näytettä PAH.01 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.

### 5.5 Johtopäätökset

Julkisivujen epätiiveyskohtien kautta ulkoseinien lämmöneristekerrokseen pääsevä kosteus voi aiheuttaa rakenteessa kosteus- ja mikrobivaurioita, etenkin jos ulkoseinän tuuletus on heikentynyt esim. tuuletusaukkojen tukkeutuessa. Mikäli seinän tuuletus heikentyy, rakenteeseen päätyneet kosteus ei pääse poistumaan rakenteesta suunnitellusti. Otettujen materiaalinäytteiden perusteella seinissä havaittiin paikallisia mikrobivaurioita ulkoseinän höyrinsulun ulkopuolisessa lämmöneristeessä. Runkopiissa ei havaittu vaurioita.

Ulkoseinärakenteen höyrinsulun sisäpintaan on asennettu 50 mm paksu lämmöneristekerros. Ympäristöopas 2016 – ”Rakennusten kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus” mukaan, mikäli höyrinsulun sisäpintaa on asennettu lämmöneriste, on suositeltavaa, että höyrinsulku on selvästi

17.9.2019

rakenteen lämpimällä puolella. Lämmöneristekerrosten paksuuksien suhde höyrynsulun eri puolilla tulisi olla korkeintaan 1:3. Nykyisessä rakenteessa lämmöneristeiden suhde on 2:5. Rakennuksen ollessa ylipaineinen on mahdollista, että sisäpuolinen kosteus tiivistyy höyrynsulun pintaan kylmänä vuodenaikana. Tällöin höyrynsulun sisäpuolinen lämmöneriste voi vaurioitua. Otettujen materiaalinäytteiden perusteella höyrynsulun sisäpuolisessa lämmöneristeessä ei kuitenkaan havaittu mikrobivaurioita.

Höyrynsulun tiiveydessä todettiin aistinvaraisesti sekä merkkiainekokein epätiiveyskohtia tavanomaisesti ulkoseinän liittymärakenteiden kohdalla. Paine-eromittausten perusteella rakennus on tällä hetkellä pääosan ajasta ylipaineinen ja ilman kulkeutumissuunta on sisältä ulospäin, joten on epätodennäköistä, mutta ei poissuljettua, että epäpuhtaudet kulkeutuisivat tällä hetkellä sisäilmaan. Seurantamittausten perusteella pidemmän tuuletuksen aikana paine-ero muuttuu lievästi alipaineiseksi, jolloin ilman kulkeutumissuunta ulkoa sisälle päin. Tällöin epäpuhtaudet voivat päästä kulkeutumaan ulkoseinärakenteiden epätiiveyskohtien kautta sisäilmaan heikentäen sen laatua.

Sisäänkäynnin kohdalla sokkelirakenne on matala, mikä lisää ulkoseinärakenteiden alaosien kosteusrasitusta. Sokkelin elementtisaumoissa havaittiin yleisesti halkeilua, lohkeilua sekä paikoin tartunnan heikentymistä. Havaintojen perusteella sokkelien elementtisaumojen tekninen käyttöikä alkaa lähestymään loppuaan.

## 5.6 Toimenpide-ehdotukset

Huomioiden julkisivulaudoituksen ikääntymisen sekä höyrynsulun epätiiveyden, on suositeltavaa harkita ulkoseinärakenteiden peruskorjausta. Ulkoseinien peruskorjauksessa ulkoverhouksen ja ulkoseinän lämmöneristeet puretaan ja uusitaan, koska höyrynsulku ei ole tiivis, on suositeltavaa, että höyrynsulku uusitaan korjauksen yhteydessä. Höyrynsulun uusiminen vaatii myös sisäverhouksen purkua.

Vaihtoehtoisesti peruskorjausta siirtävänä korjauksena ulkoseinärakenteille on mahdollista suorittaa paikalliset vauriokorjaukset, jossa todetut vauriokohdat korjataan yli vaurioalueen, höyrynsulku tiivistetään ja rakennus pidetään ylipaineisena, jolloin varmistetaan, ettei mahdolliset epäpuhtaudet pääse kulkeutumaan sisäilmaan. Korjausten yhteydessä epätiivit ikkunaliittymät suositellaan tiivistettävän lisävaurioiden välttämiseksi.

Tutkimustulosten perusteella ulkoseinän lämmöneristeissä on paikallisia mikrobivaurioita. Vauriolaajuuksia on tarvittaessa mahdollista tarkentaa lisänäytteenotoilla.

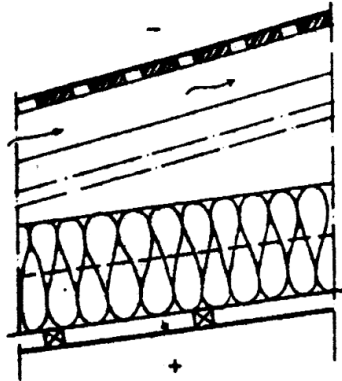
Sokkelin elastiset saumaukset ovat jo ikääntyneet ja niiden uusiminen on suositeltavaa suorittaa lähivuosina.

## 6 Vesikattorakenteet

Rakennuksen vesikatto on maalattu rivipeltikatteen pulpettikatto. Vesikaton sadeveden poisto on toteutettu jalkarännein sekä ulosheittokouruin.



## 6.1 Rakennetyypit



0,5 mm	Pelti
32 mm	Ruodelaudoitus
	Tuuletus
	Tehdasvalm. puuristikot
300 mm	Puhallusvilla
0,2 mm	Muovikelmu
45 mm	Koolaus
13 mm	Gyproc-levy
	Pintamateriaali

6.1 Suunnitelman  
pohjarakenne YP1

mukainen ylä-

6.2 Suunnitelman  
pohjarakenne YP1

mukainen ylä-

## 6.2 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

Lähtötiedoista ei selviä vesikattorakenteiden korjaushistoriaa.

## 6.3 Rakenteesta tehdyt havainnot

Havaintojen perusteella yläpohjan tuuletus on toteutettu räystäälle jätettyjen ilmarakojen kautta.

Vesikatteessa ei havaittu merkittäviä vaurioita. Peltikatteen maalipinta on ikäännytynyt ja siinä on paikallisia maalivaurioita sekä yksittäisiä korroosiovaurioita. Putkiläpivientien liittymiä on tiivistetty elastisella massalla ja ne ovat jo ikäänntyneet. Suunnitelmien mukaan peltikatteen alle ei ole asennettu aluskatetta.

Jalkaränneissä ja ulosheittokourussa havaittiin melko runsaasti lehtiroskaa, jonka vuoksi sadevedet ovat todennäköisesti tulvineet räystäään yli. Lisäksi räystäslaudoituksessa havaittiin tummentumaa.

Sisäkatossa ei havaittu merkittäviä vaurioita. Höyrynsulun tiiveyttä ei päästy aistinvaraisesti todentamaan nykyisen sisäkattorakenteen vuoksi. Opetustilan sisäkatossa havaittiin yksittäisiä halkeamia sekä yksittäisessä akustiikkalevyssä havaittiin tummentumaa.

Eteisen sisäkatossa havaittiin todennäköisesti vanha vesivuotojälki IV-kanavan kohdalla. Vuotojälkien kohdalla sisäkattoa on avattu ja sisäkatto on paikattu peltilevyllä. Peltilevyn kautta tarkasteltuna, sisäkaton yläpuolisessa tilassa ei havaittu poikkeavia hajuja tai kosteusjälkiä. Eteisen kohdalla sisäkatossa kulkee IV-tekniikkaa.

IV-koneiden tarkastusluukut eivät ole aistinvaraisten havaintojen perusteella ilmatiiviitä ja tarkastusluukkujen kohdalla sisäkatossa havaittiin mineraalivillaa, joka toimii todennäköisesti IV-koneiden äänieristeenä.

Havaintoja alapohjarakenteista on esitetty kuvissa 6.1–6.19.

17.9.2019



6.1 Yleiskuva vesikatosta



6.2 Yläpohjan tuuletusrako räystäällä



6.3 Yläpohjan tuuletusrako räystäällä



6.4 Vesikatteen maalivaurioita



6.5 Vesikatteen maali- ja korroosiovauriota



6.6 Lämpivientien elastiset tiivistykset ikääntyneitä

17.9.2019



6.7 Läpivientien elastiset tiivistykset ikääntyneitä



6.8 Jalkaränneissä lehtiroskaa



6.9 Ulosheittokourussa lehtiroskaa



6.10 Räystäällä veden tulvimisjälkiä



6.11 Sisäkattolevyssä halkeama (opetustila)



6.12 Akustiikkalevyssä tummentumaa, sisäkattossa ei vaurioita (opetustila)



17.9.2019



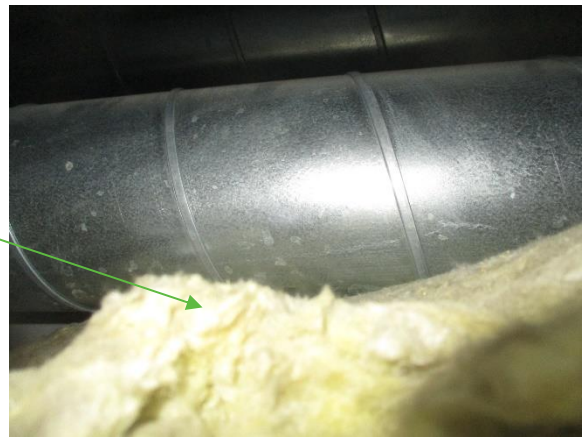
6.13 Eteisen sisäkatossa todennäköisesti vanhoja vesivuotojälkiä



6.14 Eteisen sisäkatossa todennäköisesti vanhoja vesivuotojälkiä



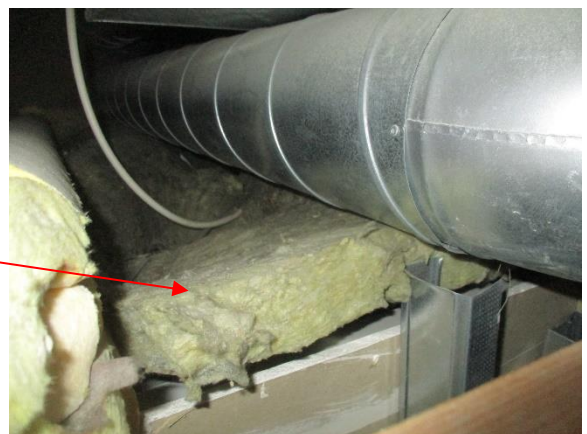
6.15 IV-kanavan kohdalla sisäkatossa mineraalivilla näkyvillä



6.16 IV-kanavan kohdalla sisäkatossa mineraalivilla näkyvillä



6.17 IV-kanavan kohdalla sisäkatossa mineraalivilla näkyvillä



6.18 IV-kanavan kohdalla sisäkatossa mineraalivilla näkyvillä



6.19 IV-kanavan läpivienti

## 6.4 Johtopäätökset

Peltikatteessa havaittiin paikallisia maali- ja korroosiovaurioita, joiden perusteella suositeltu huoltomaalausväli on ylitetty. Vesikatolla havaitun lehtiroskan vuoksi on mahdollista, että sadevesi ei pääse kulkeutumaan hallitusti pois ja tulviessaan räystäsrakenteen yli se voi lisätä ulkoseinien kosteusrasitusta.

Suunnitelmien mukaan peltikatteen alle ei ole asennettu aluskatetta. Mikäli yläpohjan tuuletus on puutteellinen, on mahdollista, että kosteus pääsee tiivistymään peltikaton alapintaan ja aluskatteen puuttumisen vuoksi se aiheuttaa yläpohjaan kosteusvaurioriskin. Höyrinsulun tiiveyttä ei päästy arvioimaan nykyisen sisäkattorakenteen vuoksi. Paine-eron seurantamittausten perusteella rakennus on ylipaineinen, ylipaine rakennuksessa kasvattaa yläpohjan kondensoitumisriskiä, koska sisäilman kosteus voi päästä kulkeutumaan yläpohjatilaan mahdollisten epätiiviyden liittymien kautta. Sisäkatoissa ei kuitenkaan havaittu vaurioita, jotka viittasivat yläpohjan kosteusongelmiin.

Eteisessä IV-koneiden kohdalle sisäkattoon on asennettu mineraalivillaa todennäköisesti äänieristeeksi. Luukkuja avatessa esim. huoltotoimenpiteitä varten on mahdollista, että mineraalivillakuidut pääsevät huoneilmaan ja voivat heikentävää sisäilman laatua. Kuitulähteitä on käsitelty tarkemmin kohdassa 7.4.

## 6.5 Toimenpide-ehdotukset

Vesikaton arvioitu tekninen käyttöikä on 60 vuotta ja suositeltu huoltomaalausväli on 10...15 vuotta. Aluskatteen puuttumisen vuoksi on erittäin tärkeää, että peltikatteen kunto pysyy hyvänä ja sitä kunnostetaan säännöllisesti. Huomioiden vesikaton iän ja havaitut puutteet, on suositeltavaa suorittaa vesikatolle pinnoituskorjaus kauttaaltaan. Pinnoituskorjauksella saadaan jatkettua vesikaton teknistä käyttöikää. Pinnoituskorjauksen yhteydessä vaaka- ja pystysaumot tarkistetaan ja tiivistetään tarvittaessa. Lisäksi vesikaton läpivientien ja liittymärakenteiden elastiset saumat suositellaan uusittavan.

Ulkoseinien peruskorjauksen yhteydessä suositellaan varmistettavan yläpohjan riittävä tuuletus.

Rännien puhdistus on joka vuotinen huoltotoimenpide, jolla varmistetaan katon sadevesien poistuminen suunnitellusti.

17.9.2019

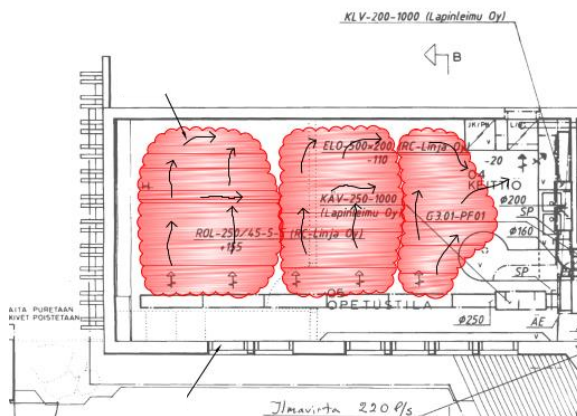
## 7 IV-selvitykset

Rakennuksen ilmanvaihto on toteutettu koneellisella tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmällä.

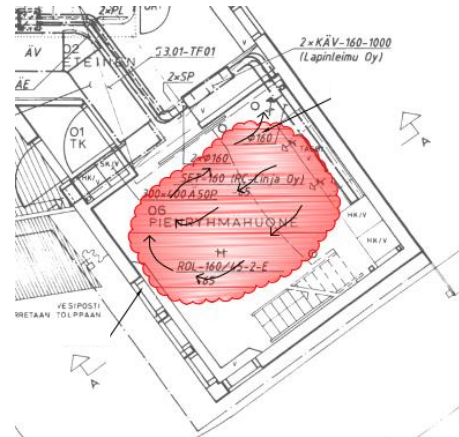
### 7.1 Ilman sekoittuminen

Ilman sekoittumista huonetilassa tarkasteltiin savukokeiden avulla. Savukokeet tehtiin opetustilaan ja pienryhmähuoneeseen. Liitteessä 2 on kohteen tutkimuskartat.

Ilman liikettä tilassa on esitetty kuvissa 7.1 - 7.2.



7.1 Ilma jakautui opetustilassa vain osittain oleskeluvyöhykkeelle ja sekoittuminen on puutteellista



7.2 Ilma liikkui hyvin pienryhmähuoneen oleskeluvyöhykkeelle parvea lukuun ottamatta.

Opetustilan ilma liikkuu tuloilman suutinkanavasta kohti tilan vastakkaista seinää, törmää siihen ja putoaa alas. Tilan keskellä olevat lamput aiheuttavat hieman pyörteilyä tuloilmaan ja hidastavat ilman laskeutumista alas. Tuloilma ei tule lattiatasoon asti koko oleskeluvyöhykkeelle, mutta laskeutuu pulpettien tasolle. Tuloilma ei liikkunut suoraan poistoilmasäleikölle, joka on keittiönrukkauksessa seinällä.

Pienryhmähuoneessa tuloilma leviää hyvin oleskeluvyöhykkeelle. Ilma liikkuu parven alla olevasta suutinkanavasta vastakkaiselle seinälle ja tippuu alas oleskeluvyöhykkeelle. Ilma liikkuu hitaasti parvelle, jossa on poistoilmaventtiili. Ilma sekoittuu parvelle kohtalaisesti. Tuloilmassa ei havaittu suoraa liikettä poistoventtiilille.

### 7.2 Paine-eromittaukset

Paine-eron seuramittaukset suoritettiin ulkoseinäarakenteen yli. Mittaus suoritettiin noin viikon ajalta 25.2. - 5.3.2018 välisenä aikana. Paine-eronmittaukset suoritettiin opetustilaan sekä pienryhmätilaan. Paine-eroin vaikuttavat mm. ilmanvaihtokoneiden käyntiajat, tilojen käyttö ja tuuliolosuhteet. Mittauspaikat on esitetty liitteenä olevassa tutkimuskartassa (Liite 2). Paine-eromittausten graafiset kuvaajat on esitetty raportin liitteessä 8.

Mittaustulosten perusteella rakennus on pääsääntöisesti noin +10...+14 Pascalia ylipainen ulkoilmaan nähden. Pidemmän tuuletuksen aikana rakennus muuttuu lievästi alipaineiseksi noin 0...-1 Pascalia. Tulosten perusteella iv-koneet ovat päällä jatkuvasti.

### 7.3 Olosuhdemittaukset

Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus käsitti opetustilan ja pienryhmätilan hiilidioksidipitoisuuden, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden (CO<sub>2</sub> ppm / °C / %RH) mittaukset. Mittaukset suoritettiin noin viikon ajalta 25.2.-5.3.2019 välisenä aikana. Tiloja käytettiin mittausten aikana normaalisti. Olosuhdemittausten paikat on esitetty liitteessä 2. Olosuhdemittausten graafiset kuvaajat on esitetty raportin liitteessä 8. Pienryhmähuoneen seurantamittarissa ilmenneen vian vuoksi mittausväli on ollut pidempi kuin opetustilassa ja mittausarvoja on määrällisesti vähemmän.

Asumisterveysasetuksen mukaiset raja-arvot eivät ylittyneet mittausjaksolla. Asumisterveysasetuksen asettamat raja-arvot:

- Lämpötila lämmityskaudella +18...+26 °C, lämpöoloissa hyväksytään hetkittäisiä lämpötilan raja-arvon ylityksiä, mutta olosuhteiden tulee säilyä 95 % käyttöajasta hyvänä.
- hiilidioksidipitoisuus 2 100 mg/m<sup>3</sup> (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman pitoisuus.

Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittauksesta saadut tulokset on esitetty liitteessä 9 ja mittauspaikat on esitetty liitteessä 2.

Opetustilan hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 366 – 1010 ppm, lämpötila vaihteli välillä 19,8 – 23,6 °C ja suhteellinen kosteus vaihteli välillä 7,6 – 28,7 %.

Pienryhmätilan hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 397 – 611 ppm, lämpötila vaihteli välillä 20,4 – 22,5 °C ja suhteellinen kosteus vaihteli välillä 7,5 – 24,4 %.

### 7.4 Pölyn koostumuksen analysointi

Pyyhintäpölynäytteet otettiin ns. yläpölynäytteinä kaappien päältä pölyn koostumuksen analysoimiseksi. Näytteet kerättiin pyyhintämenetelmällä muovipussiin. Laboratoriossa näytteistä tutkittiin seuraavien hiukkastyypin esiintyminen näytteessä: tavanomainen huonepöly, karkea ulkoilmapöly, teolliset mineraalikuidut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja homeitiöt (ilman lajimääritystä). Näytetulokset on esitetty alla olevassa taulukossa 7.1 ja laboratorion analyysivastaukset ovat liitteenä (liite 6).

*Taulukko 7.1 Pyyhintäpölynäytteiden tulokset*

Tunnus	Tila	Tulos
PÖ.01 (yläpöly)	opetustila	Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.
PÖ.02 (yläpöly)	pienryhmäh.	Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.

### 7.5 Johtopäätökset

Suoritetuissa tutkimuksissa havaittiin, että ilma sekoittuu opetustilassa vain osittain oleskeluvyöhykkeelle ja sekoittuminen on puutteellista. Pienryhmähuoneessa ilma sekoittuu hyvin oleskeluvyöhykkeelle, mutta ilman sekoittuminen parvella on puutteellista. Kummassakaan tilassa ei havaittu tuloilman suoraa liikettä poistoilmaventtiileille, joka kertoo päätelaitteiden oikeanlaisesta sijoittelusta tilaan.

Mittausten perusteella molemmat mitatut tilat ovat ylipaineisia ulkoilmaan nähden eli ilman virtaussuunta on sisältä ulospäin. Opetustilan ja pienryhmähuoneen ylipaineisuus on merkittävä ja



17.9.2019

voi aiheuttaa kosteuskuormaa rakenteisiin. Normaalisti koneellinen tulo-poistojärjestelmä pyritään säätämään lähelle tasapainotilaa ( $\pm 0$  Pa). Huomioiden ulkoseinän lämmöneristeiden paikalliset mikrobivauriot, on rakennus suositeltavaa pitää ylipaineisena, jotta ulkoseinärakenteiden epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan.

Olosuhdemittauksissa ei havaittu asumisterveysasetuksen raja-arvot ylittäviä hiilidioksidipitoisuuksia. Mitattujen tilojen lämpötilat olivat toimenpiderajojen sisällä. Tavoitelämpötilana voidaan kuitenkin pitää 21 astetta, joka ylittyi hetkittäin tutkituissa tiloissa. Ylitykset ovat keskimäärin kestäneet muutamista minuuteista pariin tuntiin. Opetustilassa lämpötila on yhtenä päivänä mittausjaksolla ollut useamman tunnin yli 21 astetta.

Talvella huoneilma on yleensä kuivaa (RH alle 40 %) ja kovilla pakkasilla suhteellinen kosteus voi laskea alle 20 prosenttiin. Sopivana huoneilman kosteutena talviaikaan voidaan pitää 20 - 40 %. Kosteus seuraa ulkolämpötiloja. Pakkasjaksoilla tiloissa on ollut selvästi kuivempi ilma ja matalampi suhteellinen kosteus, kun vastaavasti ulkolämpötilojen noustessa suhteellinen kosteuskin on noussut. Tutkituissa tiloissa huoneilma on melko kuivaa, joka voi heikentää tilojen käyttömukavuutta.

Tasopintojen pyyhintäpölynäytteet kerättiin opetustilasta ja pienryhmähuoneesta. Vaikka sisäkaivoissa havaittiinkin mineraalivillakuitulähteitä, ei tasopinnoilta otetuissa kuitunäytteissä havaittu tavanomaisesta huonepölystä poikkeavia hiukkasia.

## 7.6 Toimenpide-ehdotukset

Opetustilan tuloilman lämpötilalle suositellaan tarkastusta ja tarvittaessa laskemaan tuloilman lämpötilaa, jotta ilma saadaan paremmin painumaan alas oleskeluvyöhykkeelle. Suutinkanavien suuttimien asennoille suositellaan myös tarkastusta, jotta ilma saadaan paremmin suuntautumaan oleskeluvyöhykkeelle. Ilmanvaihdon päätelaitteille ja kanaville suositellaan puhtauden tarkastusta ja tarvittaessa puhdistusta, jotta varmistetaan tilojen riittävä huuhtoutuminen.

Ulkoseinien peruskorjauksen jälkeen suositellaan ilmanvaihdon ilmamäärät mitattavaksi ja säädettäväksi koko rakennuksen laajuudelta. Ilmanvaihtokoneiden käyntiajoille suositellaan tarkastusta ja tarvittaessa säätämään vastaamaan tilojen käyttöä. Tiloihin suositellaan paine-eromittausten uusimista yllä mainittujen toimenpiteiden jälkeen, jotta varmistetaan rakennuksen pysyminen lähellä tasapainotilaa.

## 8 Kooste toimenpide-ehdotuksista

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen. Puutteiden korjaamiseksi voi olla myös muita mahdollisia ratkaisuja ja pääsääntöisesti käytettävät korjausmenetelmät päätetään korjaussuunnittelun yhteydessä.

### 8.1 kiireelliset toimenpiteet (0-1 vuoden sisällä)

#### IV-selvitys

- Tuloilman lämpötilan sekä suutinkanavien tarkastus
- Ilmanvaihdon päätelaitteiden ja kanavien puhtauden tarkastus.

## 8.2 Esiselvitys ja jatkotutkimustarpeet

- Salaojajärjestelmän kuvaus ja huuhtelu
- Ulkoseinien lisänäytteen otto vauriolaajuuden selvittämiseksi, tarvittaessa

## 8.3 Normaalit toimenpiteet (1-3 vuoden sisällä)

### Alapohjarakenteet

- linoleumimattojen uusiminen koko rakennuksen osalta
- vaihtoehtoisesti linoleumimaton paikkakorjaus.

### Ulkoseinärakenteet

- Sokkeleiden elastisten saumojen uusiminen
- Ulkoseinärakenteiden peruskorjaus
- Vaihtoehtoisesti ulkoseinien paikalliset vauriokorjaukset ja rakenneliittymien tiivistäminen

### Vesikattorakenteet

- Vesikaton pinnoituskorjaus
- Yläpohjan riittävän tuuletuksen varmistaminen ulkoseinäkorjauksen yhteydessä

### IV-selvitys

- Ilmanvaihdon ilmamäärien mittaus ja säätö (ulkoseinien peruskorjauksen jälkeen)

## 9 Liitteet

1. Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset
2. Tutkimuskartat
3. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit, TTL
4. Materiaalinäytteiden asbestianalyysi, Labroc
5. Materiaalinäytteiden PAH-analyysi, Labroc
6. Pölynkoostumuksen analyysi, TTL
7. Kosteusmittauspöytäkirja
8. Paine-ero seurantamittaukset
9. Olosuhteiden seurantamittaukset

17.9.2019

Espoossa 17.9.2019

**Sitowise Oy**



---

Tuomas Nykyri, ins. AMK

Tarkastanut:



---

Tero Hannuksela, ins. AMK

## TUTKIMUSMENETELMÄT JA KÄSITTEET

### 1 Haitta-aineet

#### 1.1 Asbesti

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

Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa 1920 – 1990-luvuilla. Krokidoliitin käyttö kiellettiin vuonna 1976. Asbestin käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Käytännössä jokainen 1920 – 1990 luvun rakennus sisältää asbestia jossain muodossa. Asbestia sisältäviä julkisivujen maali- ja pinnoitetuotteita (mm. Kenitex, Flekson, Decoralt ja Gencoat) on käytetty pääsääntöisesti 1960–1985 välisenä aikana.

##### 1.1.1 Yleisimmät asbestilaadut

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

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

**Amosiitti (ruskea asbesti).** Käytetty sekoitettuna magnesiumkarbonaatin ja piimaan kanssa putkieristeenä ja lämmityskattiloiden eristeenä.

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

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

##### 1.1.2 Asbestimateriaalien vaarallisuuden arviointi

\* Asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa

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

\*\* Suuri asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa

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

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

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

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

Paljaan ruiskutetun krokidoliittiasbestieristeen katsotaan aiheuttavan aina asbestialtistumisen. Vaarallisuus perustuu työtavasta ja tarvikkeesta aiheutuvaan suureen pölyävyyteen. Krokidoliittipölyä on jo työvaiheen aikana joutunut kaikille tilan pinnoille. Lisäksi tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa siitä vapautuu erittäin helposti suuria määriä asbestipitoista pölyä. Vaurioitunut kohta tulee heti eristää siten, ettei siitä vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

### 1.1.3 Asbestityön turvallisuus

Valtioneuvoston päätöksen asbestityöstä (1380/1994) mukaan rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, on huolehdittava siitä, että asbestikartoituksen tulokset kirjataan rakennustyön turvallisuudesta annetun valtioneuvoston päätöksen (629/94) 7 §:ssä tarkoitettuun asiakirjaan.

Asbestipitoisten rakennusosien purkutyössä on noudatettava Valtioneuvoston päätöksessä asbestityöstä (1380/1994) annettuja määräyksiä sekä käytettävä työsuojeluhallituksen päätöksessä (231/1990) esitettyjä hyväksyttäviä asbestityömenetelmiä. Asbestipurkutyön työsuunnitelma on toimitettava vähintään seitsemän päivää ennen työn aloittamista työpaikkaa tarkastavalle työsuojeluviranomaiselle.

## 1.2 PAH-yhdisteet

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

PAH-yhdisteet ovat välillisesti syöpävaarallisia ja ne luokitellaan karsinogeenihin ja/tai mutageeneihin. PAH-yhdiste ei itsessään aiheuta syöpää, mutta kulkeutuessaan ihmisen elimistöön ne reagoivat mm. elimistön veden kanssa, jolloin syntyy PAH-yhdisteiden aineenvaihduntatuotteita, jotka voivat aiheuttaa syöpää (karsinogeeni) tai vaikuttaa perimään (mutageeni).

PAH-yhdisteille altistuminen tapahtuu useimmiten hengitysilman kautta tai ihon läpi. Lisäksi ruoansulatuselimistön kautta voi imeytyä PAH-yhdisteitä, jos niitä kulkeutuu sinne, esim. tupakoinnin yhteydessä.

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

EU-direktiivi 76/769/ETY edellyttää seuraavien yhdisteiden analysointia:

- Asenaftyleeni
- Antraseeni
- Bentso(a)antraseeni

- Bentso(b)fluoranteeni
- Bentso(k)fluoranteeni
- Bentso(ghi)peryleeni
- Bentso(a)pyreeni
- Dibentso(a,h)antraseeni
- Fenantreeni
- Fluoranteeni
- Fluoreeni
- Indeno(1,2,3-cd)pyreeni
- Kryseeni
- Naftaleeni
- Pyreeni

Tulosten tulkinnessa käytetään pääsääntöisesti havaittujen PAH-yhdisteiden yhteispitoisuutta, mutta joissakin tapauksissa yksittäisen yhdisteen korkea arvo voi johtaa eritystoimenpiteisiin purkutöissä ja jätteen käsittelyssä. Materiaalinäytteissä PAH-yhdisteiden sallittu yhteispitoisuus on 200 mg/kg, ja ohjearvo on 20 mg/kg.

## 2 Mikrobianalyysit materiaalinäytteestä

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

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

Rakennuksen mikrobeja voidaan tutkia erilaisilla menetelmillä ja näytteenottotavoilla. Tämän kuntotutkimuksen yhteydessä tutkittiin eri rakenteiden mikrobiologista kuntoa, ottamalla rakenteista materiaalinäytteitä. Materiaalinäytteiden laboratorioanalyysit on suoritettu laimennossarja-menettelällä. Laboratorioanalyysi täyttää Sosiaali- ja Terveysministeriön laatiman Asumisterveysasetuksen asettamat vaatimukset. Analyysi kertoo mikrobien määrien lisäksi niiden lajikkeita.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen home- ja hiivasientien pitoisuus on vähintään 104 pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3 000 pmy/g. Aktinomykeettien esiintymistä arvioidaan lisäksi niiden indikaattorimerkityksen avulla, kun niiden pitoisuudet ovat alle 3 000 pmy/g. Vaikka sienipitoisuus jää alle 104 pmy/g voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteus- ja homevaurioon viittaavia kosteusvaurioindikaattoreita ja sienten kokonaispitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g tai näytteen sienilajikeisto on epätavallisen yksipuolinen (1 – 2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin > 5 000 pmy/g.

## 3 Kosteustekniset tutkimukset

### 3.1 Kosteuskartoitus

Kartoituksessa rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioidaan pintakosteusilmaisimella Gann Hydromete Compact B.

Gann Hydromete Compact B pintakosteudentunnistimen mittaus perustuu suurtaajuudella tapahtuvaan materiaalin dielektrisyysvakion mittaukseen. Laite mittaa materiaalin kosteuden 25...50 mm syvyydestä. Mittalaite antaa virheellisen tuloksen, mikäli mittaussyvyydellä on metallia (putket, sähkövastuskaapeloinnit, peltiverhoukset, jne.)

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

### 3.2 Rakennekosteusmittaus

Kosteusmittaus suoritetaan soveltaen RT 14–10984 ohjekorttia (Betonin suhteellisen kosteuden mittaus).

Rakenteista tehtävistä kosteuden ja lämpötilan mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitettulla mittapäällä. Kiviainesrakenteiden kosteusmittauksissa poratut mittausreiät puhdistetaan ja tulpataan porauksen jälkeen. Tulpatuissa mittausrei'issä kosteuden annetaan tasaantua vähintään 3 vuorokautta ennen mittausta.

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

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

### 3.3 Viiltokosteusmittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitettulla mittapäällä. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiiviksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15...20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa. Viillosta voidaan mittauksen jälkeen tehdä havaintoja päällysteen tartunnasta alustaan, liiman koostumuksesta ja väristä sekä päällysteen alapuolisista ha-juista. Viiltomittausten kohdistus tehdään pintakosteuskartoituksen tuloksia ja rakennetyyppitie-toja hyödyntäen. Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle tehdään vähintään referenssimit-taus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän monta kosteusmittausta. Viiltomittauksia tehdään



siinä laajuudessa, että saadaan riittävän kattavasti määriteltyä alueet, joilla kosteuspitoisuus on koholla.

## 4 Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset

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

Rakenteiden avauskohdista suoritetaan:

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

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

## 5 Merkkiainekokeet, tiiveystarkastelut

Merkkianekokeilla on mahdollista selvittää rakenteiden ja liittymien epätiiveyttä ja ilmavuotoja. Riittäväällä otannalla saadaan selville mitkä vuodoista tai epätiiveyksistä ovat systemaattisia ja mitkä satunnaisia. Lisäksi merkkiainekokeella voidaan arvioida rakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasten siirtymistä sisäilmaan.

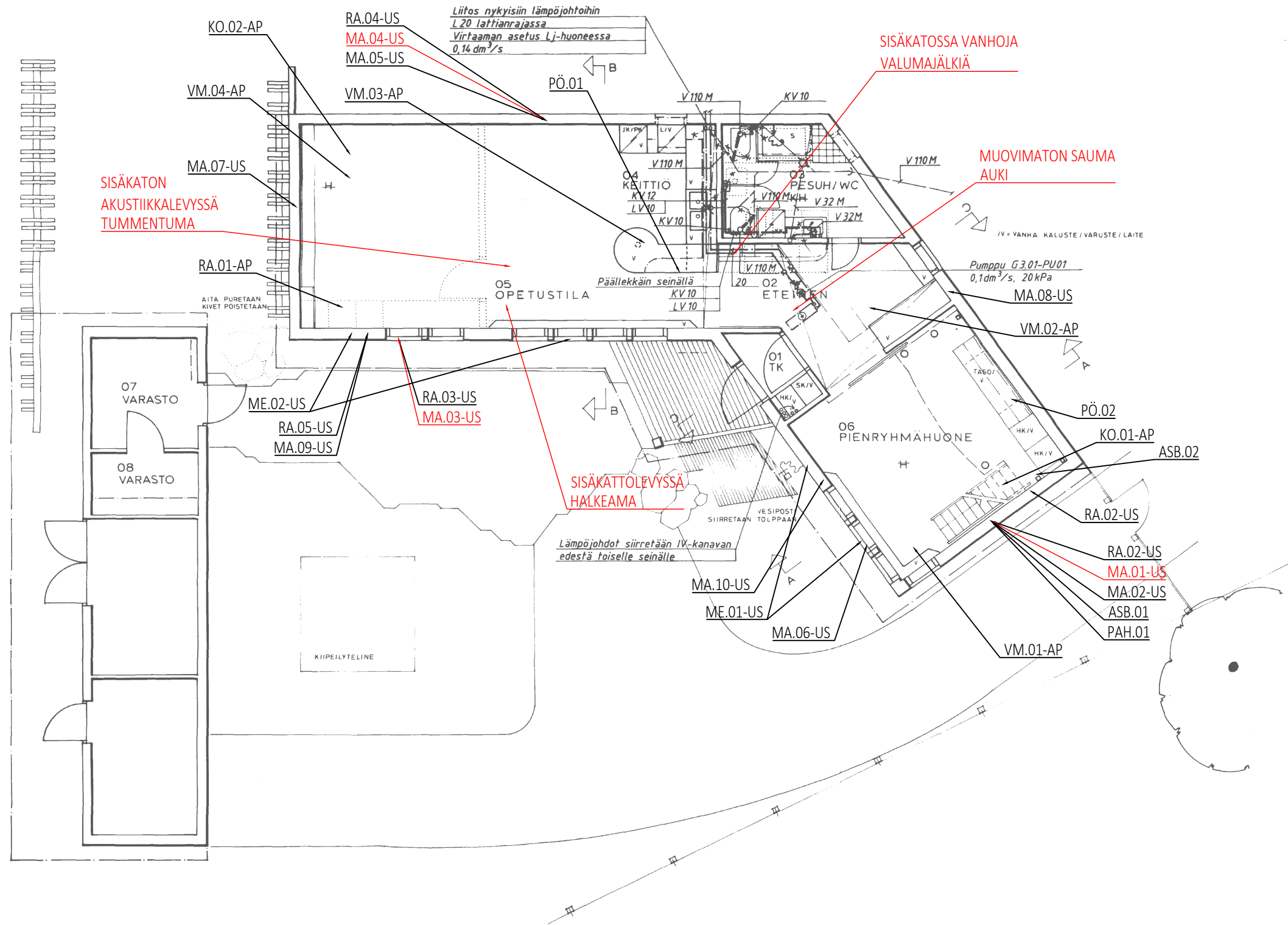
Merkkiainekokeiden suorituksen osalta on huomioitava, että suuria huonetiloja ei välttämättä tarkasteta kauttaaltaan vaan merkkiainekokeella pyritään ensisijaisesti tarkastamaan eri rakennetyypeissä esiintyvien liittymärakenteiden tiiveyttä.

## 6 Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus

Asumuksen ja muiden oleskelutilojen terveellisyyteen vaikuttavat sekä kemialliset epäpuhtaudet että fysikaaliset olosuhteet. Fysikaalisiin olosuhteisiin kuuluvat muun muassa sisäilman lämpötila ja kosteus sekä ilmanvaihto (ilman laatu).

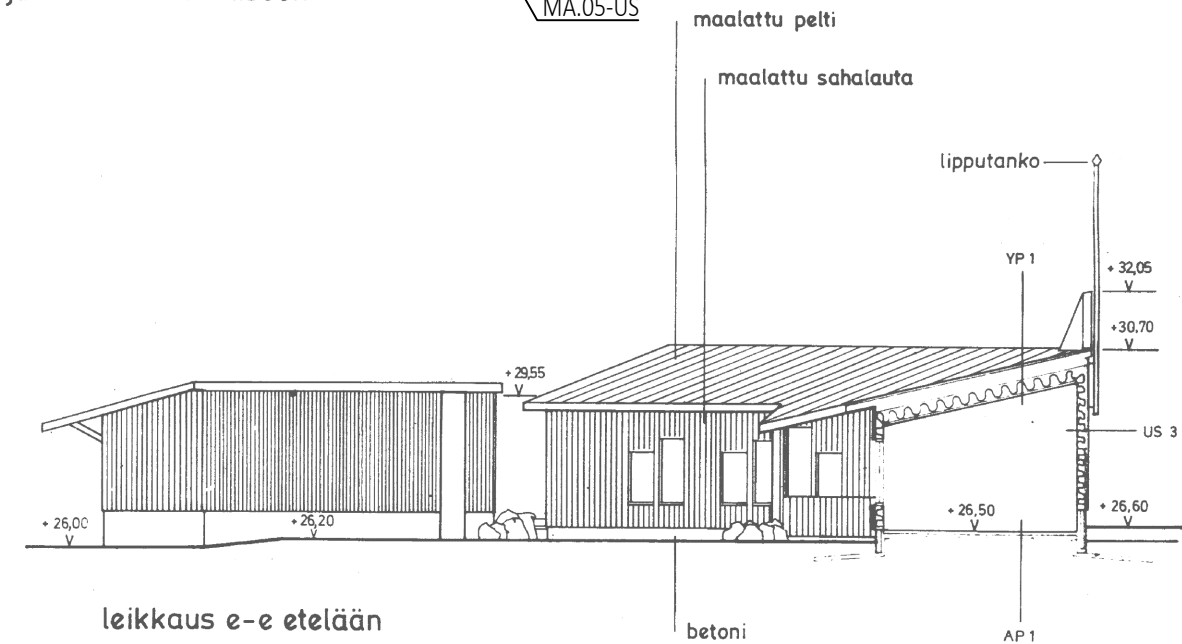
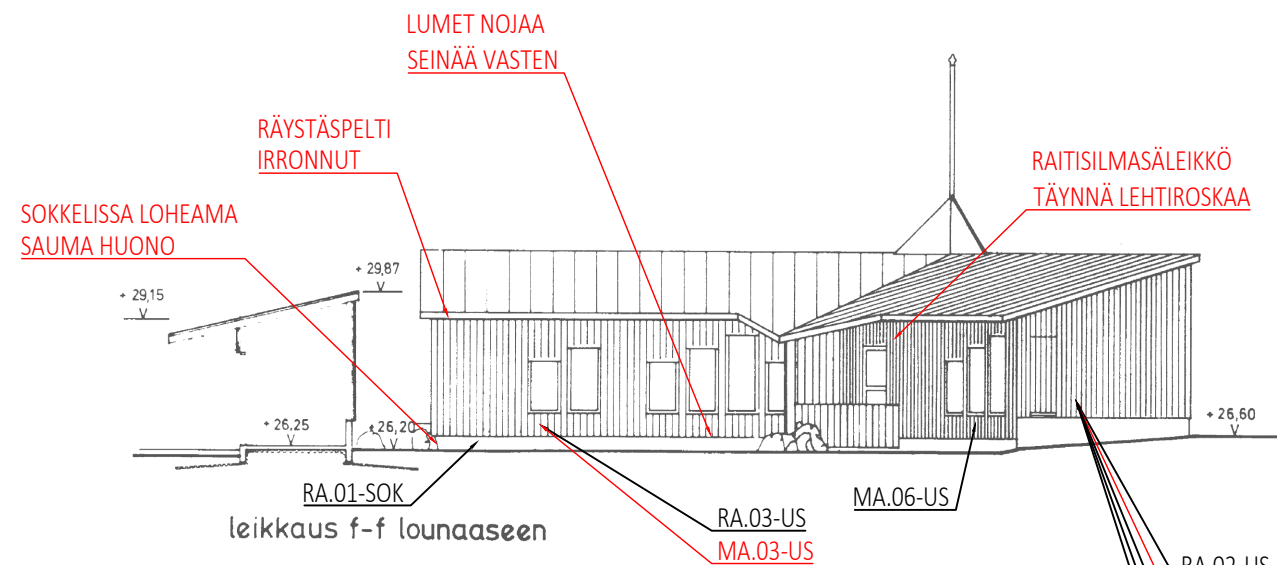
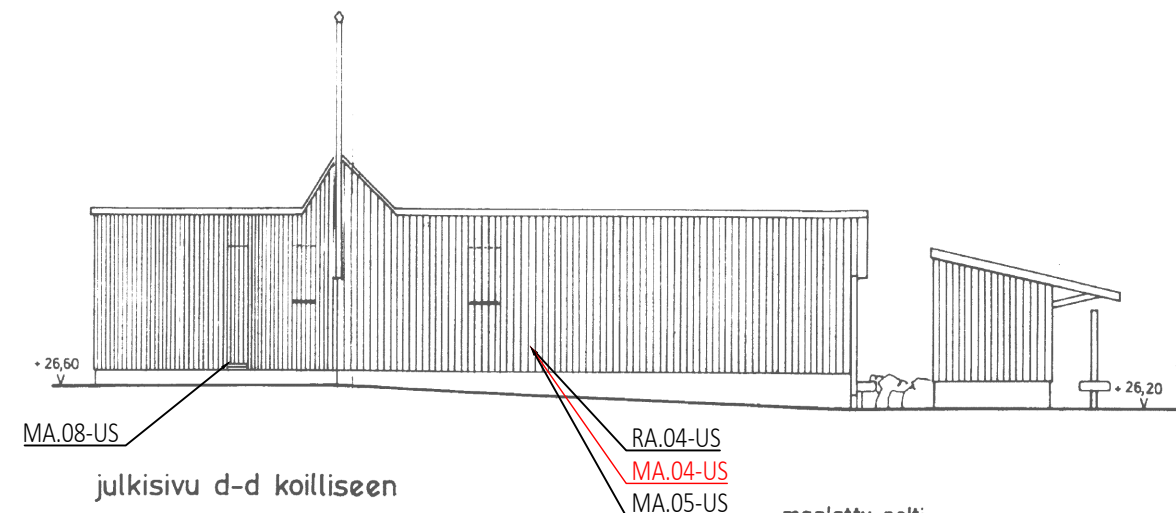
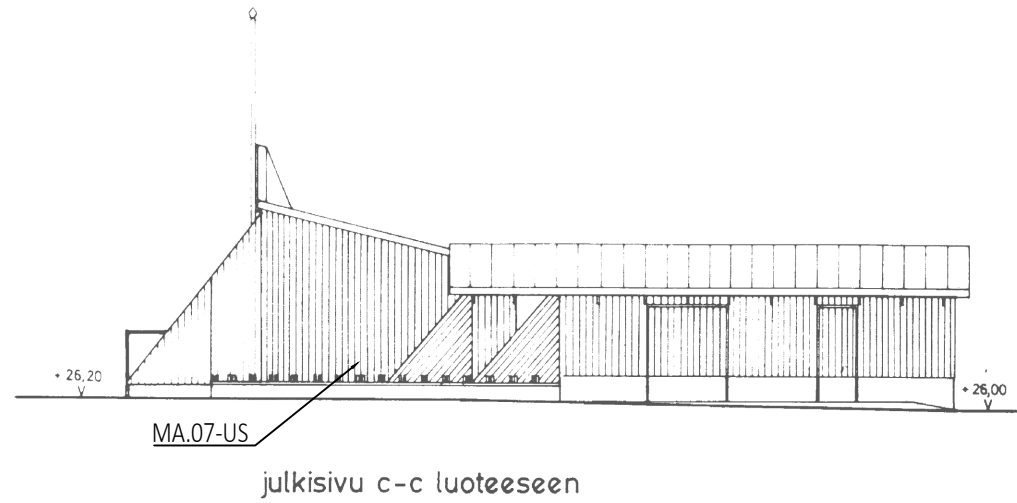
Mittaamalla eri tilojen paine-eroa suhteessa ulkoilmaan voidaan arvioida seinärakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasten siirtymistä sisäilmaan, jos rakenteessa on ilmavuotoreittejä. Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttää kosteusvaurioita rakenteissa. Yleisenä ohjeena pidetään, että normaalissa käyttötilanteessa rakenteiden paine-erot tulisi olla tasapainossa.

Mittaukset suoritettiin Testo 435-4-mittalaitteella ja siihen liitetyllä yhdistelmäanturilla tai Tinytag Paine-ero dataloggerilla ja siihen liitetyllä Pro dual PEL-DK pressure transmitter -mittalaitteella. Mittausväli 5 minuuttia ja mitattavat suureet ovat huoneilman lämpötila (°C), suhteellinen kosteus (RH%), hiilidioksidipitoisuus (ppm) ja paine-ero (Pa). Paine-eromittauksissa (+) -merkki (plusmerkki) on ylipaine (ilmavirta pois päin mitatusta huonetilasta), (-) -merkki (miinusmerkki) alipaine (ilmavirta mitattuun huonetilaan päin).



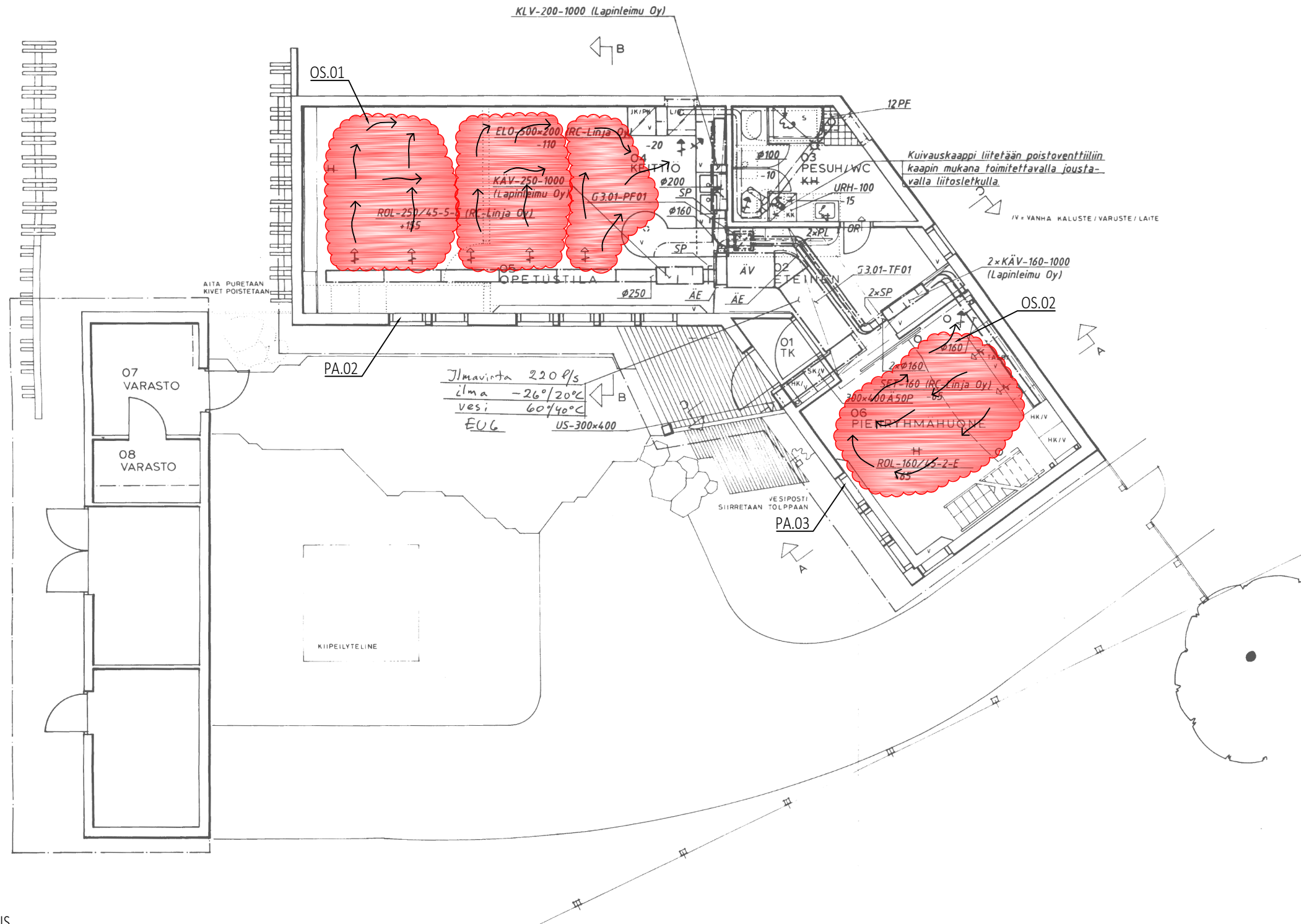
- RA.XX = RAKENNEVAUS
- MA.XX = MIKROBITEKNISET TUTKIMUKSET
- KO.XX = RAKENNEKOSTEUSMITTAUS
- VM.XX = VIILTOMITTAUS
- ME.XX = MERKKIAINEKOE
- PÖ.XX = PÖLYNKOOSTUMUSNÄYTE
- ASB.XX = ASBESTIANALYYSI
- PAH.XX = PAH-YHDISTEANALYYSI

- AP = ALAPOHJA
- US = ULKOSEINÄ
- SOK = SOKKELI



RA.XX = RAKENNEVAUS  
MA.XX = MIKROBITEKNISET TUTKIMUKSET  
KO.XX = RAKENNEKOSTEUSMITTAUS  
VM.XX = VIILTOMITTAUS  
ME.XX = MERKKIAINEKOE  
PÖ.XX = PÖLYNKOOSTUMUSNÄYTE  
ASB.XX = ASBESTIANALYYSI  
PAH.XX = PAH-YHDISTEANALYYSI

AP = ALAPOHJA  
US = ULKOSEINÄ  
SOK = SOKKELI



PA.XX = PAINEROJEN SEURANTAMITTAUS  
OS.XX = SISÄILMAN OLOSUHTEIDEN SEURANTAMITTAUS



= TULOILMAN HEITTOKUVIO

Sitowise Oy  
Tuomas Nykyri  
Linnoitustie 6  
02600 ESPOO



## Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

**Näytteenottaja:** Tuomas Nykyri  
**Näytteenottoaika:** (Mökki)  
**Näytteenottopäivämäärä:** 12.2.2019 - 13.2.2019  
**Vastaanottopäivämäärä:** 20.2.2019  
**Näytemäärä:** 10 kpl  
**Analyysimenetelmä:** Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-030)  
Laimennossarjamenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä pmy/g (pmy = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamishoje 8/2016, Valvira.  
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

<b>Määrittäjä:</b>	MB19-00398-1	1000 pmy/g
	MB19-00398-2	100 pmy/g
	MB19-00398-3	1000 pmy/g
	MB19-00398-4	1000 pmy/g
	MB19-00398-5	100 pmy/g
	MB19-00398-6	1000 pmy/g
	MB19-00398-7	1000 pmy/g
	MB19-00398-8	1000 pmy/g
	MB19-00398-9	1000 pmy/g
	MB19-00398-10	1000 pmy/g

<b>Mikrobiryhmät</b>	<b>Kasvatusalustat</b>	<b>Kasvatus- lämpötila</b>	<b>Kasvatus- aika</b>
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

**Tutkitut näytteet**

1. MA.01-US, ulkoseinän lämmöneriste, (höyrynsulun ulkopuolella), mineraalivilla
2. MA.02-US, alajuoksu (höyrynsulun ulkopuolella), puu
3. MA.03-US, ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolella), mineraalivilla
4. MA.04-US, ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolella), mineraalivilla
5. MA.05-US, alajuoksupuu (höyrynsulun ulkopuolella)
6. MA.06-US, ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolella), mineraalivilla
7. MA.07-US, ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolella), mineraalivilla
8. MA.08-US, ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun ulkopuolella), mineraalivilla
9. MA.09-US, ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun sisäpuolella), mineraalivilla
10. MA.10-US, ulkoseinän lämmöneriste (höyrynsulun sisäpuolella), mineraalivilla

**Tulosten tulkinta**

heikko viite vauriosta

ei viitettä vauriosta

vahva viite vauriosta

vahva viite vauriosta

ei viitettä vauriosta

ei viitettä vauriosta

ei viitettä vauriosta

ei viitettä vauriosta

ei viitettä vauriosta

ei viitettä vauriosta

**Analyysitulokset:**

Näyte	Mesofiiliset sienet Hagem-agar	DG18-agar	Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit THG-agar
1.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> 7000 <i>A. penicillioides</i> * 7000	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
2.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
3.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> 20000 <i>A. penicillioides</i> * 20000	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
4.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> 13000 <i>A. penicillioides</i> * 13000	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
5.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
6.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
7.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
8.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
9.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> 1000 Muut bakteerit 1000 <i>Streptomyces</i> * -
10.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -

\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinomykeetti (sädesieni), - = pitoisuus alle määrittämissä rajat

**Tulkintaohje:**

Materiaalinäytteessä voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa eli viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteen elinkykyisten sieni-itiöiden pitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g tai aktinobakteeripitoisuus on 3000 pmy/g. Viljelyn tulos voi viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavaa mikrobistoa. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira).

**Huomiot:**

1. Säilytyslämpötila ja -aika ennen näytteiden 1-5 saapumista laboratorioon on voinut vaikuttaa tulokseen.

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työympäristölaboratoriot



<b>ASBESTIANALYYSI</b>			
<b>Tilaja:</b>	Sitowise Oy		
<b>Kohde:</b>		<b>Tilauspäivä:</b>	22.2.2019
<b>Projektinnumero:</b>		<b>Toimituspäivä:</b>	26.2.2019
<b>Menetelmät:</b> Asbestianalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysi suoritetaan tilaajan toimittamista näytteistä soveltaen standardia ISO22262-1 optisella analyysillä käyttäen stereomikroskooppia sekä polarisaatiomikroskooppia ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäiselektronimikroskooppia. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.			
<b>TULOKSET:</b>			
<b>Näyte</b>	<b>Materiaali / tila tai rakennusosa</b>	<b>Menetelmä VM/EM*</b>	<b>Asbestipitoisuus</b>
ASB.01	Ulkoseinän alajuoksun alapuolinen bitumikermi	VM	Ei sisällä asbestia.
ASB.02	Lattian linoleum	EM	Ei sisällä asbestia.

\*VM = polarisaatiomikroskooppi, EM = elektronimikroskooppi

PAH-ANALYYSI																		
Tilaaaja:		Sitowise Oy																
Kohde:												Tilauspäivä:			22.2.2019			
Projektinumero:												Toimituspäivä:			26.2.2019			
Menetelmät:																		
Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittaepävarmuus on 24 % ja määritysraja on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.																		
TULOKSET: Näytteenottaja: Tuomas Nykyri [mg/kg]																		
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Naftaleeni	Asenaftaleeni	Asenaftteeni	Fluoreeni	Fenantreeni	Antraseeni	Fluoranteeni	Pyreeni	Bentso(a)antraseeni	Kryseeni	Bentso(b)fluoranteeni	Bentso(k)fluoranteeni	Bentso(a)pyreeni	Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	Dibentso(a,h)antraseeni	Bentso(ghi)peryleneeni	PAH-yht.*
PAH.01	Ulkoseinän alajuoksun alapuolinen bitumikermi	< 2	< 2	< 2	< 2	5,3	6	< 2	< 2	< 2	6,5	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30

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

Näytettä PAH.01 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.



Sitowise Oy  
Tuomas Nykyri  
Linnoitustie 6  
02600 ESPOO

**Pölyn koostumus**

Analyysin kuvaus: Pölyn koostumuksen määrittäminen elektronimikroskooppilla  
Käsittelijä(t):  
Asiakkaan viite: (Mökki)

**Analysointimenetelmä**

Muovipussiin pyyhintämenetelmällä kerätty pölynäyte tai edustava osa siitä suodatettiin tislattulla vedellä kalvosuodattimelle, joka päällystettiin kullalla ja analysoitiin elektronimikroskooppilla ja siihen liitettyllä energiadiispersiivisellä spektrometrillä (EDS). Suodattimelta tutkittiin seuraavien hiukkastyypin esiintyminen näytteessä: tavanomainen huonepöly, karkea ulkoilmapöly, teolliset mineraalikuidut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja homeitiöt (ilman lajimäärittäystä). Analyysiin voitiin analysoidun harkinnan mukaan sisällyttää myös muita hiukkastyyppejä, mikäli kyseisiä hiukkasia esiintyi enemmän kuin vähäisiä määriä ja/tai niillä voi olla vaikutusta ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan tai tilojen käyttäjien terveyteen. Hiukkastyypit tunnistettiin hiukkasten ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella. Menetelmä ei sovellu sellaisten orgaanisten hiukkasten analysointiin, joilla ei ole tunnusomaista muotoa.

Pintapölynäytteen analyysituloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit siltä osin kun näytteen koostumus poikkeaa tavanomaisen huonepölyn koostumuksesta. Tuloilmakanavanäytteen tuloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit. Kunkin hiukkastyypin osuus näytteessä on arvioitu silmämääräisesti kolmiportaisella asteikolla (sisältää vähäisiä määriä/sisältää/sisältää runsaasti), poikkeuksena teolliset mineraalikuidut joiden osuus on arvioitu painoprosentteina.

**Tulokset****AE19-00058**

Mittauspaikka:

(Mökki)

Näytteenottoaika:

12.2.2019

Mittauskohde 1: opetustila, yläpöly

Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.

Mittauskohde 2: pienryhmähuone, yläpöly

Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.

Tavanomainen huonepöly koostuu lähinnä tekstiili- ja paperikuiduista sekä hilsehiukkasista.

Työympäristön kehittämispalvelut

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.



5.4.2019

Kohteen tiedot			
Kohde:	(Mökki)	Ajankohta:	Viiltokosteusmittaus 12.2.2019 klo. 9.00 – 12.00 Mittaputkien asennus 12.2.2019 klo 12.00-15.00 Rakennekosteusmittaus 15.2.2019 klo 12:00-16:00
Osoite:		Mittaaja:	Tuomas Nykyri, Sitowise Oy

Mittauskalusto	
Pintakosteuden ilmaisim:	Gann Hydromette Compact B / LB 70
Viiltokosteus:	Vaisala HMI41 + HMP42 X4540019 (V1), kalibroitu 8/2018
Rakennekosteus:	Vaisala SHM40 +mittapää
Käytetyt anturit:	L4530533, kalibroitu 11/2018 (1), L4530534, kalibroitu 11/2018 (2) L4530535, kalibroitu 12/2018 (3), L4530536, kalibroitu 11/2018 (4) H3250048, kalibroitu 11/2018 (5), H3250049, kalibroitu 11/2018 (6) H3250050, kalibroitu 11/2018 (7), L4530538, kalibroitu 11/2018 (8) L4350501, kalibroitu 12/2018 (9), L4350511, kalibroitu 11/2018 (10)

Mittausolosuhteet	
Sisäilman lämpötila/RH:	12.2.2019; = +21,6°C / 19,1% / 3,6 g/m <sup>3</sup> , 15.2.2019; = +21,5°C / 24,5% / 4,5 g/m <sup>3</sup>
Ulkoilman lämpötila/RH:	12.2.2019; = -1,6°C / 76,7 % / 3,3 g/m <sup>3</sup> , 15.2.2019; = +8,1°C / 51,3% / 4,28 g/m <sup>3</sup>
Mitattava rakenne:	Maanvastainen alapohja, betonilaatta (90 mm) alapuolisella lämmöneristeellä (50/100 mm). Pintamateriaalini toimii linoleummatto.
Selitteet	
Mittaustunnisteet	VM.01, KO.01: Mittauspiste
Tasaantumisaika	Mittapään tasaantumisaika putkessa ennen tuloksen lukemista
Kork. [mm]:	Mittapisteen korkeus lattiasta

5.4.2019

Mittaustulokset								
Mittauspaikka / mittaustunnus	Rakenne / materiaali	Kork. [mm]	Anturi	Tasaantumis aika [min.]	Mittaus-syvyys [mm]	RH (%)	T (°C)	Abs (g/m <sup>3</sup> )
VM.01	linoleum/betoni	-	V1	>15	Viilto	46,7	+20,9	8,5
VM.02	linoleum/betoni	-	V1	>15	Viilto	55,4	+20,6	9,9
VM.03 (ref.)	linoleum/betoni	-	V1	>15	Viilto	56,0	+19,9	9,6
VM.04	linoleum/betoni	-	V1	>15	Viilto	41,6	+19,7	7,1
KO.01	Maanvastainen alapohja/betoni	-	1	>60	30	40,5	+19,8	6,92
KO.01	Maanvastainen alapohja/betoni	-	2	>60	60	45,5	+19,4	7,60
KO.01	Maanvastainen alapohja/EPS	-	3	>60	100	45,3	+19,3	7,54
KO.02	Maanvastainen alapohja/betoni	-	4	>60	30	54,6	+18,7	8,75
KO.02	Maanvastainen alapohja/betoni	-	5	>60	60	55,3	+18,8	8,94
KO.02	Maanvastainen alapohja/EPS	-	6	>60	100	50,1	+18,8	8,10

### Mittaustarkkuustarkastelu

Rakennus oli normaalissa lämpötilassa, eikä rakenteen ja yläpuolisen ilman välillä ollut merkittävää lämpötilaeroa, joten lämpöoloista johtuen mittauksiin ei syntynyt mittaasepätkätkuutta. Mittapäiden kalibrointiajankohta ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi.

Mittauksen kokonaismittatarkkuus oli noin  $\pm 3$  RH-yksikköä

### Sitowise Oy

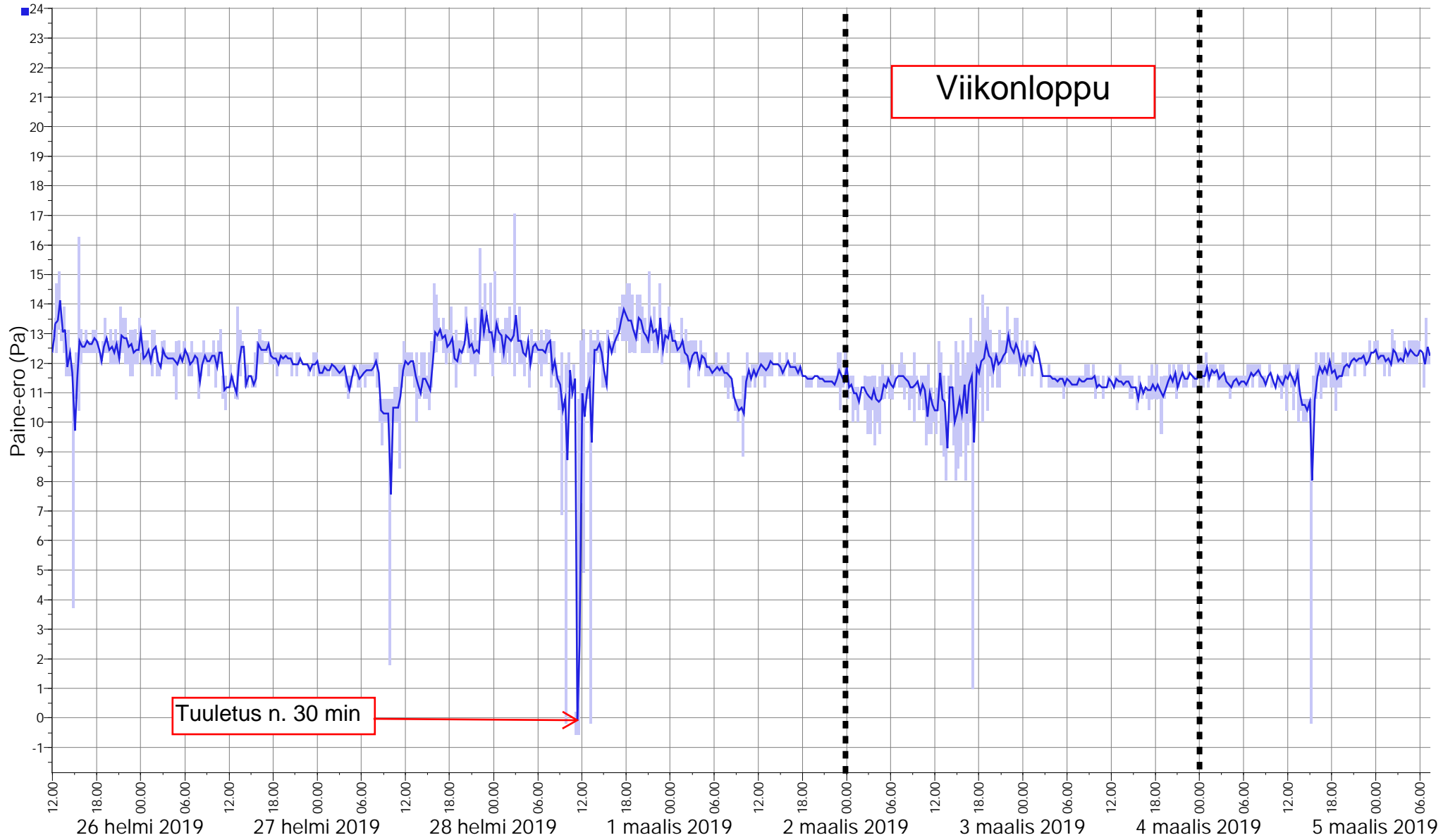
Espoossa 5.4.2019



Tuomas Nykyri, ins. AMK

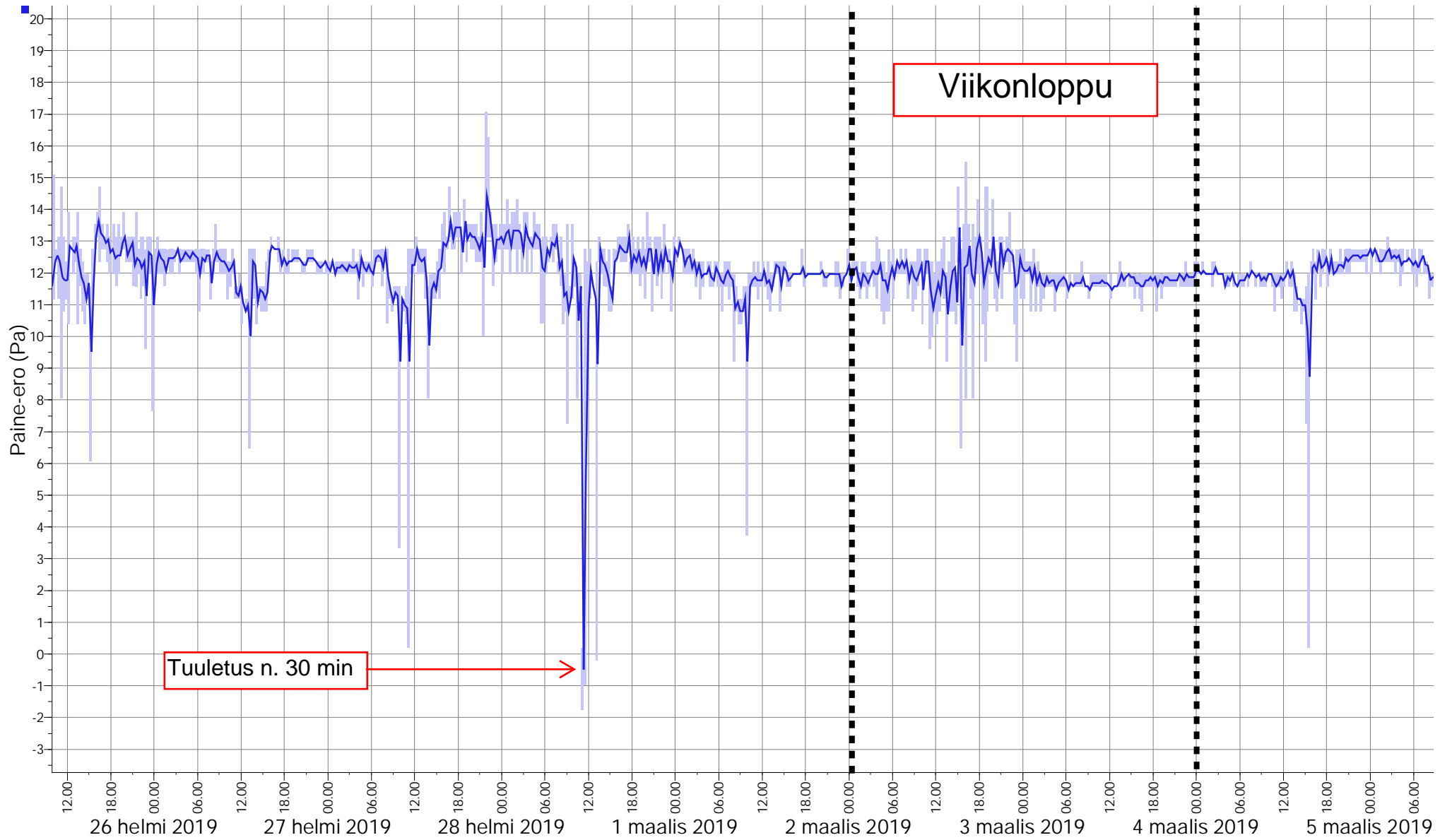
# PE.02

■ 737794 Paine-ero PE.02



# PE.03

737795 Paine-ero PE.03





Opetustila

