

## **Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus**



**Ruoveden paloasema  
Kuruntie 26  
34600 Ruovesi**

<b>1</b>	<b>PERUSTIEDOT</b>	<b>4</b>
	1.1 Kohde .....	4
	1.2 Tilaaja .....	4
	1.3 Toimittaja ja yhteyshenkilöt .....	4
	1.4 Kuntotutkimuksen ajankohta .....	4
	1.5 Sopimusehdot.....	4
<b>2</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>5</b>
	2.1 Kuntotutkimukset.....	5
<b>3</b>	<b>TIIVISTELMÄ, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET</b>	<b>6</b>
	3.1 Tiivistelmä tutkimustuloksista ja johtopäätökset .....	6
	3.2 Suositeltavat korjaustoimenpiteet.....	7
<b>4</b>	<b>KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS</b>	<b>8</b>
	<b>4.1 Rakenteet ja sisäilma .....</b>	<b>8</b>
4.1.1	Yleistarkastelut	8
4.1.2	Sokkelirakenteet	10
4.1.2.1	Sokkelirakenteiden betonitutkimukset	11
4.1.3	Alapohjat	12
4.1.3.1	Alapohjan betonitutkimukset	12
4.1.3.2	Kalustohallin alapohja (AP1)	13
4.1.3.3	Toimistotilojen alapohja (AP2)	14
4.1.4	Väliseinät	15
4.1.5	Ulkoseinät, ikkunat ja ulko-ovet	16
4.1.5.1	Ulkoseinien rakenneavaukset	17
4.1.6	Yläpohja ja vesikatto	18
4.1.7	Rungon liimapuorakenteet	19
	<b>4.2 Mikrobitutkimukset.....</b>	<b>20</b>
4.2.1	<i>Mikrobien suoraviljely</i>	20
	<b>4.3 VOC-näytteet, muovimatot.....</b>	<b>23</b>
4.3.1	2-etyyli-1-heksanoli	23
4.3.2	Toimenpidesuosituksien haitan poistamiseksi	23
	<b>4.4 Sisäilman olosuhteet ja epäpuhtaudet.....</b>	<b>24</b>
4.4.1	Rakennuksen painesuhteet	24
4.4.2	Mineraalivillakuidut	24
	<b>4.5 Ilmanvaihto .....</b>	<b>25</b>

5	<b>LIITTEET</b>	25
6	<b>YHTEYSTIEDOT JA ALLEKIRJOITUS</b>	25

## 1 PERUSTIEDOT

### 1.1 Kohde

Ruoveden paloasema  
Kuruntie 26  
34600 Ruovesi

### 1.2 Tilaaja

Ruoveden kunta  
Marja Rantanen

### 1.3 Toimittaja ja yhteyshenkilöt

KT Kuntotutkimus Oy

Mikko Pelkiö  
Rakenneasiantuntija, RI  
Puhelin 050 365 4683

Sami Heikkilä, DI  
Rakennusterveysasiantuntija  
Puhelin 050 313 1026

Petri Rajaniemi  
Asbesti - ja haitta-aineasiantuntija (Eurofins Expert Services C-20090-33-14).  
Puhelin 040 156 5171

etunimi.sukunimi@kuntotutkimus.com  
www.kuntotutkimus.com  
www.asbesti.info

### 1.4 Kuntotutkimuksen ajankohta

Tutkimus suoritettiin 27.-28.3.2023.

### 1.5 Sopimusehdot

Työssä noudatetaan Konsulttitoiminnan Yleisiä Sopimusehtoja KSE 2013.

## 2 Johdanto

Tutkimuskohteena oli Ruoveden paloasema, joka on valmistunut vuonna 1982. Rakennus on yksikerroksinen ja käsittää henkilökunnan työ- ja sosiaalitiloja, kuntosalin, pesutilat, aulatilat sekä kalustohallin. Rakennus on pääosin alkuperäisessä kunnossa, sisätilojen osalta pintamateriaaleja on paikoin uusittu. Toimisto-osan päädyn ulkoikkunoita on uusittu ja ulkoseinään on asennettu korvausilmaventtiilit.

Henkilökunnan tiloissa on koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä, autohallissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Tilojen käyttäjiltä saadun tiedon mukaan konehallin tuloilmanvaihto oli ollut poissa käytöstä pidemmän aikaa, mutta hiljattain tuloilmakone on korjattu ja suodattimet vaihdettu. Lisäksi tiloissa on ollut useita vesivahinkoja viimeisen 10 vuoden aikana.

Rakennuksen perustukset ovat suunnitelmien mukaan maanvaraisia betonianturaperustuksia. Kantavina pystyrakenteina toimivat tiilimuuratut ulkoseinät ja kalustohallin osalta liimapuupilarit. Kantavina vaakarakenteina toimivat rakennuksen ulkoseinät sekä liimapuurungot.

Alapohjarakenteet ovat maanvaraisia betonilaattoja. Kalustohallin alapohja on alta eristämätön ja valettu suoraan hiekan päälle. Toimisto-osan alapohja on alta eristetty 50mm eps-eristeellä.

Paloaseman ulkoseinät ovat tiili-villa-tiilirakenteisia. Vesikatto on loiva harjakatto ja katteena on bitumihuopa. Vesikaton sadevedenpoisto on toteutettu ulkopuolisin rännein ja syöksytorvin sadevesikaivoihin. Saadun tiedon mukaan pihan sadevesijärjestelmää on uusittu noin 10 vuotta sitten. Kohteessa ei ole salaojajärjestelmiä.

### 2.1 Kuntotutkimukset

Kuntotutkimuksessa tehtiin seuraavat tutkimukset:

- aistinvaraiset havainnot kaikista tiloista
- rakenneavaukset alapohjaan, yläpohjaan, sokkeliin ja ulkoseiniin. Rakenneavauskartta on liitteenä.
- alapohjan tutkimukset
- yläpohjan tutkimukset
- ulkoseinien tutkimukset
- sokkelin tutkimukset
- mikrobinäytteenotto rakenneavauksista
- kuitunäytteenotto 14vrk pölylaskeumasta
- olosuhdeseuranta 14 vrk ajan
- paine-eroseuranta 14 vrk ajan

## 3 Tiivistelmä, johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

### 3.1 Tiivistelmä tutkimustuloksista ja johtopäätökset

Rakennus on suurelta osin teknisen käyttöikänsä ylittänyt. Rakennuksessa olevien riskirakenteiden riskit ovat realisoituneet ja mikrobivaurioita on laajalti.

Ulkoseinärakenteen eristevillat ovat laajalti mikrobivaurioituneita. Ulkoseinärakenne on pääasiassa tiili-villa-tiili -rakenne. Tiiliverhoilun alla on tuuletusrako, mutta tuuletusrako on laastipurseiden tukkima.

Tiilimuurauksessa on paikoin rapautumaa, ja laajalti jäkäläkasvustoa. Rakennuksessa ei ole räystäitä, ja ulkovuoraus altistuu viistosateelle.

Rakennuksen sisäpinnat ovat kuluneet ja uusimisen tarpeessa.

Alapohja on autohallin osalta alta eristämätön betonilaatta. Kapillaarikatkoa ei ole, täyttömaana on hiekkaa. Rakenne ei ole kosteusteknisesti toimiva. Raudoitus on laatan alaosassa ja laatta on monin paikoin halki.

Toimistotilojen osalta alapohjan eristeenä on 50mm EPS. Eristepaksuus on heikko. Toimistotilojen muovimatoissa oli kohonneita pitoisuuksia 2-etyyli-1-heksanolia.

Kantavat väliseinät lähtevät anturoiden päältä, kapillaarikatkoa ei ole. Väliseinien alaosassa pintakosteudet ovat koholla.

Ikkunat ja ulko-ovet ovat alkuperäisiä, ja käyttöikänsä päässä. Ulkopuolen puuosat ovat heikossa kunnossa.

Vesikatto on loiva harjakatto, vesikatteena bitumikermi. Bitumikermiä on useita kerroksia, rakenneavauskohdassa oli 8 kerrosta. Vesikatteen kuntoa ei lumipeitteen vuoksi päästy tarkastamaan.

Sadevedenpoisto ei poista nurkkasadevesiä, vaan räystäskourujen täytyessä sadevedet kastelevat rakennuksen ulkonurkkia.

Salaojitusta ei ole.

Rakennuksen kantava runko on liimapuinen pilari-palkkirunko. Liimapuupilarien alapää

Ilmanvaihtojärjestelmä on vanhanaikainen ja energiatehoton.

## 3.2 Suositeltavat korjaustoimenpiteet

Rakennuksen peruskorjaus vaatii laajoja rakenteellisia korjauksia.

Ainakin seuraavat korjaukset ovat suositeltavia tehdä:

- Kalustohallin osalta alapohjalaatta puretaan, täyttömaata poistetaan vaadittava määrä, asennetaan kapillaarikatko ja lämmöneristys. Alapohjarakenne uusitaan kokonaisuudessaan rakennesuunnittelijan suunnitelman mukaan nykyaikaiseksi, kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi.
- Ulkovuoraus puretaan, mineraalivillaeristeet poistetaan. Uusi eristys esim. polyuretaanilevyin, uusi julkisivurakenne.
- Toimisto-osalta muovimatot ja tasoitteet poistetaan. Uusi lattiapinnoite hyvin kosteutta kestävästä materiaalista. Vaihtoehtoisesti koko toimisto-osan alapohjarakenne uusitaan.
- Liimapuupilarien alapää tsiikataan esiin, ja asennetaan kosteuseristys puun ja betonin väliin, pilarien alle, sekä ympärille ennen valua.
- Sadevedenpoisto uusitaan kauttaaltaan toimivaksi, ja syöksytorviin asennetaan sulanapito.
- Salaojitus asennetaan rakennuksen ympärille.
- Ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan nykyaikaiseksi, lämmöntalteenotolla varustetuksi tulo-poisto-järjestelmäksi.
- Ulko-ovet ja ikkunat uusitaan.
- Rakenteet eivät ole tiiviitä. Sisäpuolisen tiilimuurauksen ja alapohjan liittymät tiivistetään.
- Talotekniikka on teknisen käyttöikänsä lopussa. Talotekniset järjestelmät uusitaan.

## 4 Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

### 4.1 Rakenteet ja sisäilma

#### 4.1.1 Yleistarkastelut

Rakennuksen sisäpinnat ovat kuluneet ja uusimisen tarpeessa. Väliseinät ovat muurattuja, ja seinäpinnat ovat pääasiassa maalattua tiiltä.

Julkisivussa näkyy viistosateen aiheuttamaa rasitusta, etenkin julkisivun yläosassa. Räystäitä ei ole, joten viistosade pääsee kastelemaan seinää ylhäältä alas. Tiilimuurauksessa on kosteudesta aiheutunutta jäkälä- ja leväkasvustoa havaittavissa. Julkisivun puuosat ovat huoltomaalauksen tarpeessa.

Sadevedenpoisto katolta tapahtuu ulkopuolisin räystäskouruin ja syöksytorvin. Syöksytorvissa ei ole sulanapitokaapeleita, tutkimushetkellä syöksytorvet olivat paikoin umpeen jäätyneitä. Räystäskourujen päädyissä ei ole syöksytorvia, vaan päädyissä on peltiset ylivuotoesteet. Sadevesi on kuitenkin kourujen päätyjen osalta tulvinut yli ja valunut rakenteisiin.

Ikkunat ja ulko-ovat ovat alkuperäisiä, ja ulkopuolen puuosat ovat heikossa kunnossa.

Vesikatto on loiva harjakatto, vesikatteena bitumikermi. Vesikattoon tehtiin yksi rakenneavaus, rakenneavauskohdassa bitumikermiä oli kahdeksan kerrosta. Lumipeitteen vuoksi vesikaton kuntoa ei päästy täysin tarkastamaan.

Piha-alue on siisti, ja rakennusvierustat viettävät pääasiassa poispäin rakennuksesta. Paloasema on rakennettu tasamaatontille.

Ilmanvaihtojärjestelmä toimistotiloissa on koneellinen poisto, ja kalustohallissa on koneellinen tulo-poisto ilman lämmöntalteenottoa. Toimistotiloihin on lisätty korvausilmaventtiileitä.





*Julkisivumuuraus, jäkälää ja kosteuden aiheuttamaa tummumaa*



*Nurkissa ei ole syöksytorvia, räystäskourut ovat tulvineet yli ja kastelleet nurkkia*



*Syöksytorvissa ei ole sulanapitoa, jäätyvät tukkoon talvella*



*Jäkäläkasvustoa julkisivussa*

## 4.1.2 Sokkelirakenteet

Sokkelirakenne oli rakenneavauksissa seuraava ulkoa sisällepäin:

- Teräsbetoni 130mm
- EPS 50mm
- Teräsbetoni 250mm

Merkkiainekokeissa sokkelin rakenneavauksiin laskettu merkkiaine vuoti sisäilmaan sokkelin ja alapohjan liittymästä.



*Sokkelin  
rakenneporaus*

## 4.1.2.1 Sokkelirakenteiden betonitutkimukset

Sokkelirakenteista tehtiin seuraavat betonitutkimukset:

- kloridipitoisuuden määrittäminen
- vetolujuuden määrittäminen
- ohuthietutkimus ja petrografinen analyysi

Kloridipitoisuus oli alhainen. Vetolujuus oli 2,5 Mn/m<sup>2</sup>, joka täyttää sokkelille asetetut vaatimukset.

Petrografisen analyysin mukaan betoni on kohtalaisessa kunnossa. Karbonatisoituminen on edennyt noin 9 mm syvyyteen ulkopinnasta.

Tarkka betonitutkimusanalyysi on liitteenä.

## 4.1.3 Alapohjat

Alapohjan tutkimus koostui seuraavista:

- Pintakosteuskartoitus koko kiinteistöön, pistokoeluontoisesti
- Lattiapäälysteistä 3 VOC-materiaalinäytettä. Mikrobinäytteitä lattiapäälysteistä ei otettu, koska lattiapäälysteissä ei ollut orgaanista ainesta.
- 3 rakenneavausta alapohjarakenteisiin, joista 2 alapohjan ja väliseinän liittymiin
- merkkiainekokein liittymien tiiviyden testaus
- kalustohallin alapohjan halkeilua ja rakennetta selvitettiin arvioimalla rauditusmäärät tutka-aaltomenetelmällä ja rakenneavauksin.
- alapohjan betonin kuntoa tutkittiin seuraavin näyttein: 1 ohuthie, 1 vetolujuus

Pintakosteuskartoituksessa ei havaittu poikkeavia lukemia kuivien tilojen osalta.

Kohonneita lukemia oli kalustohallin alueella kauttaaltaan.

Myös vaatteiden pesutilan osalta lukemat olivat kohonneita, pesutila on jatkuvassa pesukäytössä.

Rakenneavauksissa alapohjassa oli kahta eri rakennetyyppiä: kalustohallin alapohjarakenne (AP1) ja toimisto-osan alapohjarakenne (AP2).

Alapohjan tutka-aaltotutkimuksesta on erillinen raportti, se on liitteenä. Tutka-aaltotutkimuksessa kalustohallin alapohjalaatan alla ei havaittu lämmöneristeitä, ja rauditusverkko oli lähes laatan alapinnassa.

### 4.1.3.1 Alapohjan betonitutkimukset

Betonitutkimuksissa alapohjan betoninäytteestä tehtiin ohuthietutkimus ja petrografinen analyysi.

Petrografisen analyysin mukaan betoni on kohtalaisessa kunnossa, ja teknistä käyttöikää on vielä jäljellä.

Tarkka analyysi tutkimuksista on liitteenä.



## 4.1.3.2 Kalustohallin alapohja (AP1)

Alapohjarakenne rakenneavauksessa ylhäältä alaspäin oli seuraava:

1. akryylipinnoite
2. betoni 100-120mm, säästöbetonia, seassa isoa kiveä, teräkset betonilaatan alapinnassa, osin sen alla
3. hiekkatäyttö



Raudoitukset ovat osin laatan alapuolella



Laatta on noin 100mm paksu, seassa isoa kiveä

Kalustohallin alapohjarakenne on alta eristämätön betonilaatta. Alla on hiekkatäyttö, joka ei toimi kunnollisena kapillaarikatkona. Maaperän suhteellinen kosteus on aina 98-100%. Pintakosteusmittauksissa kalustohallin alapohjan pintakosteuslukemat olivat kauttaaltaan koholla.

Raudoitus on aivan laatan alapinnassa, rakenneavauskohdassa teräkset olivat jopa irti laatasta. Raudoitusta tutkittiin tarkemmin tutka-aalto-menetelmällä, raportti siitä on liitteenä. Tutka-aaltomenetelmän kuvauksissa ei havaittu lämmöneristeitä betonilaatan alla.

Kyseinen alapohjarakenne ei ole kosteusteknisesti toimiva. Maaperästä tapahtuvaa kapillaarista kosteuden nousua ei ole estetty lainkaan.

*Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (728/2017) määrää, että kosteus ei saa siirtyä haitallisesti alapohjalaataan.*

**Alapohjarakenne tulee korjata kosteusteknisesti toimivaksi.** Tämä vaatii alapohjalaatan purkamisen, kapillaarikatkon ja lämmöneristyksen asentamisen ja uuden laatan valamisen. Korjaus on vaativaa ja edellyttää erillistä korjaussuunnittelua.

## 4.1.3.3 Toimistotilojen alapohja (AP2)

Rakenneavauksia oli tehty 2 kpl, toinen pesutilaan, toinen luentosaliin. Avauspaikat on merkitty rakenneavaussuunnitelmaan.

Alapohjarakenne rakenneavauksissa ylhäältä alaspäin oli seuraava:

1. lattiapinnoite
2. betoni 100mm, säästöbetonia, seassa isoa kiveä, teräkset betonilaatan alapinnassa, osin sen alla
3. EPS -eriste 50mm
4. hiekkatäyttö

Väliseinät lähtevät anturan päältä ja seinän alaosa on kosteassa hiekkatäytössä.



Rakenneavaus, Sali. Laatan alla 50mm eps eriste, väliseinä lähtee anturan päältä. Hiekkatäyttö on kostea.



Rakenneavaus, pesutila. Lattiassa ei ole vesieristeitä. Täyttöhiekkä märkää.

## 4.1.4 Väliseinät

Väliseinät ovat pääasiassa muurattuja. Rakenneavauksissa väliseinät lähtevät anturoiden päältä, ja seinien alaosa on kosteassa hiekkatäytössä.

Merkkiainekokeilla tutkittiin väliseinä-lattialiittymän tiiveyttä. Merkkiaine laskettiin laatan alle väliseinän liittymäkohdassa. Merkkiainekokeita tehtiin 2 kpl.

**Liittymät vuotivat kaikissa merkkiainekokeissa.** Toimisto-osa on koneellisesta poistoilmanvaihdosta johtuen alipaineinen, ja riski rakenteiden liittymistä tulevalle korvausilmalle on korkea. Rakenteista tuleva korvausilma heikentää sisäilman laatua.



Liittymä vuotaa. Merkkiaine laskettiin laattaan poratusta reiästä täyttöhiekkaan.

## 4.1.5 Ulkoseinät, ikkunat ja ulko-ovet

Ulkoseinärakenne on tiili-villa-tiilirakenne.

Julkisivussa näkyy viistosateen aiheuttamaa rasitusta, etenkin julkisivun yläosassa.

Räystäitä ei ole, joten viistosade pääsee kastelemaan seinää ylhäältä alas.

Tiilimuurauksessa on kosteudesta aiheutunutta jäkälä- ja leväkasvustoa havaittavissa.

Julkisivun puuosat ovat huoltomaalauksen tarpeessa.

Ulkoseinän mineraalivillaeristeissä on mikrobikasvustoa. Mikrobivaurioita on todettu laajalti aikaisemmassa Terveet Talo Oy:n tekemässä kuntotutkimuksessa. Tämän tutkimuksen yhteydessä otettiin 9 kpl mikrobinäytteitä. Mikrobitulokset on käsitelty omassa kappaleessaan.

**Tämän kuntotutkimuksen yhteydessä otetuissa näytteissä esiintyi mikrobikasvustoa. Ulkoseinän eristevillan osalta asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittyvät.**

Ulkoseinien ja sokkelin kunto tutkittiin rakenneavauksin.

Ikkunat ja ulko-ovet ovat alkuperäisiä, ja puuosiltaan heikossa kunnossa. Puuvuorattujen osien osalta otettiin mikrobinäytteitä.

Merkkiainekokein tutkittiin rakenteiden tiiveyttä laskemalla merkkiaine sokkeliin poratuista rei'istä sokkeliin, ja ulkoseinän eristetilaan ulkoseinän rakenneavauksista.

**Rakenteet vuotivat kaikissa merkkiainekokeissa.** Toimisto-osa on koneellisesta poistoilmanvaihdosta johtuen alipaineinen, ja riski rakenteiden liittymistä tulevalle korvausilmalle on korkea. Rakenteista tuleva korvausilma heikentää sisäilman laatua.



Merkkiaine vuotaa ulkoseinärakenteesta





## 4.1.5.1 Ulkoseinien rakenneavaukset

Rakenneavauksia tiilirakenteiseen ulkoseinärakenteeseen oli tehty suunnitelman mukaiset 5 kpl.

Ulkoseinärakenne rakenneavauskohdissa ulkoa sisälle päin oli seuraava:

- Tiili 85mm
- Tuuletusrako, raossa laastipurseita, rako tukossa
- Mineraalivilla 100mm
- Tiilimuuraus



Ulkoseinän rakenneavaus. Eristevilla on tummunutta. Tuuletusrako on laastipurseiden tukkimaa.

Puurakenteiseen ulkoseinärakenteeseen tehtiin 2 rakenneavausta.

Ulkoseinärakenne rakenneavauskohdissa ulkoa sisälle päin oli seuraava:

- maalattu kestopuupaneeli 28mm
- tuuletusrako 20mm
- lujalevy
- mineraalivilla 100mm
- lujalevy



Puuvuorattu osa ulkoseinää, rakenneavaus.

## 4.1.6 Yläpohja ja vesikatto

Vesikatto on loiva bitumikermikatto ulkopuolisin vedenpoistoin. Räystäskourut keräävät sadevedet syöksytorviin. Sulanapitokaapeleita ei ole, ja tutkimushetkellä maaliskuussa 2023 osa syöksytorvista oli jäänyt umpeen.

Tutkimushetkellä vesikatteen kuntoa ei päästy tarkastamaan lumipeitteestä johtuen.

Yläpohjatilaa ei ole kulkua, yläpohjaan oli tehty 3 rakenneavausta alakautta sisätiloista päin.

Yläpohjan eristevilloissa ei esiintynyt mikrobikasvustoa.

Yläpohjarakenne ylhäältä alaspäin rakenneavauskohdissa oli seuraava:

- Vesikate ja ruodelaudoitus
- Tuuletusrako n. 100mm
- Mineraalivilla 250mm
- Höyrynsulkumuovi
- Mineraalivilla 50mm
- Kipsilevy



Yläpohjan eristeitä, vanha vesivahingon kohta

## 4.1.7 Rungon liimapuurakenteet

Rakennuksen kantava runko koostuu liimapuupilareista ja -palkeista. Autohallin osalta liimapuupilarien alapäävät ovat alapohjalaatan sisässä, ja altistuvat kosteudelle.

Liimapuupalkeissa oli pieniä pintahalkeamia havaittavissa, mutta ei yhtään palkin lävitse asti menevää halkeamaa. Halkeamat ovat liimapuulle tyypillisiä ainoastaan ulkonäköhaitallisia kuivumishalkeamia

Liimapuurunko on pääasiassa hyvässä kunnossa. Rungon käyttöäälle riskin muodostaa liimapuupilarien alapäiden altistuminen kosteudelle alapohjalaatan sisässä.

Liimapuupalkkien palkkijako on 4,065m ja jänneväli 14,5m. Yksittäisten palkkien leveys 140mm, korkeus arviolta keskellä 1300mm, reunoissa 1000mm.



Liimapuupilarien alapäävät ovat alapohjalaatan sisässä, ja altistuvat kosteudelle



Liimapuupalkit ovat suoria, halkeamat ovat pintahalkeamia.



Palkki on suorassa



Palkit ovat hyväkuntoisia.

## 4.2 Mikrobitutkimukset

Mikrobinäytteitä otettiin kaikkiaan 11 kpl:

- 5 kpl tiilirakenteisen ulkoseinän eristeistä
- 3 kpl yläpohjan eristevillasta
- 3 kpl puurakenteisen ulkoseinäosan eristeistä

**Mikrobikasvustoa esiintyi tiilirakenteisen ulkoseinän eristevilloissa.** Samat eristevillat on todettu laajalti mikrobivaurioituneiksi myös Terveet talot Oy:n 2022 suorittamassa kuntotutkimuksessa.

Yläpohjan eristevillanäytteissä oli niukasti mikrobeja.

**Puurakenteisen ulkoseinäosan eristevilloissa esiintyi kosteusvaurioindikaattoreita.**

***Asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat ylittyvät tiilirakenteisen ulkoseinän eristevillan osalta.***

### 4.2.1 Mikrobien suoraviljely

***Suoraviljelymenetelmässä levitetään hienonnettua materiaalia suoraan elatusmaljoille, joita viljellään laboratoriossa kasvatustaapissa. Kasvatusaika on 14 vrk. Suoraviljelymenetelmässä elinkykyisten mikrobien määrä ilmaistaan suhteellisella asteikolla + -merkeillä.***

***Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sienitiöitä ja/tai aktinomykettejä runsaasti (+++).***

***Tulosten tulkinta perustuu näytteen pitoisuuden lisäksi näytteessä esiintyvän lajiston tarkasteluun. Rakennuksista otetuissa materiaalinäytteissä esiintyy tavallisimmin Penicillium, Aspergillus ja Cladosporium-sienisukuja sekä hiivoja.***

***Vaurioituneissa materiaaleissa esiintyy usein mikrobeja, joita harvemmin esiintyy vauriottomien rakennusten rakenteissa. Näitä mikrobeja kutsutaan ns. kosteusvaurioindikaattoreiksi ja osa niistä vaatii runsaan kosteuden kasvaakseen.***

***Huomattavaa on, että myös ns. tavanomaiset homesuvut voivat kasvaa kostuneilla materiaaleilla. Tieto mikrobilajistosta on tärkeä osa mikrobikasvun ja epätavanomaisten mikrobilähteiden tunnistamista, mutta yksinomaan sen perusteella ei tule tehdä päätelmiä rakennuksen terveellisyydestä.***



<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Pieni määrä mikrobeja -/+/&gt;++</p> <p style="background-color: yellow;">Kohtalaiset/niukat määrät mikrobeja mutta sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja. +/&gt;++</p> <p style="background-color: red;">Runsaasti mikrobeja ja/tai aktinomykeettejä +++/&gt;++++</p> </div>				
#	Näyte	Tila	Tulosyhteenvedo	Johtopäätös
1	Eristevilla	Ulkoseinä, RA1	Erittäin runsaasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Selvä mikrobikasvusto näytteessä.
2	Eristevilla	Ulkoseinä, RA2	Erittäin runsaasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Selvä mikrobikasvusto näytteessä.
3	Eristevilla	Ulkoseinä, RA3	Kohtalaisesti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.
4	Eristevilla	Ulkoseinä, RA4	Runsaasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Selvä mikrobikasvusto näytteessä.
5	Eristevilla	Ulkoseinä, RA5	Kohtalaisesti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.
6	Eristevilla	Yläpohja, YP1	Elinkykyisiä mikrobeja ei esiintynyt.	Ei elinkykyistä mikrobikasvustoa näytteessä.
7	Eristevilla	Yläpohja, YP2	Niukasti mikrobeja.	Ei mikrobikasvustoa näytteessä.

Kuva 1. Mikrobitulosten yhteenvedo, osa 1.

8	Eristevilla	Yläpohja, YP3	Niukasti mikrobeja.	Ei mikrobikasvustoa näytteessä.
9	Eristevilla	Puuverhoilun eristevilla, PU1	Niukasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.
10	Eristevilla	Puuverhoilun eristevilla, PU2	Kohtalaisesti mikrobeja.	Ei mikrobikasvustoa näytteessä.
11	Eristevilla	Puuverhoilun eristevilla, PU3	Niukasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.

Kuva 2. Mikrobitulosten yhteenveto, osa 2.

### 4.3 VOC-näytteet, muovimatot

VOC-materiaalinäytteitä otettiin 3 kpl lattian muovimatoista.

**Kahdessa näytteessä oli kohonnut pitoisuus 2-etyyli-1-heksanolia, pitoisuus ylitti asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen toimenpiderajan.**

Näyte	12, muovimatto	13, muovimatto	14, muovimatto
2-etyyli-1-heksanolin pitoisuus tolueeniekvivalenttina $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	18,6	72,2	92,9
Toimenpideraja (asumisterveysastuksen soveltamisohje) $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	10	10	10

#### 4.3.1 2-etyyli-1-heksanoli

*2-Etyyli-1-heksanoli (2-EH) on kemiallinen yhdiste, jota käytetään pehmittimien, pinnoitteiden ja liimojen tuotannossa. Sisäilmaan sitä voi vapautua muun muassa PVC-muovimaton pehmittimen dietyyliheksaftalaatin (DEPH) ja liimojen akrylaattikopolymeerien hajoamisen seurauksena. Syyinä tähän ovat yleensä rakenteiden ja materiaalien kosteusongelmat. Pieniä määriä 2-etyyli-1-heksanolia vapautuu kuitenkin myös muun muassa vaurioitumattomista PVC-materiaaleista. Uudemmissa PVC-muovimatoissa dietyyliheksaftalaatti on korvattu usein muilla pehmittimillä kuten esimerkiksi DINP, DINCH tai DIDP ftalaateilla. Näiden hajoamistuotteina muodostuu erilaisia pitkäketjuisia C9 – C10-alkoholeja. Eräässä tutkimuksessa hajoamista on todettu tapahtuvan jo lattiabetonilaatan 75%:n suhteellisessa kosteudessa. Hajoamistuotteiden epäillään aiheuttavan ihmisille oireilua 10 – 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ylittävillä pitoisuuksilla sisäilmassa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, valvira, 2016)*

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa on määritetty 2-etyyli-1-heksanolin toimenpiderajaksi 10  $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$ .

#### 4.3.2 Toimenpidesuositukset haitan poistamiseksi

2-etyyli-1-heksanolin päästöjen poistaminen vaatii seuraavat toimenpiteet:

- muovimatot ja niiden liimat poistetaan
- tasoitteen pitoisuudet määritetään näyttein, jos tasoitteessa on kohonneita pitoisuuksia 2-etyyli-1-heksanolia, tasoite jyrsitään

#### 4.4 Sisäilman olosuhteet ja epäpuhtaudet

Sisäilman olosuhteista seurattiin rakennuksen painesuhteita 14 vrk:n ajan.

Hiilidioksidipitoisuuden seuranta ei tehty, koska rakennuksessa ei tutkimushetkellä ollut lähes lainkaan käyttäjiä.

Mineraalivillakuitumääritykset tehtiin 14 vrk

##### 4.4.1 Rakennuksen painesuhteet

Painesuhteita mitattiin kahdesta pisteestä toimistotiloista ulkovaipan yli, 14 vrk:n ajan.

Rakennus oli koko mittausjakson lievästi alipaineinen, paine-ero vaihteli 5-20Pa välillä.

Kuvaaja mittaustuloksista on liitteenä.

##### 4.4.2 Mineraalivillakuidut

Mineraalivillakuitunäytteitä otettiin 6 kpl, näytteet 14 vrk:n pölylaskeumasta.

Tulos:		
Näyte #	Tila	Teolliset mineraalikuidut/cm <sup>2</sup>
15	1	2.9
16	2	0.6
17	3	3.0
18	4	0.8
19	5	2.1
20	6	2.7

Kuva 3. Mineraalivillakuitulaskenta.

Villakuitujen toimenpideraja on 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Toimenpideraja ylittyi kaikissa näytteissä. Näytteet ovat kaikki toimistotiloista, joissa ilmanvaihtona on koneellinen poistoilmanvaihto. Tuloilman mukana ei todennäköisesti voi tulla mineraalivillakuituja.

Todennäköinen lähde mineraalivillakuiduille ovat mineraalivillaiset akustointilevyt, ja kuitupitoisuus on päässyt kasvamaan heikon siivoustason vuoksi.



## 4.5 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmä toimistotilojen puolella on koneellinen poisto. Järjestelmään on lisätty tuloilmaventtiileitä ulkoseiniin. Huippuimureita on kolme kappaletta. Rakenteet eivät ole tiiviitä, merkkiainekokeissa esiintyi ilmavuotoja rakenteista. Riski korvausilman tulemiselle rakenteista on kohonnut. Koneellisen poistoilmanvaihdon energiahukka on merkittävä.

Kalustohallin puolella ovat erilliset tuloilmakone ja poistoilmakoneet. Lämmön talteenottoa ei ole. Energiahukka on merkittävä.

Ilmanvaihtojärjestelmä kokonaisuutena on vanhentunut, tehoton ja aiheuttaa merkittävää energiahukkaa sekä merkittävän riskin sisäilman laadun heikkenemiselle.

## 5 Liitteet

- Liite 1: Mikrobianalyysitulokset
- Liite 2: VOC -materiaalinäytteet, analyysitulokset
- Liite 3: Teollisten mineraalivillakuitujen laskenta
- Liite 4: Betonitutkimukset, laboratorioanalyysit
- Liite 5: Alapohjalaatan tutka-aaltotutkimus, raportti

## 6 Yhteystiedot ja allekirjoitus

Helsingissä 4.5.2023



Sami Heikkilä, DI, Rakennusterveysasiantuntija C-10282-26-13  
Toimitusjohtaja, Johtava kuntotutkija

**Tilaaaja**

KT Kuntotutkimus Oy  
Ruosilankuja 3 A  
00390 HELSINKI



## MIKROBIANALYYSI MATERIAALINÄYTTEESTÄ SUORAVILJELYMENETELMÄ

**Projekti / Kohde**

Ruoveden paloasema

**Näytteenottopäivämäärä**

27.3.2023

**Näytteenottaja**

Sami Heikkilä

**Näyte viljelty**

30.3.2023

**Näytemäärä**

11

**Menetelmä**

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisessa suoraviljelymenetelmässä näyte hienonnetaan ja siirretään elatusalustoille. Elatusalustoina käytettiin Mallasuute- (M2), Dikloran-glyseroli- 18 (DG-18), Rose-Bengal-Hagem- (RBH) ja Tryptoni-hiivauute-glukoosiaagareita (THG). Näytteitä kasvatettiin 7+7 vuorokautta 25° C asteessa. Tunnistus suoritettiin mikroskopoimalla. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä. Laboratorio ei vastaa asiakkaan tekemästä näytteenotosta. Jos tulos alittaa määrittäysrajan, materiaalista voidaan tehdä suoramikroskopointi mahdollisen kuolleen tai kuivuneen mikrobikasvun havaitsemiseksi. Suoramikroskopointi voidaan suorittaa luotettavasti vain kiinteiltä tasaisilta pinnoilta (puu tai levyt). Suoramikroskopointia ei voida käyttää bakteerikasvun havaitsemiseen. Preparaatti otetaan mahdollisuuksien mukaan alueelta, jossa on selvä värimuutos tai poikkeava pintarakenne. Eurofins bestLab ei vastaa tiedoista jotka asiakkaat ilmoittavat.

**Tulkinta**

Tulkinta: Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen suoraviljelymenetelmän tulkinta perustuu mikrobien runsauden mukaiseen asteikkoon. Jos homeiden, hiivojen ja muiden bakteerien kokonaismäärät ovat pieniä, (-/+ / ++), se ei viittaa mikrobikasvuun mutta jos mikrobien määrät ovat niukat/ kohtalaiset ja kosteusvaurioindikaattoreita esiintyy se viittaa mikrobikasvustoon. Jos mikrobeja on runsaasti (+++/++++) voidaan todeta, että näytteessä on selvä mikrobikasvusto. Pitoisuuksien ohella tulkinnassa otetaan huomioon myös ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen ja/tai lajien esiintyminen. Suoramikroskopointi tuloksia käytetään viljelymenetelmän tulosten tueksi. Jos suoramikroskopointi osoittaa rihmaston esiintymisen, se voi viitata kuolleeseen tai kuivuneeseen mikrobikasvun esiintymiseen. Jos suoramikroskopointi osoittaa vain itiöiden esiintymisen voi tämä johtua kontaminaatiosta.



## Analyysitulosten yhteenveto

Tässä taulukossa on ainoastaan viljelyanalyysien yhteenveto. Yhteenvetotaulukossa on käytetty värejä tulosten havainnollistamiseksi. Tarkemmat tulokset on esitetty raportin lopussa.

Pieni määrä mikrobeja -/+ / ++
Kohtalaiset/niukat määrät mikrobeja mutta sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja. + / ++
Runsaasti mikrobeja ja/tai aktinomykeettejä +++ / ++++

#	Näyte	Tila	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
1	Eristevilla	Ulkoseinä, RA1	Erittäin runsaasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Selvä mikrobikasvusto näytteessä.
2	Eristevilla	Ulkoseinä, RA2	Erittäin runsaasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Selvä mikrobikasvusto näytteessä.
3	Eristevilla	Ulkoseinä, RA3	Kohtalaisesti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.
4	Eristevilla	Ulkoseinä, RA4	Runsaasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Selvä mikrobikasvusto näytteessä.
5	Eristevilla	Ulkoseinä, RA5	Kohtalaisesti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.
6	Eristevilla	Yläpohja, YP1	Elinkykyisiä mikrobeja ei esiintynyt.	Ei elinkykyistä mikrobikasvustoa näytteessä.
7	Eristevilla	Yläpohja, YP2	Niukasti mikrobeja.	Ei mikrobikasvustoa näytteessä.



8	Eristevilla	Yläpohja, YP3	Niukasti mikrobeja.	Ei mikrobikasvustoa näytteessä.
9	Eristevilla	Puuverhoilun eristevilla, PU1	Niukasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.
10	Eristevilla	Puuverhoilun eristevilla, PU2	Kohtalaisesti mikrobeja.	Ei mikrobikasvustoa näytteessä.
11	Eristevilla	Puuverhoilun eristevilla, PU3	Niukasti mikrobeja. <b>Sisältää kosteusvaurioindikaattorilajeja.</b>	Epäily mikrobikasvustosta näytteessä.

## Eurofins bestLab Oy

Minna Lundberg



## ANALYYSIYHTEENVETO

Analyysin mittausepävarmuus on tarvittaessa saatavana laboratoriosta.

\* = Kosteusvaurioindikaattori (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje)

- = Elinkykyisiä mikrobeja ei esiintynyt

Näyte: 1

DG18		Yhteensä
		+++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Blastobotrys</i>	2	+
<i>Cladosporium</i>	175	+++
<i>Penicillium</i>	10	+
<i>Alternaria, Ulocladium</i> -lajiryhmä*	3	+
M2		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aureobasidium</i>	3	+
<i>Cladosporium</i>	18	+
<i>Lecythophora</i>	6	+
<i>Verticillium</i>	11	+
<i>Penicillium</i>	5	+
RBH		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Acremonium</i> -sukuryhmä*	2	+
<i>Botrytis</i>	2	+
<i>Cladosporium</i>	16	+
<i>Penicillium</i>	3	+
Steriilit	2	+
<i>Alternaria, Ulocladium</i> -lajiryhmä*	2	+
THG		Yhteensä
		+++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aktinomykeetit</i> *	155	+++



Näyte: 2

DG18		Yhteensä
		++++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	256	++++
Hiivat	1	+
<i>Penicillium</i>	23	++
M2		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aureobasidium</i>	1	+
<i>Cladosporium</i>	23	++
Hiivat	1	+
<i>Penicillium</i>	18	+
<i>Alternaria, Ulocladium</i> -lajiryhmä*	1	+
RBH		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Botrytis</i>	1	+
<i>Cladosporium</i>	17	+
<i>Penicillium</i>	22	++
<i>Syncephalastrum</i>	1	+
<i>Alternaria, Ulocladium</i> -lajiryhmä*	2	+
THG		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
Muut bakteerit	15	+



Näyte: 3

DG18		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	36	++
Hiivat	1	+
<i>Penicillium</i>	5	+
M2		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aureobasidium</i>	2	+
<i>Cladosporium</i>	4	+
<i>Penicillium</i>	1	+
RBH		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	3	+
Steriilit	5	+
<i>Alternaria, Ulocladium</i> -lajiryhmä*	2	+
THG		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aktinomykeetit</i> *	1	+
Muut bakteerit	1	+



Näyte: 4

DG18		Yhteensä
		+++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	143	+++
<i>Penicillium</i>	4	+
M2		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aspergillus niger</i>	1	+
<i>Penicillium</i>	2	+
Steriilit	1	+
RBH		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	2	+
<i>Penicillium</i>	8	+
THG		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aktinomykeetit*</i>	4	+
Muut bakteerit	2	+





Näyte: 5

DG18		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aspergillus versicolores</i> -lajiryhmä*	5	+
<i>Cladosporium</i>	33	++
<i>Penicillium</i>	6	+
M2		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	5	+
<i>Penicillium</i>	2	+
Steriilit	1	+
RBH		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aspergillus versicolores</i> -lajiryhmä*	1	+
<i>Cladosporium</i>	14	+
<i>Lichtheimia</i>	5	+
<i>Penicillium</i>	6	+
THG		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aktinomykeetit</i> *	2	+
Muut bakteerit	8	+



Näyte: 6

DG18		<b>Yhteensä</b>
		-
<b>Laji</b>	Pesäkemäärä	<b>Yhteensä</b>
		-
M2		<b>Yhteensä</b>
		-
<b>Laji</b>	Pesäkemäärä	<b>Yhteensä</b>
		-
RBH		<b>Yhteensä</b>
		-
<b>Laji</b>	Pesäkemäärä	<b>Yhteensä</b>
		-
THG		<b>Yhteensä</b>
		+
<b>Laji</b>	Pesäkemäärä	<b>Yhteensä</b>
Muut bakteerit	4	+



Näyte: 7

DG18		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	1	+
M2		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Penicillium</i>	1	+
RBH		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	1	+
THG		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
Muut bakteerit	5	+

Näyte: 8

DG18		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	1	+
M2		Yhteensä
		-
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
		-
RBH		Yhteensä
		-
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
		-
THG		Yhteensä
		-
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
		-



Näyte: 9

DG18		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	4	+
<i>Penicillium</i>	6	+
M2		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aspergillus fumigatus</i> -lajiryhmä*	1	+
<i>Cladosporium</i>	1	+
<i>Penicillium</i>	4	+
RBH		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aspergillus fumigatus</i> -lajiryhmä*	1	+
<i>Cladosporium</i>	1	+
<i>Penicillium</i>	1	+
THG		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
Muut bakteerit	2	+



Näyte: 10

DG18		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	4	+
<i>Penicillium</i>	37	++
Steriilit	1	+
M2		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
Hiivat	1	+
<i>Penicillium</i>	20	++
RBH		Yhteensä
		++
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Penicillium</i>	26	++
THG		Yhteensä
		-
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
		-



Näyte: 11

DG18		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Cladosporium</i>	6	+
<i>Penicillium</i>	11	+
M2		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Aspergillus fumigatus</i> -lajiryhmä*	1	+
<i>Cladosporium</i>	1	+
Hiivat	1	+
<i>Penicillium</i>	15	+
RBH		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
<i>Penicillium</i>	15	+
THG		Yhteensä
		+
Laji	Pesäkemäärä	Yhteensä
Muut bakteerit	2	+



**Tilaaja:**

KT Kuntotutkimus Oy  
Ruosilankuja 3 A  
00390 Helsinki

## MATERIAALINÄYTTEIDEN VOC-EMISSION

Analyysi on teetetty alihankintana FINAS akkreditoitussa laboratoriossa. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

**Projekti/ kohde:** Ruoveden paloasema  
**Näytteenottaja:** Sami Heikkilä  
**Näytteenottopäivämäärä:** 27.-28.3.2023

### Lausunto

1-butanoli ja 2-etyyli-1-heksanoli käytetään indikaattoryhdisteinä muovimattojen ja niiden liimojen hajoamisprosessista kosteuden vaikutuksesta. PVC-lattiapinnoitteissa ja liimoissa on vähäisiä määriä 2-etyyli-1-heksanolia raaka-aineena (ominaisemissio), mutta suuremmissa määrin sitä vapautuu ftalaattien alkalisesta hajoamisreaktioiden seurauksena. 2000-luvun alkupuolella alkoholyhdisteiden trendeissä näkyy muovimattojen pehmittimien vaihtuminen, jolloin DEHP-ftalaatti vaihtui DINP ja DINCH-ftalaatteiksi. Näiden hajoamistuotteina muodostuu erilaisia pitkäketjuisia C9 – C10-alkoholeja. Tämä tarkoittaa, että 2-etyyli-1-heksanolin esiintyvyys on laskenut samalla kun C9-alkoholien on kasvanut. Työterveyslaitos on antanut viitearvoja sekä C9-alkoholeille että 2-etyyli-1-heksanolille. Näytteiden 13 ja 14 2-etyyli-1-heksanolin emissiotaso ylittää Työterveyslaitoksen antamat viitearvot näille mattotyypeille mutta muita hajoamistuotteita ei esiinny. On mahdollista että 2-etyyli-1-heksanoli on ominaisemissio tai on peräisin vanhasta kosteusrasituksesta.

### Eurofins bestLab Oy

Annika Glader



### Analyysin kuvaus

Emissionäytteet kerättiin mikrokammiolaitteella (Micro-Chamber,  $\mu$ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin kaasukromatografialaitteistolla, johon oli yhdistetty MSD/FID detektori (TD-GC-MSD/FID). Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) saatiin laskemalla kaikkien n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näytemäärää kohti ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ).

### Tulosten tulkinta

Tulosten tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjearvoja. Alla olevassa taulukossa on esitetty Työterveyslaitoksen määrittämiä viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC tulosten arvioinnissa. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

### Materiaalien VOC-emissioiden viitearvot erilaisille materiaalityypeille

<b>PVC / pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)</b>	
TVOC	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
2-etyyli-1-heksanoli	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
<b>PVC / pehmittimenä DINCH (diisononyyliheksahydroftalaatti), DIMP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)</b>	
TVOC	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
2-etyyli-1-heksanoli	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
C <sub>9</sub> -alkoholit	320 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
<b>Tasoitteet ja betoni</b>	
TVOC	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
2-etyyli-1-heksanoli	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
<b>Linoleum</b>	
TVOC	650 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
Propaanihappo	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$





**Analyysin tulokset**

Näyte	12		13	
Tutkittava materiaali	Muovimatto		Muovimatto	
Näytteenottoaikka	Lattia, 1		Lattia, 2	
Näytteen massa, g	4,47		4,99	
TVOC	32		110	
Tulokset, µg/(m <sup>3</sup> g)	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina
<b>Alifaattiset hiilivedyt yhteensä</b>		<b>11,3</b>		<b>33,7</b>
C <sub>6</sub> -C <sub>8</sub>		< 0,3		< 0,3
>C <sub>8</sub> -C <sub>12</sub>		4,1		4,9
>C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>		7,2		28,8
<b>Alkoholit yhteensä</b>		<b>18,6</b>		<b>72,2</b>
2-etyyli-1-heksanoli	15,5	18,6	60,2	72,2
Butanoli		< 0,3		< 0,3
Fenoli		< 0,3		< 0,3
Bentsyylialkoholi		< 0,3		< 0,3
C <sub>9</sub> -alkoholit		< 0,3		< 0,3
Alkoholeja muita		< 0,3		< 0,3
<b>Aromaattiset yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>		<b>1,4</b>
Bentseeni		< 0,3		< 0,3
Tolueeni		< 0,3		< 0,3
Etyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
1,3 + 1,4-ksyleeni		< 0,3		< 0,3
Styreeni		< 0,3		< 0,3
1,2-ksyleeni		< 0,3		< 0,3
Propyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
1,3,5-trimetyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
Naftaleeni		< 0,3		< 0,3
1-metyyli-naftaleeni		< 0,3		< 0,3
Bifenyylit		< 0,3		< 0,3
Alkyylibentseenijä muita		< 0,3		1,4
<b>Esterit yhteensä</b>		<b>1,4</b>		<b>&lt; 0,3</b>
Etyyliasettaatti		< 0,3		< 0,3
Butyyliasettaatti		1,4		< 0,3



<b>Glykolieetterit yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>	<b>&lt; 0,3</b>
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		< 0,3	< 0,3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		< 0,3	< 0,3
TXIB		< 0,3	< 0,3
2-butoksietanoli		< 0,3	< 0,3
2-fenoksietanoli		< 0,3	< 0,3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		< 0,3	< 0,3
Glykolieettereitä muita		< 0,3	< 0,3
<b>Halogenoidut yhdisteet yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>	<b>&lt; 0,3</b>
Tetrakloorieteeni		< 0,3	< 0,3
1,1,2,2-tetrakloorietaani		< 0,3	< 0,3
1,4-diklooribentseeni		< 0,3	< 0,3
<b>Karbonyylit yhteensä</b>		<b>0,6</b>	<b>1,4</b>
Heksanaali		< 0,3	< 0,3
2-furankarboksaldehydi		< 0,3	< 0,3
Bentsaldehydi		< 0,3	< 0,3
Oktanaali		< 0,3	< 0,3
Nonanaali		0,6	0,7
Pentanaali		< 0,3	< 0,3
Heptanaali		< 0,3	< 0,3
Dekanaali		< 0,3	< 0,3
Asetofenoni		< 0,3	< 0,3
Karbonyylejä muita		< 0,3	0,7
<b>Orgaaniset hapot yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>	<b>&lt; 0,3</b>
Etikkahappo		< 0,3	< 0,3
Heksaanihappo		< 0,3	< 0,3
Propaanihappo		< 0,3	< 0,3
Orgaanisia happoja muita		< 0,3	< 0,3
<b>Terpeenit yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>	<b>&lt; 0,3</b>
Pineeni		< 0,3	< 0,3
Delta-3-kareeni		< 0,3	< 0,3
Limoneeni		< 0,3	< 0,3
<b>Muut yhdisteet yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>	<b>0,7</b>
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		< 0,3	< 0,3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		< 0,3	0,7
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		< 0,3	< 0,3



Näyte	14	
Tutkittava materiaali	Muovimatto	
Näytteenottoaikka	Lattia, 3	
Näytteen massa, g	4,99	
TVOC	142	
Tulokset, µg/(m <sup>3</sup> g)	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina
<b>Alifaattiset hiilivedyt yhteensä</b>		<b>33,7</b>
C <sub>6</sub> -C <sub>8</sub>		0,3
>C <sub>8</sub> -C <sub>12</sub>		8,1
>C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub>		25,3
<b>Alkoholit yhteensä</b>		<b>102,5</b>
2-etyyli-1-heksanoli	77,4	92,9
Butanoli		6,7
Fenoli		1,5
Bentsyylialkoholi		< 0,3
C <sub>9</sub> -alkoholit		< 0,3
Alkoholeja muita		1,4
<b>Aromaattiset yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>
Bentseeni		< 0,3
Tolueeni		< 0,3
Etyylibentseeni		< 0,3
1,3 + 1,4-ksyleeni		< 0,3
Styreeni		< 0,3
1,2-ksyleeni		< 0,3
Propyylibentseeni		< 0,3
1,3,5-trimetyylibentseeni		< 0,3
Naftaleeni		< 0,3
1-metyylinaftaleeni		< 0,3
Bifenyyli		< 0,3
Alkyylibentseenejä muita		< 0,3
<b>Esterit yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>
Etyyliasettaatti		< 0,3
Butyyliasettaatti		< 0,3



<b>Glykolieetterit yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		< 0,3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		< 0,3
TXIB		< 0,3
2-butoksietanoli		< 0,3
2-fenoksietanoli		< 0,3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		< 0,3
Glykolieettereitä muita		< 0,3
<b>Halogenoidut yhdisteet yhteensä</b>		<b>&lt; 0,3</b>
Tetrakloorieteeni		< 0,3
1,1,2,2-tetrakloorietaani		< 0,3
1,4-diklooribentseeni		< 0,3
<b>Karbonyylit yhteensä</b>		<b>3,2</b>
Heksanaali		< 0,3
2-furankarboksaldehydi		< 0,3
Bentsaldehydi		< 0,3
Oktanaali		< 0,3
Nonanaali		0,8
Pentanaali		< 0,3
Heptanaali		< 0,3
Dekanaali		0,4
Asetofenoni		0,6
Karbonyylejä muita		1,4
<b>Orgaaniset hapot yhteensä</b>		<b>1,6</b>
Etikkahappo		0,6
Heksaanihappo		< 0,3
Propaanihappo		< 0,3
Orgaanisia happoja muita		1,0
<b>Terpeenit yhteensä</b>		<b>0,4</b>
Pineeni		0,4
Delta-3-kareeni		< 0,3
Limoneeni		< 0,3
<b>Muut yhdisteet yhteensä</b>		<b>0,7</b>
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		< 0,3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		0,7
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		< 0,3



KT Kuntotutkimus Oy  
Ruosilankuja 3A  
00390 Helsinki

## TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN LASKENTA

### Kohde/ Projekti:

Ruoveden paloasema

### Näytteenottopäivämäärä:

27.3.-28-3.2023

### Näytteenottaja:

Sami Heikkilä

### Menetelmä:

BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä laskettiin, valomikroskooppia käyttäen, kuidut joiden halkaisija on  $\geq 3\mu\text{m}$  ja pituuden suhde halkaisijaan  $\geq 3:1$ . Menetelmän määrittäjä on 0,1 kuitua / $\text{cm}^2$ . Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

### Tulos:

Näyte #	Tila	Teolliset mineraalikuidut/ $\text{cm}^2$
15	1	2.9
16	2	0.6
17	3	3.0
18	4	0.8
19	5	2.1
20	6	2.7

### Viitearvot:

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon pölylaskeumassa on 0,2 kuitua/ $\text{cm}^2$ .

Toimenpiderajan ylittyessä on kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseksi selvitettävä. (545/2015)

Työterveyslaitoksen tekemissä työympäristöselvityksissä

toimistorakennusten tuloilmakanavien pintojen keskimääräiseksi kuitupitoisuudeksi on määritetty 10–30 kuitua/ $\text{cm}^2$ . (Toimiston sisäilman tutkiminen, Salonen ym. 2011)

## Eurofins bestLab Oy

Ann-Len Glasberg



# Laboratorioanalyysit

Ruoveden paloasema



## SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot .....	3
1.1	Tilaaaja.....	3
1.2	Tilaus.....	3
1.3	Toimeksianto.....	3
1.4	Kohde.....	3
1.5	Näytteet.....	3
1.6	Tutkimuksen luotettavuus .....	3
2	Tutkimusmenetelmät.....	3
2.1	Näytteiden luettelointi.....	3
	Kloridipitoisuuden määrittäminen .....	3
2.2	Vetolujuuden testaus.....	4
2.3	Petrografinen ohuthietutkimus .....	4
2.4	Käytettävät lyhenteet.....	4
3	Tutkimustulokset .....	5
3.1	Visuaalinen tarkastelu ja näyteluettelo.....	5
3.2	Alapohja .....	6
3.2.1	Petrografinen tutkimus.....	6
3.3	Sokkeli.....	7
3.3.1	Kloridipitoisuus.....	7
3.3.2	Vetolujuus .....	7
3.3.3	Petrografinen tutkimus.....	7

# Raportti 25008863-001

## 1 Yleistiedot

### 1.1 Tilaaja

KT Kuntotutkimus Oy  
Ruosilantie 14 A  
00390 Helsinki

Jakelu:  
sami.heikkila@kuntotutkimus.fi

### 1.2 Tilaus

29.3.2023, Sami Heikkiä, KT Kuntotutkimus Oy

### 1.3 Toimeksianto

Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen, vetolujuuden testaus sekä petrografinen ohuthietutkimus tilaajan määrittelemille näytteille.

### 1.4 Kohde

Ruoveden paloasema

### 1.5 Näytteet

Kolme (3) näytettä ohuthietutkimusta, kloridipitoisuuden määrittämistä ja vetolujuuden testausta varten. Tutkittavat näytteet ja suoritettavat testaukset on esitetty Taulukossa 1.

Näytteet on otettu tilaajan toimesta ja toimitettu 29.3.2023 Vantaan laboratorioon.

### 1.6 Tutkimuksen luotettavuus

Sweco Finland Oy Tutkimukset ja laadunvarmistus Vantaa toimii FINAS akkreditointipalveluiden akkreditoimana testauslaboratoriona T195. Toiminta täyttää standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 vaatimukset. Pätevyysalue: [www.finas.fi](http://www.finas.fi). Akkreditoinnin piiriin kuuluvat testaukset on ilmoitettu menetelmäkohtaisesti. Laboratorioanalyysit on suoritettu Vantaan toimipisteessä erikseen mainittuja poikkeuksia lukuun ottamatta. Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain Sweco Finland Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella. Tutkimustulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Mahdolliset mittausepävarmuudet saa laboratoriolta pyydettäessä.

## 2 Tutkimusmenetelmät

### 2.1 Näytteiden luettelointi

Poraliiriöiden mitat on määritelty työntö- ja rullamitoilla taulukossa 1 ilmoitetusta pinnasta lähtien. Näytteiden luetteloinnin on suorittanut geologi Jonna Vatanen.

#### Kloridipitoisuuden määrittäminen

Betonin kloridipitoisuudet on määritetty Metrohm Eco Titrator laitteella standardin SFS-EN 14629:2007 mukaisesti potentiometrisellä titrausmenetelmällä (metodi B). Analyysit on tehty joko porajauheesta tai



poralieriöstä murskaamalla ja jauhamalla. Analysoitavan jauheen määrä on 3 g ( $\pm 0,1$  g) ellei toisin ole ilmoitettu. Jokaisen näytesarjan yhteydessä suoritetaan tunnetun kloridipitoisuuden (0,02 p-%, mittaustarkkuus  $\pm 0,002$  p-%), sekä nollanäytteen määrittäminen.

By 42 *Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019* -ohjeen ja *Liikenneviraston 28/2018 "Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset – Sillat"* -ohjeen mukaan kloridipitoisuuden kriittisenä raja-arvona pidetään noin 0,03...0,07 painoprosenttia (p-%), kun kloridipitoisuuden määrittäminen on tehty happoliukoisena betonin painosta.

Kloridipitoisuuden määrittäminen suoritettiin 6.4.2023 akkreditoitusti laborantti Kristiina Tuomainen.

## 2.2 Vetolujuuden testaus

Vetolujuuden määrittäminen suoritettiin virallisesti kalibroidulla 20 kN:n Seidner HZP 20 D1-C -laitteella standardin SFS 5445:1988 mukaisesti. Koekappaleiden päät on tasoitettu hiomalla tai sahaamalla. Murtovyvyys on ilmoitettu poralieriön alkuperäisestä rasituspinnasta mitattuna. Mahdolliset poikkeamat on ilmoitettu tutkimustulosten yhteydessä.

Vetolujuuden testauksen suoritti 30.3.2023 akkreditoitusti tutkimusavustaja Niko Kouvalainen.

## 2.3 Petrografinen ohuthietutkimus

Poralieriönäytteistä on valmistettu pinta-alaltaan noin 55 mm x 35 mm ja paksuudeltaan noin 25  $\mu$ m kokoiset ohuthieet kohtisuoraan tutkittavaa pintaa vasten. Ohuthieitä on tarkasteltu stereo- ja polarisaatiomikroskooppilla myös fluoresoivaa ultraviolettivaloa käyttäen. Säröt ovat leveydeltään  $\leq 0,01$  mm, mikrohalkeamat  $> 0,01$  -  $\leq 0,1$  mm ja halkeamat  $> 0,1$  mm.

Ohuthietutkimuksen suoritti akkreditoitusti geologi Jonna Vatanen perustuen soveltuvin osin standardiin ASTM C856/C856M-20. Ohuthietutkimustulosten tarkastelu perustuu standardiin, vertaisarvioituihin tutkimuksiin sekä tutkijan kokemukseen, eikä kuulu akkreditoinnin piiriin.

## 2.4 Käytettävät lyhenteet

Laboratorioanalyysien tuloksissa käytetään yleisesti seuraavia lyhenteitä:

up = ulkopinta	sp = sisäpinta	yp = yläpinta	ap = alapinta	svp = sivupinta
rp = rasituspinta	mp = murtopinta	kp = katkaistu pinta	k-m = keskimäärin	

## 3 Tutkimustulokset

### 3.1 Visuaalinen tarkastelu ja näyteluettelo

Taulukko 1. Näyteluettelo, testaussyvytydet.

Näyte-tunnus	Rakenneosa	Testi	Testaussyvyys pinta / mm	Näytteen Ø mm	Näytteen pituus mm	Teräksen sijainti mm (Ø mm)	Karbonatisoitumissyvyys mm						Lisähuomioita
							up/yp			sp/ap			
							min	max	k-m	min	max	k-m	
1	Alapohja	OH	yp 0-55	**	70	*	*	*	*	*	*	*	** Näytteen koko 90 x 70 mm, kulmikas
2	Sokkeli	OH CL	up 0-55 up 0-20	155**	125	*	*	*	*	*	*	*	** 20 % vajaa poralieriö (Kuva 1)
3	Sokkeli	V	koko näyte	155**	220	*	*	*	*	*	*	*	*** 25 % vajaa poralieriö

Taulukon merkinnät:

V = veto, OH = ohuthie, CL = kloridi, (\*) = ei tilattu, (\*\*) = halkaisija ei määritettävissä, näytelevydet ilmoitettu Lisähuomioita-kohdassa.



Kuva 1. Esimerkki (näyte 2) vajaasta poralieriöstä.

## 3.2 Alapohja

### 3.2.1 Petrografinen tutkimus

#### 3.2.1.1 1, yläpinta

Yleistä	Betonin yläpinta on hieman epätasainen.
Karb.	Betonin sideaine on karbonatisoitunut keskimäärin 14,0 mm ja enintään 18,0 mm syvyydelle.
Runkoaines	Karkea runkoaines ( $\varnothing$ 2,0–10,0 mm) on pääosin pyöreäsärmäistä – pyöritynyttä, ehjää ja rapautumatonta gneissia/graniittia, liusketta ja amfiboliittia. Runkoaineksessa esiintyy yleisesti pienirakeista, uudelleenkiteytynyttä ja satunnaisesti hiertynyttä kvartsia. Pienemmät lajitteet ( $\varnothing$ 0,064–2,0 mm) ovat muodoltaan kulmikkaita – pyöreäsärmäisiä ja pääosin kvartsia, maasälpä, kiillettä ja amfibolia. Raekokojakauma vaikuttaa olevan pääosin tasainen. Tartunnat sideaineeseen ovat pääosin hyvät ja tiiviit sisältäen kuitenkin paikoitellen rakomaista huokoisuutta.
Sideaine	Sideaine on lentotuhkaa ja masuunikuonaa seosaineena sekä kalkkikiveä seosaineena/fillerinä sisältävää portlandsementtiä. Hydrataatioaste vaikuttaa olevan korkea. V/s-suhde vaikuttaa olevan pääosin tasainen, mikrohuokoisuutta esiintyy runsaasti. Sideaineen kalsiumhydroksidi on kooltaan hieno- ja keskirakeista, määrältään kohtalaisen runsasta ja pääosin tasaisesti jakautunutta.
Huokoisuus	Betonissa esiintyy vähän huokoisuutta ( $\varnothing < 2,2$ mm) epätasaisesti jakautuneena. Suurin osa huokoisuudesta on muodoltaan pyöreää. Huokosten reunoilla ei havaittu merkittäviä huokostäytteitä.
Halkeilu	Yläpinnalta kulkeutuu kohtisuoraan pintaa vasten muutama yksittäinen särö (leveys $< 0,01$ mm) ulottuen enintään 5,0 mm syvyydelle.

#### 3.2.1.2 Alapohjanäytteen petrografisen tuloksen tarkastelu

Tutkitun betonin runkoaines on pääosin ehjää ja tartunnaltaan hyvää. Sideaineen hydrataatioaste vaikuttaa olevan korkea ja tasainen. Sideaineen mikrorakenne on pääosin tasainen, mutta hieman harvahko.

Näytteen betoni ei vaikuta olevan riittävästi lisähuokostettua, joten sen ei voida arvioida olevan pakkasenkestävää kosteusrasitetuissa olosuhteissa.

Tutkitussa näytteessä ei ole havaittavissa viitteitä kosteusrasituksesta. Huokostäytteitä ei ole havaittavissa eikä sideaineen kalsiumhydroksidi vaikuta olevan liuennutta, joten sideaineen säilyvyyden ei arvioida olevan heikentynyttä.

Betonin yläpinnalla esiintyy muutama varhaisessa vaiheessa muodostunut särö, joiden vaikutusta betonin läpäisevyyteen ei voida arvioida. Pakkasrapautumiseen tai muuhunkaan merkittävään vaurioitumiseen viittaa vaa halkeilua ei ole havaittavissa.

### 3.3 Sokkeli

#### 3.3.1 Kloridipitoisuus

Taulukko 2. Tutkittujen näytteiden kloridipitoisuudet.

Näyte-tunnus	Näytesyvyys (mm)/pinta	Kloridipitoisuus betonin painosta (paino -%)	Merkittävyys korroosioriski
2	0–20	<0,01	vähäinen

#### 3.3.2 Vetolujuus

Taulukko 3. Tutkittujen näytteiden vetolujuudet.

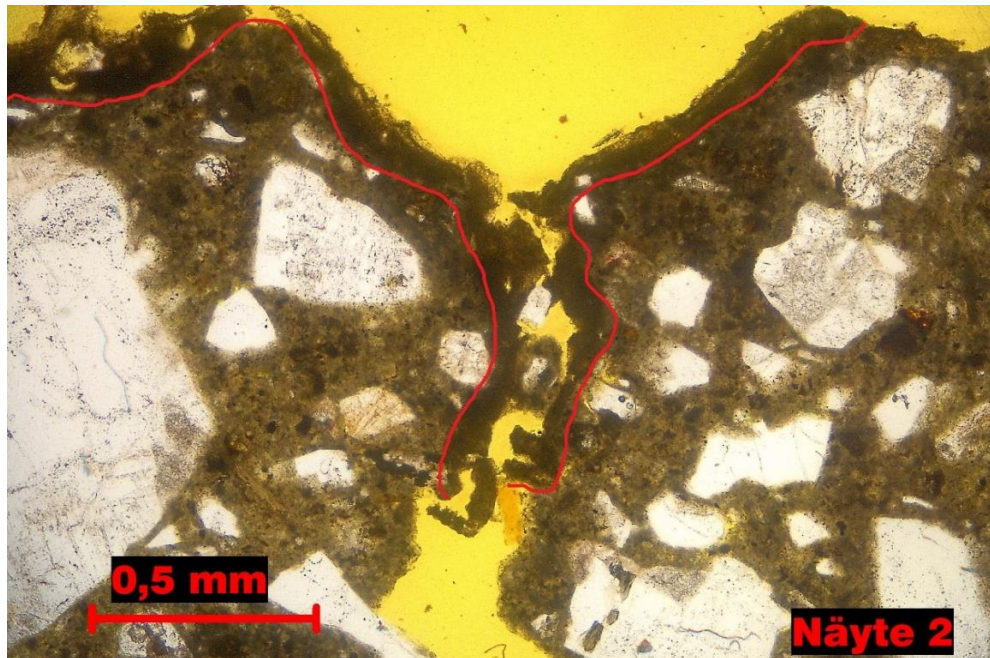
Tunnus	Ø mm	Vetolujuus MN/m <sup>2</sup>	Murtosyvyys mm	Murtotapa	Lisähuomiot murtopinnasta
3	74*	2,5	up 2 - 19	Osittain runkoainesta leikaten	-

\*vetolujuuden testausta varten näytteestä 3 on porattu laboratoriossa vetolujuuden testaukseen sopiva, pienempi kappale.

#### 3.3.3 Petrografinen tutkimus

##### 3.3.3.1 2, ulkopinta

Yleistä	Poralieriönäytteessä oli paljain silmin havaittavissa oleva halkeama laboratorioon saapuessa. Poralieriönäyte halkesi halkeamaa pitkin laboratoriossa näytteen esikäsittelyn yhteydessä, ja liimattiin laboratoriossa takaisin yhteen ennen ohuthieen valmistusta. Betonin hieman epätasaista ulkopintaa peittää pääosin alle 0,5 mm paksuinen, epätasainen ja satunnaisesti epäjatkuva pinnoite, jota on osittain havaittavissa halkeaman sisällä (Kuva 2).
Karb.	Betonin sideaine on karbonatisoitunut keskimäärin 9,0 mm syvyydelle ja näytteessä esiintyvää halkeamaa pitkin läpi koko tutkitun näytesyvyyden enintään 10,0 mm etäisyydelle halkeaman reunoista mitattuna.
Runkoaines	Karkea runkoaines (Ø 2,0–9,0 mm) on pääosin pyöreäsärmäistä – pyöristynyttä, ehjää ja rapautumatonta gneissia/graniittia, liusketta ja amfiboliittia. Runkoaineksessa esiintyy yleisesti pienirakeista, uudelleen kiteytynyttä kvartsia. Pienemmät lajitteet (Ø 0,064–2,0 mm) ovat muodoltaan kulmikkaita – pyöreäsärmäisiä ja pääosin kvartsia, maasälpä, kiillettä ja amfibolia. Rae-kokojakauma vaikuttaa olevan pääosin tasainen. Tartunnat sideaineeseen ovat näytteessä esiintyvän halkeaman ympärillä satunnaisesti hieman heikentyneet runkoainesten tartuntapinnoilla esiintyvän rakomaisen huokoisuuden seurauksena.
Sideaine	Sideaine on lentotuhkaa ja masuunikuonaa seosaineena sekä kalkkikiveä seosaineena/fillerinä sisältävää portlandsementtiä. Hydrataatioaste vaikuttaa olevan korkea. V/s-suhde vaikuttaa olevan hieman epätasainen, mikrohuokoisuutta esiintyy pääosin runsaasti, mutta paikoin hieman vaihtelevasti. Sideaineen kalsiumhydroksidi on kooltaan hieno- ja keskirakeista, määrältään kohtalaisen runsasta ja pääosin tasaisesti jakautunutta.
Huokoisuus	Betonissa esiintyy vähän huokoisuutta (Ø < 2,5 mm) epätasaisesti jakautuneena. Suurin osa huokoisuudesta on muodoltaan pyöreää. Huokosten reunoilla ei havaittu merkittäviä huokostäytteitä.
Halkeilu	Ulkopinnalta kulkeutuu kohtisuoraan pintaa vasten yksittäinen, satunnaisesti runkoainesta leikkaava halkeama (leveys < 0,4 mm) ulottuen läpi koko tutkitun näytesyvyyden. Halkeamasta haarautuu paikoin säröjä-mikrohalkeamia. Halkeaman lähetyvillä esiintyy satunnaisesti rinnakkaista, epäjatkovaa ja kohtisuoraa/diagonaalista säröilyä (leveys < 0,01 mm, pituus pääosin < 3,0 mm).



Kuva 2. Näytteessä 2 esiintyvää pinnoitekerrosta näkyy hieman myös halkeaman sisällä. Kuva on otettu polarisaatiomikroskoopilla tasopolaroitua valoa käyttäen. Huokoisuus ja halkeilu näkyvät keltaisena, sideaine ruskeana ja runkoaines näkyy pääosin valkoisena.

### 3.3.3.2 Sokkelinäytteen petrografisen tuloksen tarkastelu

Tutkitun betonin runkoaines on pääosin ehjää ja tartunnaltaan hyvää, mutta näytteessä esiintyvän halkeaman ympäristössä esiintyy satunnaisesti hieman heikentynyttä tartuntaa johtuen lievään vedenerottumiseen viittavan rakomaisen huokoisuuden takia. Sideaineen hydrataatioaste vaikuttaa olevan korkea ja pääosin tasainen. Sideaineen mikrorakenne on paikoin hieman epätasainen ja pääosin hieman harvahko.

Näytteen betoni ei vaikuta olevan riittävästi lisähuokostettua, joten sen ei voida arvioida olevan pakkasenkestävää kosteusrasitetuissa olosuhteissa.

Tutkituissa näytteissä ei ole havaittavissa viitteitä kosteusrasituksesta. Huokostäytteitä ei ole havaittavissa eikä sideaineen kalsiumhydroksidi vaikuta olevan liuennutta, joten sideaineen säilyvyyden ei arvioida olevan heikentynyttä.

Betonissa on koko tutkitun näytesyvyyden läpi jatkuva, yksittäinen halkeama, jonka voidaan arvioida vaikuttavan paikallisesti betonin läpäisevyyteen. Halkeaman arvioidaan kielekemäisen karbonatisoitumisen ja halkeaman sisäisen pinnoitehavainnon perusteella muodostuneen ennen pinnoitteen lisäämistä. Halkeaman läheisyydessä esiintyy mahdollisesti halkeamaan liitettävissä olevaa säröilyä. Pakkasrapautumiseen viittaavaa halkeilua ei ole havaittavissa.

**Sweco Finland Oy Tutkimukset ja laadunvarmistus Vantaa**  
Akkreditoitu testauslaitos T195 (EN ISO/IEC 17025)



Jonna Vatanen  
Laatija, tutkija



Kirsi Larjamo  
Tarkastaja, asiantuntija



---

## Lattian rakennetutkimus

Kohde: Ruoveden paloasema  
Pvm: 28.03.2023  
Laatija: Jaakko Einiö

Osallistujat: Jaakko Einiö

Rakennuspalvelu J. Einiö Oy

---

### Kohde

Kohteessa Ruoveden palolaitos jonka lattiarakennetta tutkitaan.

Tutkimus suoritettiin kuvaamalla lattiarakennetta kahdesta kohtaa autohallin puolelta 1200x1200 kokoisilta alueilta. Kuvaus suoritettiin Hilti PS1000 ja Hilti PS300 skannereilla. Saatua aineisto analysoitiin Hilti Profis Detection ohjelmistolla

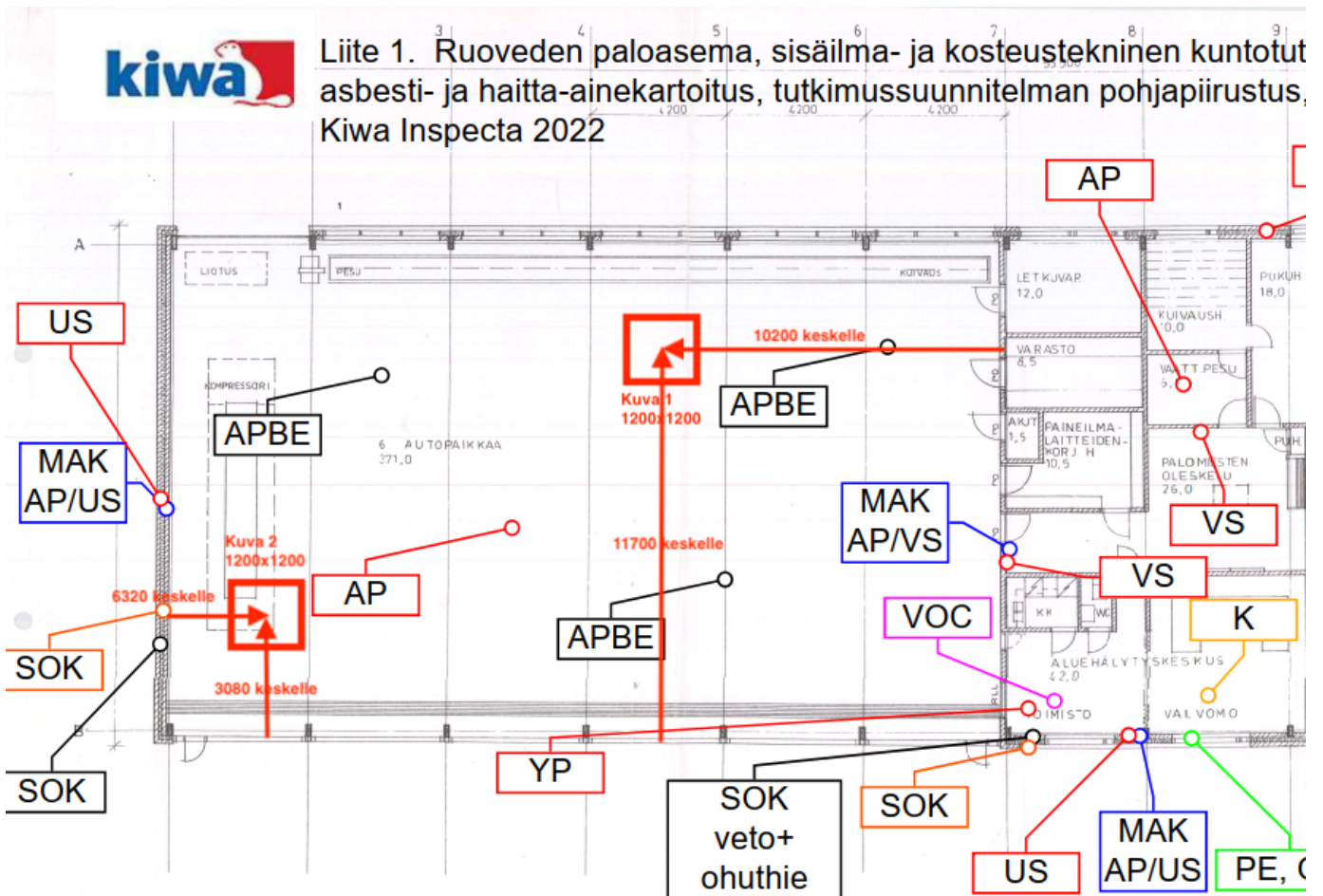
Tutkimuksen perusteella kuvatuilta alueilta ei pystytty havaitsemaan betonivalun alta eristekerroksia, vaan oletettavasti betonivalu on kauttaaltaan perustettu alapuolisen soratäytön päälle kuten oli nähtävissä myös tehdyssä rakenneavauksessa.

Toisessa kuvatussa kohdassa (Kuva 1) oli näkyvissä teräsverkkojen sauma jonka limitys oli kolme silmää eli noin 600mm

Verkkona kuvauksen perusteella 8mm verkko 200mm silmällä

Tarkemmat tiedot jäljempänä kunkin kuvatun alueen kohdalla



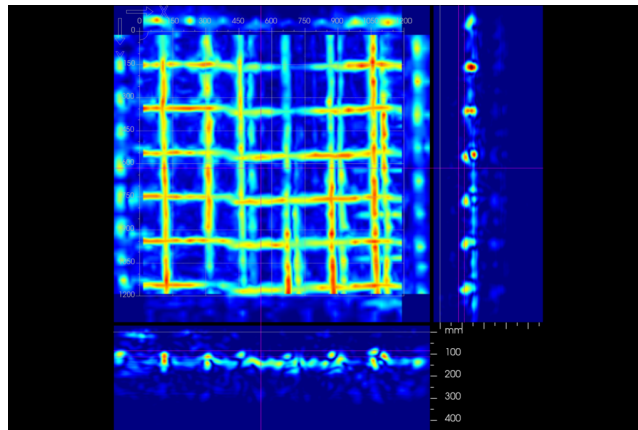


Kuvatut alueet esitetty pohjakuvassa  
Mitat seinistä kuvattujen alueiden keskelle

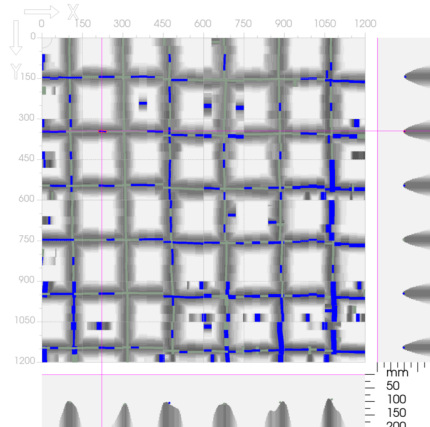
Kuva 1



Kuva 1



Kohdassa kahden verkon sauma jossa verkkojen  
limitys kolmen silmän verran eli noin 600mm  
Rakenteen paksuus noin 170mm  
Ylemmän verkon sijainti noin 100-110mm rakenteen  
pinnasta, alemman sijainti noin 110-130mm rakenteen  
pinnasta



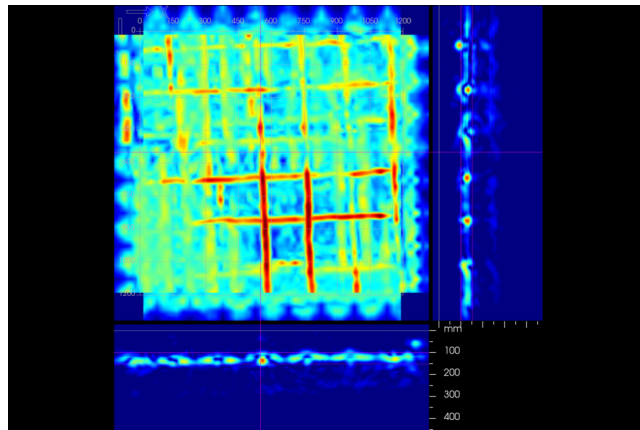
Teräksille saadaan halkaisijaksi 8mm, silmäkoko  
200mm  
Ylemmän verkon sijainti noin 100-110 rakenteen  
pinnasta



## Kuva 2

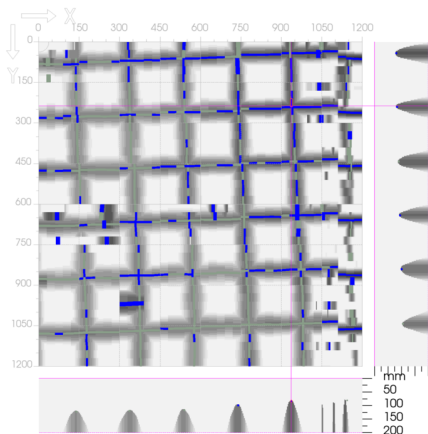


Kuva 2



Kuvatussa kohdassa rakenteen paksuus muuttuu siten, että katselusuunnasta oikea "yläkulma" on ohuin ja vasen "alakulma" paksuin. Ohuin kohta noin 140mm ja paksuin noin 160mm.

Myös tälle alueelle sattuu verkkojen sauma  
Ylemmän verkon sijainti rakenteessa noin 100-110mm  
laatan pinnasta



Teräksille saadaan halkaisijaksi 8mm, silmäkoko  
200mm

Ylemmän verkon sijainti rakenteessa noin 100-110mm  
laatan pinnasta