



KUNTOTUTKIMUSRAPORTTI

Koulutie 4 B, 23360 Kustavi



Mikrobinäytteet

Tutkimus päivämäärä:

29.12.2023

**TURUN KUNTOTUTKIMUS OY
-TUNNE TALOSI-**



Sisällys

1. YHTEYSTIEDOT JA TUTKIMUSOLOSUHTEET	2
1.1 TILAAJA	2
1.2 TOIMEKSIANTO.....	2
1.3 KOHDE	2
1.4 LÄSNÄOLIJAT.....	2
1.5 TUTKIMUSAJANKOHTA.....	2
1.6 TUTKIMUKSEN TEKIJÄT	2
2. KUNTOKARTOITUS JA LÄHTÖTIEDOT	3
2.1 KOHTEEN YLEISKUVAUS.....	3
2.3 LÄHTÖKOHTA TUTKIMUKSELLE	3
2.4 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA RAJAUS	4
2.5 KÄYTÖSSÄ OLLEET ASIAKIRJAT	4
3. TUTKIMUS JA HAVAINNOT	4
Aistinvaraiset havainnot.....	4
Olosuhdemittaukset.....	5
Rakenneavaukset	5
Kosteusmittaukset	5
Lämpökameratarkastelu	11
Ulkoseinärakenteet.....	11
3.1 RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEET:	15
4. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET.....	23
4.1 YHTEENVETO TUTKIMUKSESTA:	23
4.2 JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET:.....	23
4.2 SISÄILMASTOSELVITYS JA OLOSUHDEARVIOINTI:	23
4.3 RAPORTIN LUOVUTUS	25
5. TERVEYDELLISET OHJEET	25
6. MÄÄRITELMÄT JA KÄSITTEET	26
7. MIKROBIKASVUN EDELLYTYKSET	28
MIKROBIEN ESIINTYMINEN.....	28
MIKROBIKASVU	28
TYYPILLISIMPIÄ SIENI-ITIÖITÄ.....	28
MIKROBIEN KASVUEDELLYTYKSET	29

LIITTEENÄ

Mikrobianalyysit, Turun Yliopisto Aerobiologia (Liite 1)

Analyysivastaus, Työterveyslaitos (Liite 2)

Kuntoarvioraportti, Turun Kuntotutkimus Oy (Liite 3)

1. YHTEYSTIEDOT JA TUTKIMUSOLOSUHTEET

1.1 TILAAJA

Kustavin Kunta

1.2 TOIMEKSIANTO

Toimeksiannon syynä oli terveystarkastajan velvoite selvittää koulurakennuksen sisäilman laatua.

1.3 KOHDE

Koulu, Koulutie 4B_Kustavi

1.4 LÄSNÄOLIJAT

Antti Kuparinen, Turun Kuntotutkimus Oy
Mikko Harju, Turun Kuntotutkimus Oy
Mika Kankare, Turun Kuntotutkimus Oy

1.5 TUTKIMUSAJANKOHTA

29.12.2023

1.6 TUTKIMUKSEN TEKIJÄT

Antti Kuparinen / Rakenneasiantuntija (RI, RTA)
Puh.0400801109
antti@turunkuntotutkimus.fi

Mikko Harju (RI)

Mika Kankare

Turun Kuntotutkimus Oy
Kärsämäentie 35, 20360Turku
Y-2704633-2

2. KUNTOKARTOITUS JA LÄHTÖTIEDOT

2.1 KOHTEEN YLEISKUVAUS

Rakennus on alkuperäiseltä osin rakennettu 50-luvulla ja sitä on laajennettu vuosien aikana useasti. Edellinen merkittävä saneeraustoimenpide on tehty 2001, jolloin mm. ulkoseiniin on tehty lisälämmöneristyksiä, pinnoitteita on uusittu, rakennukseen kulkua on muutettu sekä sisäseinien muutoksia/tilamuutoksia yms. Lisäksi salaojitusta on korjattu muutamia vuosia sitten. Salaojasaneeraus on kuitenkin epäonnistunut ja niiden korjaus oli tutkimushetkellä sovittuna jo helmikuulle 2024.

Rakennus on käyttötarkoitukseltaan perusopetuksen koulu, jossa on koneellinen ilmanvaihto ja vesikiertoinen patterilämmitys (kaukolämpö). Rakennus on kaksi kerroksinen ja sen opetustilat ovat pääosin ylemmässä kerroksessa. Alemmassa kerroksessa on toimisto-, sosiaali- (sauna- ja peseytymistiloja (ei käytössä)), teknisiä- ja varastotiloja, keittiö ja ruokala. Kalustuksesta päätellen alakerroksessa saattaa toisinaan olla myös esimerkiksi musiikin opetusta tms.

Rakennus on perustettu kantavaan maapohjaan/kallioon anturasokkelilla ja maanvastaisilla alapohjarakenteilla. Alapohjan rakenteet eivät olleet tarkemmin selvillä.

2.3 LÄHTÖKOHTA TUTKIMUKSELLE

Koulurakennuksen tarkempaa tutkimista on edellyttänyt terveystarkastaja, joka tarkastuskäynnillä on havainnut mikrobimaista hajua kellarikerroksessa. Lisäksi alakerroksessa on rakenteissa havaittavissa kosteuden aiheuttamia vaurioita kuten maalipinnan hilseilyä. Terveystarkastaja on havainnut kohollaan olevia kosteuslukemia pintakosteudenosoittimella. Kunta on tilannut koko kiinteistöä koskevan kuntotutkimuksen selvittääkseen rakennuksen kuntoa sekä mahdollisia korjaustoimenpiteitä. Rakennuksen yleinen kuntoarvio on laadittu erikseen samassa yhteydessä ja siitä on tehty erillinen raportti.

2.4 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA RAJAUS

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena oli selvittää mikrobinäytteidenotolla ja tarkastuksella rakennuksen riskialttiiden ja mahdollisesti vaurioituneiden rakenteiden kuntoa.

Tutkimusraportti perustuu kohteesta tehtyihin havaintoihin, mittaustuloksiin, sekä kunnan edustajilta saatuihin tietoihin ja kohteesta otettuihin valokuviin.

Rakennetta rikkomattomalla menetelmällä ei voida havaita rakenteiden sisäisiä vaurioita, ellei niistä ole tarkastushetkellä kosteudentunnistimilla havaittavaa tai muualla tavalla aistittavaa tai rakenteiden pinnalla näkyviä viitteitä. Edes rakenteita avaamalla ei voida täydellistä varmuutta rakenteiden kunnosta tekemättä laajoja ja kattavia rakenteiden purkutöitä. Epäselvissä tapauksissa on syytä aina tehdä lisäselvityksiä tai kuntotutkimuksia.

Pintapuolisella tarkastuksella ei voida arvioida maanalaisten rakenteiden ja järjestelmien olemassaoloa, kuntoa, toimivuutta tai korjaustarvetta.

Tarkastaja vastaa siitä, että tarkastus tehdään ammattitaitoisesti ja suoritusohjeen mukaisesti, mutta ei vastaa hänelle kerrottujen tai asiakirjoissa esitettyjen tietojen oikeellisuudesta.

Tarkastajalla on oikeus ja velvollisuus oikaista tarkastussuoritteessa esille tullut virhe. Tilaajan tulee reklamoida kuntotarkastajaa kaikista virheistä kohtuullisessa ajassa (kolmen kuukauden kuluessa tarkastuksesta).

2.5 KÄYTÖSSÄ OLLEET ASIAKIRJAT

Tutkimusta varten käytössä oli seuraavat asiakirjat:

- Kunnan edustajien haastattelu
- Pohjapiirustukset tasoittain
- Terveystarkastajan tarkastuskertomus
- Analyysivastaus, Työterveyslaitos
- Testausseloste, Turun Yliopisto aerobiologianlaitos
- Ulkoilmaston tiedot, Ilmatieteenlaitos Isokarin säähavaintoasema
- Pohjapiirustukseen laadittu tutkimussuunnitelma (Turun Kuntotutkimus Oy)

3. TUTKIMUS JA HAVAINNOT

Aistinvaraiset havainnot

Rakennuksen alakerrokseen tultaessa oli selkeästi havaittavissa mikrobimaista hajua. Haju lisääntyi merkittävästi rakenneavausten teon yhteydessä. Lisäksi alakerroksessa oli monin paikoin havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä kuten maalipinnan hilseilyä. Selkeimmät aistinvaraiset havainnot olivat yläkerrokseen johtavien portaiden alla ja sen viereisen väliseinän molemmin puolin sekä keittiössä kylmävaraston vieressä. Kellarikerroksen varastotiloissa sekä alustassa havaittiin riskirakenteeksi todettuja puukoolauksia betonirakenteissa, joissa tiedetään olevan mikrobikasvustoa.

Alustatilaan johtuu kalliota pitkin vettä, jota pumpataan uppopumpulla pois. Puukoo-
lausten lisäksi alustan maapohjalla havaittiin laho ja mikrobivaurioitunutta puuta. Kel-
larikerroksen ja luokkatilojen välisen välipohjan tiivyydestä ei ole tarkempaa tietoa,
mutta putkiläpivientien ja avoyhteyksien kautta haju ja mikrobihaitat leviävät myös
luokkatiloihin.

Olosuhdemittaukset

Tutkimuksen ajan kohteessa kerättiin olosuhdetietoja kahdesta eri sijainnista kerrok-
sittain. Alakerroksen olosuhteita mitattiin ruokalan alueelta pöytätasolta ja ylemmän
kerroksen olosuhdetta mitattiin Kivimaa-luokan pulpetilta. Tutkimushetkellä sisäilman
lämpötila oli alakerroksessa 21°C ja 22°C välillä, ilman kosteus vaihteli 19RH% ja
22%RH välillä sekä hiilidioksidin määrä noin 400ppm koko mittausajanjakson ajan.
Paine-eroa mitattiin niin ikään ylä- ja alakerroksessa. Huomioitavaa oli, että portaikon
yläpäässä sijaitsevan oven ollessa kiinni kellarikerroksen paine-ero ulkovaipan yli
nousi merkittävästi ylipaineiseksi. Oven ollessa auki kellarikerroksen paine ero oli
noin -2Pa ja oven ollessa kiinni noin +20Pa. Tavanomaisesti ilmanvaihto säädetään
hieman alipaineiseksi, ettei tilojen kosteus paineistu ulkoseiniin ja yläpohjaan. Yläker-
roksessa vastaavat mittauslukemat olivat 21°C ja 22,5°C välillä, ilman kosteus vaih-
teli välillä 20RH% - 22RH%, hiilidioksidipitoisuus oli koko mittausjakson ajan noin
500ppm. Yläkerroksen paine-ero oli koko mittausjakson ajan alipaineinen vaihdellen
0Pa ja -2,5 välillä. Suurimmat alipaineet mitattiin, kun alakerroksen ovi suljettiin. Ul-
koilman lämpötila oli päivän aikana tasaisesti 0,4°C ja ilman kosteus 99RH% (ilmatie-
teenlaitos, Kustavi Isokari). Mitatut suureet ovat suositusten mukaisia eikä niistä ollut
havaittavissa rakennevaurioon viittaavia poikkeamia. Kellarikerroksen ilmanvaihdon
sääto toimimaan tasaisemmin on suositeltavaa. Korkea ylipaine ajaa kellarikerroksen
hajuhaittoja myös ylempään tilaan. HUOM! Olosuhde ei vastannut tutkimushetkellä
tavanomaista käyttöolosuhdetta.

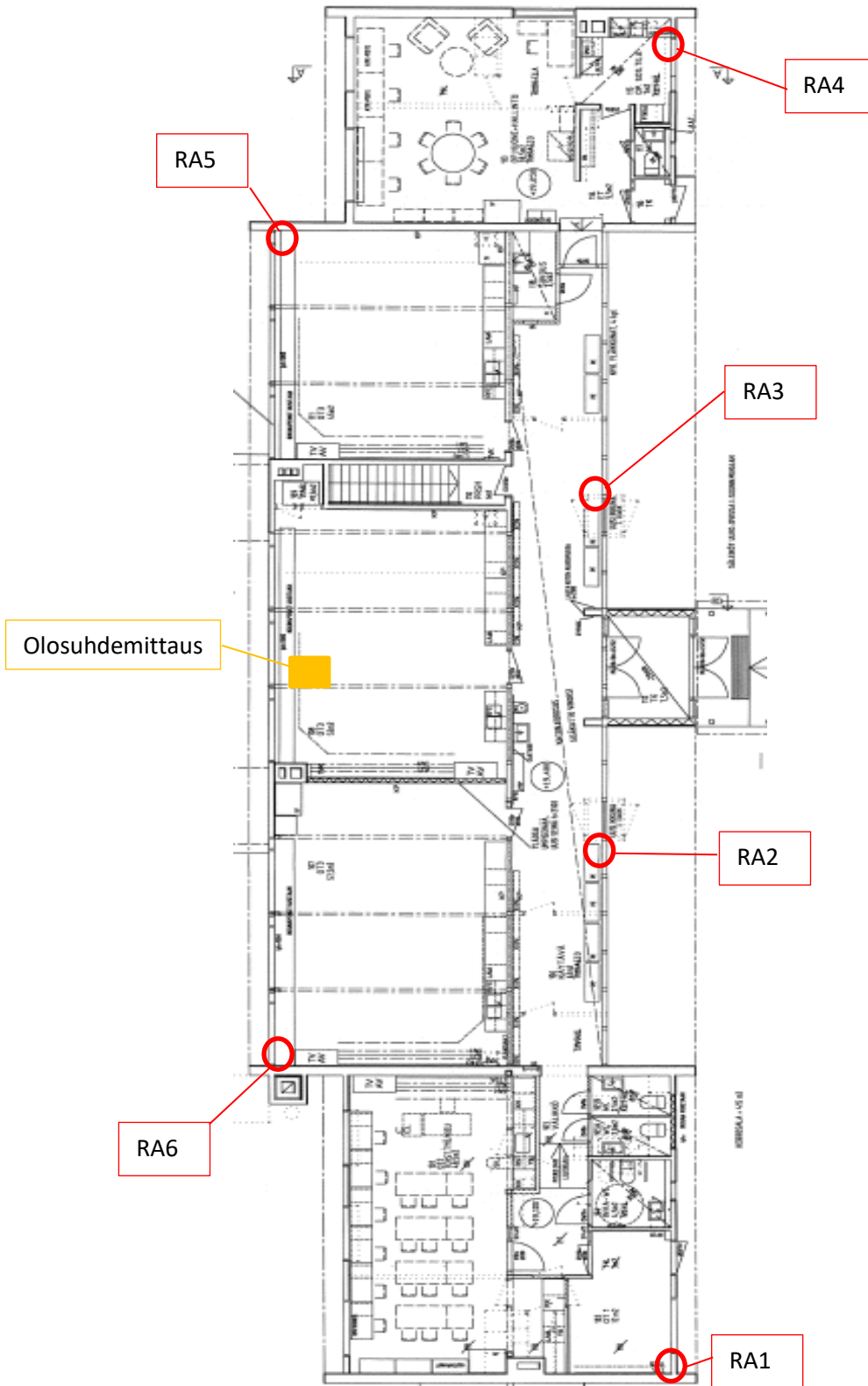
Rakenneavaukset

Tutkittaviin rakenteisiin tehtiin yhteensä kaksitoista rakenneavusta (RA 1-RA 12), joi-
den katsottiin edustavan kattavasti tutkittavien tilojen rakenteita. Kaikista tehdyistä
rakenneavauksista otettiin rakennusmateriaalinäytteet tutkittavaksi. Mikrobitutkimusta
varten 12 kpl ja 1kpl PAH näytteitä. PAH-näyte otettiin kuraattorin huoneen raken-
neavauksesta, sokkelin sisäpinnan pikisivelystä. Rakenneavaukset on esitetty ohei-
sessa pohjapiirustuksessa. Alaohjauspuun alapinta on kuraattorin huoneessa 20-
30cm, käytävällä noin 10cm (ulompi) ja opettajien taukotilassa noin 15cm lattian pin-
nan tasoa alempana. Villaeristeessä havaittiin ilmavuodon aiheuttamaa tummumaa
kaikkien ulkoseinän rakenneavausten osalta, mikä viittaa rakenteen läpi johtuvaan
ilmavuotoon. Alaohjauspuun alla havaittiin pikisively/huopa/muovitettu villa, jotka ovat
toimineet alkuperäisinä kapillaarisen vedennousun estävinä katkona.

Kosteusmittaukset

Rakenneavauksista mitattiin mm pohjabetonilaatan kosteutta pintakosteudenosoitti-
mella ja viiltomittauksin sekä rakennekosteuksia puurakenteista piikkimittarilla. Pohja-
betonilaatan ja kellarikerroksen väliseinärakenteiden alaosan (noin 500mm

korkeudelta) kosteuden todettiin olevan kohollaan kauttaaltaan (REF 91...139, normaali lukemat 45-70). Kosteus johtuu todennäköisesti maaperästä kantavaan betoni-laattaan nousevasta maakosteudesta. Puurakenteet olivat mittausten mukaan kosteita kellarikerroksen osalta kaikissa rakenneavauspisteessä mikrobivauriolle otollisella kosteusalueella (>20p%). Ylemmän kerroksen sisääntulo puolen seinustan sokkelin ja betonilaatan kosteutta mitattiin pintakosteudenosoittimella. Kosteuden todettiin olevan kohollaan betonirakenteissa (REF 50...90). Ulkoseinärakanteen puuosien kosteus oli rakenneavauksissa 10-17p%. Tuloksen mukaan kosteusarvot ovat kohollaan mutta eivät mikrobeille otollisella kosteusalueella (>20p%, Puuinfo).





Rakeneavauksista oli aistinvaraisesti havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä, Kosteus oli mittaushetkellä koholla (kuraattorin huone, RA1).



Vanhan sisäverhouslevyn alaosassa on kosteuden aiheuttamia jälkiä. Rakenteessa oli havaittavissa voimakas mikrobimainen haju (Käytävä, RA3).



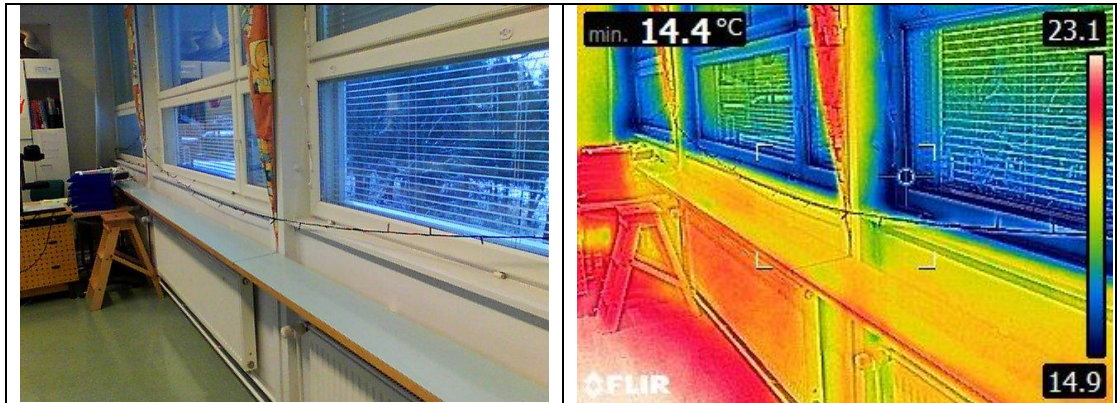
Kellarikerroksen seinissä havaittiin kosteuden aiheuttamaa pinnoitteiden irtoilua.



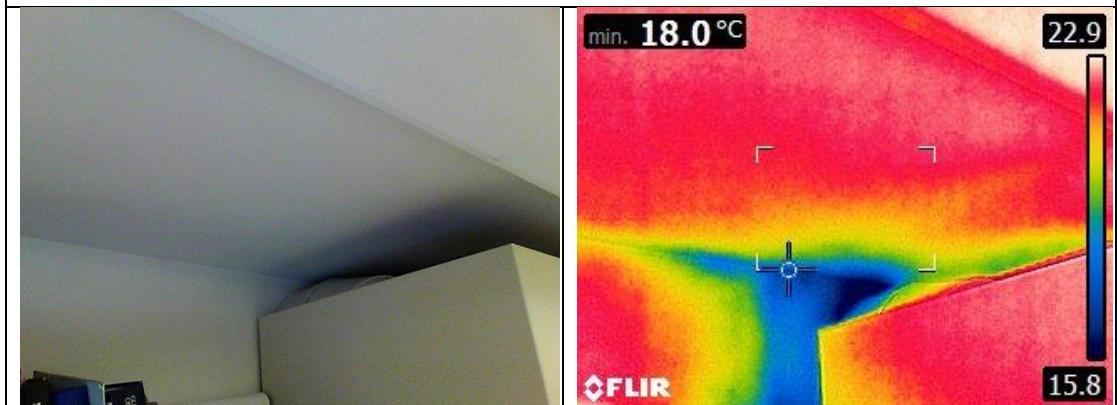
Alapohjan ontelossa havaittiin märkää orgaanista materiaalia (osittain lahonnutta) sekä irtovettä. Tilassa oli havaittavissa voimakas mikrobimainen haju.

Lämpökameratarkastelu

Rakennukseen tehtiin lämpökameratarkastelu, jonka tarkoituksena oli tuoda esille ulkovaipan keskeiset ilmavuotokohtat sekä muut mahdolliset eristevauriot. Tarkastelu tehtiin tavanomaisessa sisäilmapaineessa eikä lämpökameratarkastelu vastaa sellaisenaan RT 14-11239 tarkoittamaa lämpökuvausta. Ikkuna- ja ulko-ovipielissä ja tiivisteissä havaittiin melko yleisesti ilmavuotoa sekä selkeästi ympäröivää rakennetta kylmempiä kohtia. Lisäksi rakennuksen ulkonurkissa ja paikallisesti yläpohjan ja ulkoseinän liitoskohdissa oli selkeästi havaittavissa ilmavuotoon viittaavia kohtia.



Ikkunapuitteissa havaittiin ilmavuotoja ja kylmäsiltoja.



Kylmäsiltoja/ilmavuotoja oli havaittavissa yläpohjan ja ulkoseinien liitoskohdissa. Erityisesti nurkissa. (Opettajain huoneen taukotila)

Ulkoseinärakenteet

Ulkoseinien rakenteita selvitettiin rakenneavauksista siten, että niiden arvioidaan kattavan rakennetyypit hyvin. Seinärakenteiden rakennusfysikaalisen toiminnan arvioinnissa käytettiin DOF-tech mallinnusta. Tehdyn mallinnuksen mukaan seinärakenteissa on varsinkin ylemmän kerroksen osalta selkeä riski kosteuden tiivistymisestä rakenteen sisään. Rakenteet on esitetty seuraavassa sisältä ulos:

Ulkoseinärakenne 1 (mm RA 1)

- Kipsilevy
- Höyrynsulkumuovi
- Puurunko 100X50+mineraalivilla
- Ulkopoulinen täyte/koolaus 40-50mm+mineraalivilla
- Pikisively (sokkelin kohdalla)
- Betonisokkeli (alaosassa)
- Vinolaudoitus (yläosa)
- Puuverhous (yläosa)

Ulkoseinärakenne 2 (mm RA 2 ja 3)

- Kipsilevy
- Höyrynsulkumuovi
- Puurunko 50X100+mineraalivilla
- Lastulevy (sisäpuolelta maalattu, ilmeisesti vanha sisäpinta)
- Aaltopahvi
- Puukoolaus ~25mm+villa
- Pikisively
- Betonisokkeli (alaosa)
- Tuulensuojalevy (yläosa)
- Pystyrimioitus ~25mm (yläosa)
- Vaakalaudoitus (yläosa)

Ulkoseinärakenne 3 (mm RA 4)

- Saneerauskipsilevy (6mm)
- Pinkopahvi (maalattu)
- Laudoitus (20mm)
- Runko 50X100+mineraalivilla
- Pikisively
- Betonisokkeli (alaosa)
- Vinolaudoitus (yläosa)
- Puuverhous (yläosa)

Ulkoseinärakenne 4 (mm RA 5 ja 6)

- Saneerauskipsilevy
- Lastulevy
- Ilmansulkupaperi
- Koolaus 50x50 + mineraalivilla
- Lastulevy (maalattu, ilmeisesti vanha sisäpinta)
- Runko 50x100 + mineraalivilla
- Vinolaudoitus
- Vaakalaudoitus

Ulkoseinärakenne 5 (mm kellarin ruokala)

- Betoni
- Mineraalivilla
- Betoni

Ulkoseinärakenne 6 (mm kellarikerroksen varaston/keittiö ja alapohja ontelo)

- Harvalaudoitus/kipsilevy
- Lautakoolaus 30mm +mineraalivilla
- Betonirakenne ~120mm

Alapohjarakenteena on maanvastainen teräsbetoni-laatta, jonka alapuolisesta eristeestä ei ole tarkempaa tietoa. Yläpohjassa on puurakenteiset kannakkeet sekä noin 300mm mineraalivillaeriste. Yläpohjan tarkastelu tehtiin hyvin rakenteita avaamalla siltä osin, kun se oli mahdollista. Yläpohjan onteloon ei ollut kulkua tai tarkastusluukua.



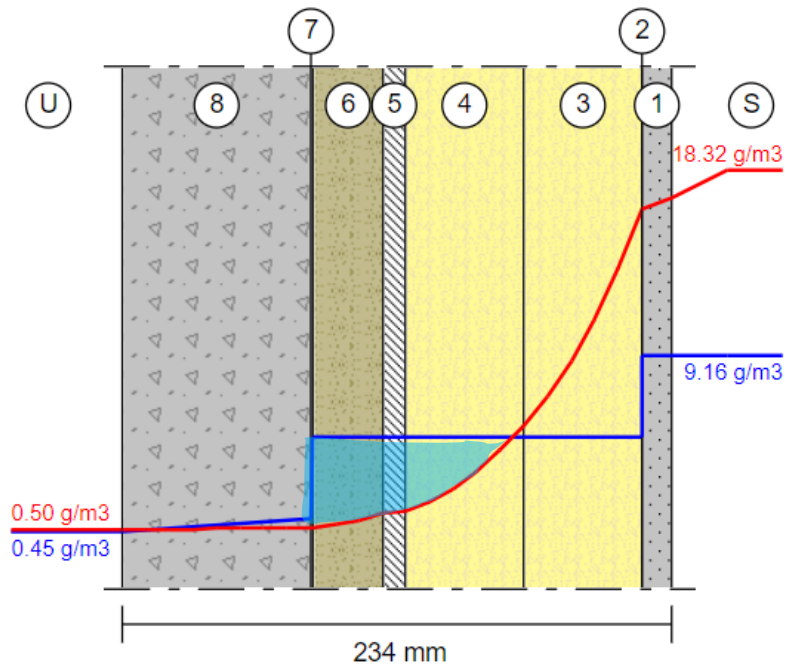
Rakenneavauksista havaittiin eri aikakausien sisäpinta. Rakenne on rakennusfysiikallisesti toimimaton.



Kellarikerroksen seinärakennetta



Luokkahuoneiden puolella julkisivuverhouksen takana ei ole tuuletusrakoa, eikä rakenteissa ole höyrynsulkua.



Tehdyn rakennusfysikaalisen tarkastelun perusteella rakenteeseen saattaa tiivistyä kosteutta vaaleansinisellä merkityllä alueelle.

3.1 RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEET:

Kohteessa suoritettiin rakennusmateriaalien näytteidenotto yhteensä kahdeksasta rakenneavauksesta. Näytteitä otettiin yhteensä 13 kpl, joista 1kpl PAH näyte ja 12kpl mikrobitutkimus näytettä. Näytteenottoaikat ja materiaalit valittiin siten, että se edustaa mahdollisimman hyvin seinärakenteen vaurioherkintä rakennusosaa.

Rakennusmateriaalinäytteet viljeltiin suoraviljelyllä Valviran menetelmällä sekä tutkittiin tarkemmin tarvittaessa suoramikroskopoinnilla. Turun Yliopiston aerobiologian näytteenalyysit ovat kokonaisuutena erillisellä liitteellä (LIITE 1). PAH- näyte tutkittiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. (LIITE 2)

Yhteenveto tuloksista Näyte

Näyte PAH KM 1, PAH- näyte RA1 sokkelin sisäpinnalla pikisively

Mikrobikasvun esiintyminen kohteessa näytteittäin

Tutkittavaksi toimitetun näytteen vähäisestä määrästä johtuen kokonaismittausepävarmuus PAH yhteispitoisuudelle on 30%. Jos PAH yhdisteiden kokonaispitoisuus on yli 200mg/kg tulee tällainen jäte toimittaa vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Analyysivastauksen mukaan kokonaispitoisuus oli tutkitussa näytteessä **460mg/kg**.

PAH-yhdisteiden terveyshaitoista on kerrottu lisää analyysivastuksessa.

Näyte KM1., Kuraattorin huone, us, villa

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittavia mikrobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Näyte KM2., Kuraattorin huone, us, alaohjauspuu

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittavia mikrobeja. Usean indikaattorin esiintyminen yksittäisinä pesäkkeinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näyttemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava mikroskopointi:

Visuaalinen tarkastelu: Näytteessä oli vaalea värimuutos

Preparointi: Näyte preparoitiin muutosalueelta

Mikroskopointi: Näytteessä havaittiin sienirihmasto.

Näytteessä havaittiin sieni-itiöitä.

Suoramikroskopoinnin perusteella löydös viittaa sienikasvustoon.

Näyte KM3., Käytävä (RA2), us, aaltopahvi

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittavia mikrobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava mikroskopointi:

Visuaalinen tarkastelu: Näyteköppaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas

Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta

Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmasto eikä sieni-itiöitä

Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa.

Näyte KM4., Käytävä (RA2), us, alaohjauspuu

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittavia mikrobeja. Usean indikaattorin esiintyminen yksittäisinä pesäkkeinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näyttemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Näyte KM5., Käytävä (RA3), us, lastulevy

Varmistava mikroskopointi:

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas

Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta

Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoja eikä sieni-itiöitä.

Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikroobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittavia mikroobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava mikroskopointi:

Preparointi: Näyte preparoitiin muutosalueelta

Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoja eikä sieni-itiöitä.

Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa

Näyte KM6., Käytävä (RA3), us, alaohjauspuu

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikroobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittavia mikroobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava mikroskopointi:

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas

Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta

Mikroskopointi: Näytteessä havaittiin vain yksittäinen sienirihmastokappale. Näytteessä havaittiin sieni-itiöitä.

Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa

Näyte KM7., Opettajien pienoiskeittiö, us, pinkopahvi

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikroobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittavia mikroobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Varmistava mikroskopointi:

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas

Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta

Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoja eikä sieni-itiöitä

Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa

Näyte KM8., Opettajien pienoiskeittiö, us, alaohjauspuu

Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Lisäksi havaittiin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.

Näyte KM9., Luokka Kaurissalo, us, ilmansulkupa-
peri

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), mutta lajistossa havaitut useat eri kosteusvaurioindikaattorit viittaavat mikrobikasvustoon.

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.

Varmistava mikroskopointi:

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas

Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta

Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmas-
toa eikä sieni-itiöitä

Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa

Näyte KM10., Luokka Isoluoto, us, villa

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Näyte KM11., Keittiö kylmiön vieressä, vs, villa

Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä aktinomykeettejä ja sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.

Näyte KM12., Musiikkitala, vs, tapetti

Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), mutta lajistossa havaitut useat eri kosteusvaurioindikaattorit viittaavat mikrobikasvustoon.

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.

Varmistava mikroskopointi:

Visuaalinen tarkastelu: Näytekappaleen pinta oli silmämääräisesti puhdas

Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta

Mikroskopointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmas-
toa. Näytteessä havaittiin sieni-itiöitä.

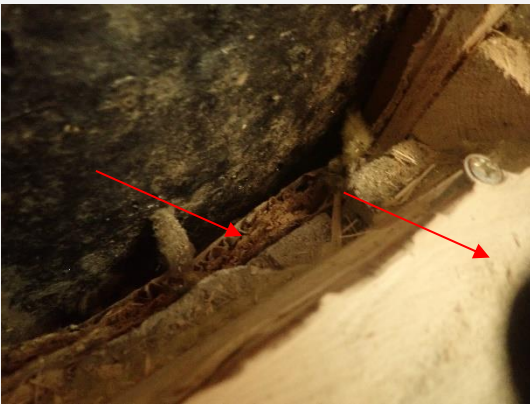
Suoramikroskopoinnin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa



Näytteet KM1 ja KM2 otettiin rakenneavauksesta RA1 ulkoseinärakenteesta.



Näytteet KM3 ja KM4 otettiin käytävän rakenneavauksesta RA2. ulkoseinärakenteesta.



Näytteet KM5 ja KM6 otettiin käytävän rakenneavauksesta RA3. Lastulevy jatkuu vielä maan pinnan tason alapuolelle.



Näyte KM7 ja KM8 otettiin opettajien huoneen pienoiskeittiöstä RA4.



Näyte KM9 on otettu luokan (Kaurissalo) ulkoseinän ilmansulkupaperista. (RA5)



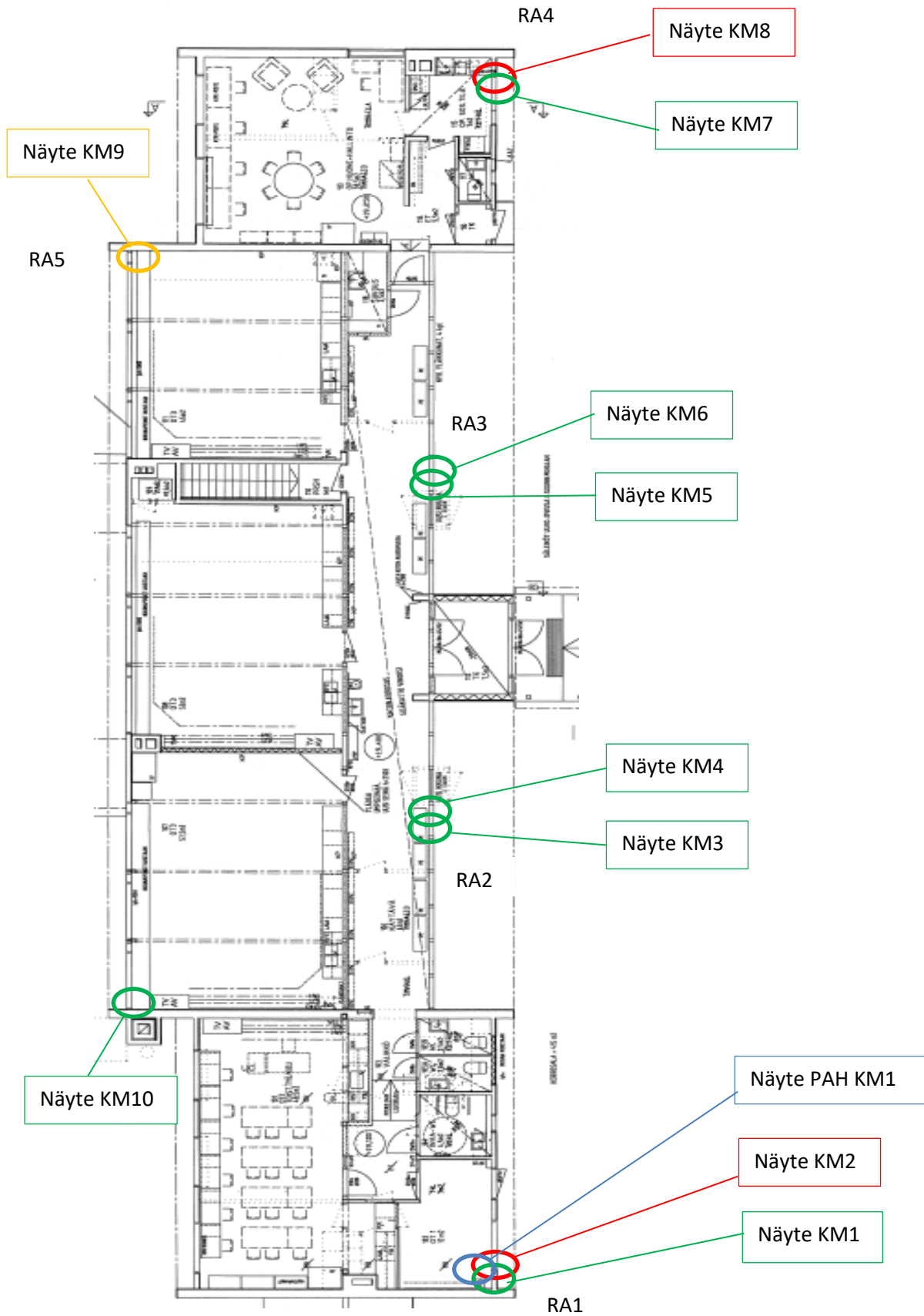
Näyte KM10 otettiin luokan (Isoluoto) ulkoseinän mineraalivillaeristeestä. (RA6)



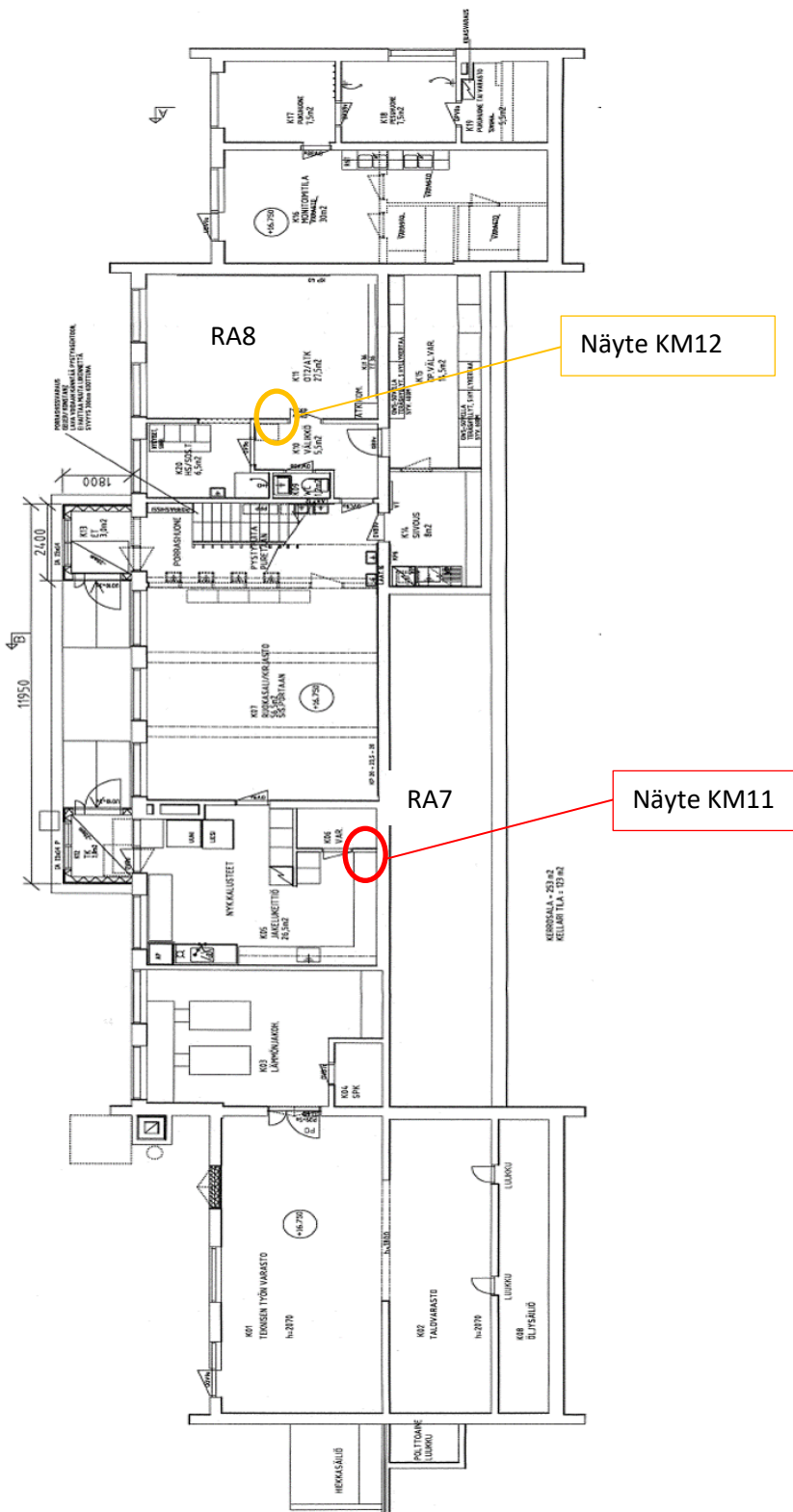
Näyte KM11 otettiin keittiön ja alustatilan välisestä seinärakenteesta. (RA7) Näytteenottokohdalla havaittiin selkeitä kosteuden aiheuttamia vaurioita.



Näyte KM12 on kellarikerroksen väliseinärakenteesta. Rakenneavauksesta (RA8) tuli avattaessa hyvin voimakas mikrobimainen haju.



Rakenneausten ja näytteiden ottopaikat pohjapiirustuksessa. **Vihreä tunnus:** ei toimenpiderajoja ylittävää mikrobikasvustoa, **Keltainen tunnus:** toimenpiderajan ylitys tulkin varainen, **Punainen tunnus:** toimenpideraja ylittyy ja **Sininen PAH näyte**



Rakennevausten ja näytteiden ottopaikat pohjapiirustuksessa. **Vihreä tunnus:** ei toimenpiderajoja ylittävää mikrobikasvustoa, **Keltainen tunnus:** toimenpiderajan ylitys tulkin varainen ja **Punainen tunnus:** toimenpideraja ylitty

4. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET

4.1 YHTEENVETO TUTKIMUKSESTA:

Tehdyn tutkimuksen perusteella kellarikerroksen orgaanisissa materiaaleissa havaittiin kosteudesta johtuvaa mikrobikasvustoa. Lisäksi aistinvaraisesti (haju ja kosteusjäljet rakenteissa) voitiin todeta rakenteiden vaurioituneen. Alustatilassa oli havaittavissa rakennusaikaisia puurakenteita sekä irtovetä. Tilasta on avoyhteys varastotiloihin sekä mm läpivientien osalta muihin koulun tiloihin.

Ylemmässä kerroksessa edellisen saneerauksen yhteydessä ei ole rakenteen rakennusfysikaalista toimivuutta huomioitu oikein, eikä vaurioitumisherkkiä rakenteita ole vaihdettu paremmin kosteutta kestäviin rakenteisiin mm lastulevyrakenteet jatkuvat lattiapinnan alapuolelle yms.. Rakenneavauksista todettiin tutkimalla kosteuden aiheuttamaa mikrobikasvustoa rakennuksen päissä olevissa huoneissa. Lisäksi luokkatilojen ulkoseinustalla voidaan todeta olevan rakenteellisista virheistä (tuulettumaton ulkoseinärakenne) johtuen mikrobivaurio. Tehty otanta koskee vain näytteidenottoa paikkaa, eikä vaurioita todettu laajalti. Ulkoseinärakenteiden toteutus on kuitenkin hyvin riskialtis kosteuden kertymiselle.

4.2 JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET:

Jatkotoimenpiteenä on suositeltavaa saneerata koulun ulkoseinärakenteet siten, että niiden rakennusfysikaalinen toimimattomuus ei aiheuta kosteuden tiivistymisriskiä, eikä maata vasten olevista rakenteista pääse kosteus siirtymään. Alustatilan kosteusrasitusta tulee pienentää niin paljon, kun se teknisesti on mahdollista. Tilasta tulee poistaa kaikki orgaaninen materiaali. Betonin vastaisten rakenteiden osalta tulee huomioida pinnoitteiden höyrynläpäisevyys tai kapillaarikatko varsinkin kellaritilan osalta.

Yleisimmin rakennuksen ovien ja ikkunoiden tiivisteiden ja puitteiden tiivistäminen on suositeltavaa. Estämällä ilmavuotoja rakenteesta, voidaan vähentää ja estää rakenteista johtuvia sisäilmahaittoja. Saneeraustoimenpiteissä tulee huomioida rakenteissa mahdollisesti esiintyvä asbesti sekä mm pikisivelyn PAH yhdisteet (ongelmajätettä). Kertoman mukaan ulkopuolisen kosteusrasituksen estämiseksi on jo aloitettu salaojien uusiminen (toteutus helmikuussa 2024).

Saneeraustoimenpiteet tulee toteuttaa erillisen suunnitelman mukaisesti.

4.2 SISÄILMASTOSELVITYS JA OLOSUHDEARVIOINTI:

Sisäilmastonselvitys ja sen mukainen olosuhdearviointi on laadittu Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti (Työterveyslaitos 2023). Sisäilmastonselvityksellä tarkoitetaan olosuhdearviointia varten tehtyjä rakennuksen tai sen osan tutkimusta. Olosuhdearvioinnilla tarkoitetaan kriteerien ja pisteiden avulla tehtyä arviota, jolla saadaan kokonaiskuva rakennuksen sisäilman laadusta ja olosuhteista.

Rakennusteknisissä tutkimuksissa on havaittu selkeää ilmavuotoa rakenteesta opetus sekä sosiaalituloihin. Ilmavuotoja on todennettu lämpökameralla sekä rakenneavausten yhteydessä tehtyjen tummumien perusteella. Lisäksi rakenneavauksissa oli havaittavissa tiiviin höyrynsulkukalvon asennustapa päätymään ylemmän kerroksen lattiapinnan tasolle. Liitosta ei oltu liimattu tai teipattu tiiviiksi. paine-eromittauksessa havaittiin ylemmän kerroksen olevan alipaineinen noin -2Pa ja alemman kerroksen -2 - +20 Pa, jolloin korvaavan ilman voidaan todeta johtuvan rakenteen läpi epäjatkuvuuskohdista. Kellarikerroksesta, jossa on havaittu selkeitä kosteuden aiheuttamia vaurioita, johtuva ylipaine ajaa epäpuhdasta ilmaa myös 1. kerrokseen.

Ilmanvaihtoteknisissä tutkimuksissa todettiin erityisesti alemman kerroksen ilmanvaihdossa puutteita ja toimimattomuutta. Rakennuksen ilmanvaihtoa on toteutettu tilakohtaisesti siten, että luokkatiloissa oli vain ko. tilaa palvelevat ilmanvaihtajat. Koulu ei ollut tarkasteluhetkellä tavanomaisessa käyttötilassa, joten ilmanvaihdon ohjaukset voivat tavanomaisesti poiketa tutkimushetken tarkastelusta merkittävästikin.

Olosuhdearviointi tehdään esitetyn sisäilmastoselvityksen tulosten tai muun ajantasaisen, soveltuvan tutkimustiedon perusteella. Olosuhdearviointi tehdään tutkimusalueittain. Arviointi tehdään osa-alueittain. Arvioitavat osa-alueet ovat 1. Rakennusosien ilmatiiviyys ja vuotoilma, 2. rakennusosien riskitekijät, 3. ilmastointijärjestelmä ja 4. Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät.

Osa-alueen 1 osatulos: 3. *Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu **2 pistettä***

Osa-alueen 2 osatulos: 4. *Rakennusosissa on paljon riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin. **3 pistettä***

Osa-alueen 3 osatulos: 3. *Ilmastointijärjestelmä toimii, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhdetta. **2 pistettä***

Osa-alueen 4 osatulos: 3. *Biologisia, fysikaalisia ja/tai kemiallisia tekijöitä on jonkin verran. **2 Pistettä***

Osatulosten yhteenlaskettu pistemäärä on **9 pistettä**, joka antaa olosuhdearvioinnin tulokseksi kirjaimen D ”Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella.”

4.3 RAPORTIN LUOVUTUS

Saaja 1: Ville Niemi	Saaja 2: Jussi Lehto	Saaja 3:
Saaja 4:	Paikka: Turku	Päivämäärä: 7.2.2024

Allekirjoitus ja nimenselvennys:



Antti Kuparinen /Turun Kuntotutkimus Oy

Rakennusinsinööri (AMK)
Rakennusterveysasiantuntija (Eurofins)

5. TERVEYDELLISET OHJEET

Terveydelliset ohjeet ja määräykset

- 1. Terveydensuojelulaki (763/94) Luku 7 Asunnon ja muun oleskelutilan sekä yleisten alueiden terveydelliset vaatimukset. 26§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset.*
- 2. Terveydensuojeluasetus (1280/94) Luku 5 Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. 15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisyyden valvonta.*

7 LUKU

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

27§ Asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvä terveyshaitta

Milloin asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyy melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevalle, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi velvoittaa sen, jonka menettely tai toimenpide on syynä tällaiseen epäkohtaan, ryhtymään toimenpiteisiin terveyshaitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Jos epäkohta aiheutuu asunnon tai muun tilan puutteellisuudesta eikä epäkohdan poistaminen ole mahdollista tai asunnon tai oleskelutilan omistaja tai haltija, milloin tämä omistaja tai haltija on vastuussa puutteellisuuden tai epäkohdan korjaamisesta, ei ole ryhtynyt terveydensuojeluviranomaisen määräämään toimenpiteeseen, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi kieltää tai rajoittaa käyttämästä asuntoa tai oleskelutilaa tarkoitukseensa.

5 LUKU

15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisuuden valvonta

- 1) maaperän saastumisesta tai muusta siihen verrattavasta syystä ei saa aiheutua terveyshaittaa rakennuksessa tai sen läheisyydessä oleskeleville;
- 2) kylmänä vuodenaikana asumiseen tai oleskeluun käytettävien tilojen lämmitys on järjestetty tarkoituksenmukaisesti;
- 3) rakennus on ottaen huomioon sen käyttötarkoitus riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys;
- 4) rakennus täyttää fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden osalta terveydensuojelulain 32 §:n nojalla annetut määräykset; sekä
- 5) rakennuksessa on riittävä ilmanvaihto ottaen huomioon siellä olevien ihmisten määrä ja harjoitettava toiminta.

6. MÄÄRITELMÄT JA KÄSITTEET

Absoluuttinen kosteus

Ilma rakennuksen ympärillä sisältää aina jonkin verran kosteutta. Ilman vesimäärää kutsutaan absoluuttiseksi kosteudeksi

Diffuusio

Vesihöyryn diffuusio tarkoittaa kaasuseoksessa vakiokokonaispaineessa tapahtuvaa vesihöyryn molekyylien liikettä, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksen höyryn osapaine-erot.

Hygroσκοoppisuus

Hygroσκοoppisuus tarkoittaa huokoisen aineen kykyä sitoa itseensä kosteutta ilmasta ja luovuttaa sitä takaisin ilmaan.

Höyrynsulku

Höyrynsulku tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen vesihöyryn diffuusio rakenteeseen tai rakenteessa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Kapillaarivirtaus

Kapillaarivirtaus tarkoittaa huokosalipaineen paikallisten erojen aiheuttamaa nesteen siirtymistä huokoisessa aineessa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Kastepiste

Kastepiste tarkoittaa lämpötilaa, missä vesihöyry muuttuu vedeksi eli kondensoituu. Näissä tapauksissa ilman kosteus saavuttaa kyllästyskosteuden.

Kosteudeneristys

Kosteudeneristys tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen kosteuden siirtymisen kapillaarivirtauksena tai vesihöyry diffuusiona rakenteeseen tai rakenteessa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Kosteus

Kosteus tarkoittaa kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Kyllästyskosteus (kg/m³)

Kyllästyskosteus tarkoittaa, että eri lämpöiset ilmat pystyvät sisältämään enimmillään tietyn määrän vesihöyryä. Suhteellinen kosteus on 100 %, jossa ilma sisältää maksimimäärän vesihöyryä. Ilma sisältää sitä enemmän kosteutta, mitä lämpimämpää ilma on.

Kyllästyspaine

Kyllästyspaine on vesihöyryn suurin aikaansaama paine tietyssä lämpötilassa. Kyllästyspaine suurenee aina lämpötilan noustessa. Kyllästyspaine on suoraan yhteydessä kyllästyskosteuteen.

Märkätila

Märkätila tarkoittaa huonetilaa, jonka lattiapinta joutuu tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiiksi ja jonka seinäpinoille voi roiskua tai tiivistyä vettä (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Pintavesi

Sade on pintaveden pääasiallinen lähde. Suomessa vuotuinen sademäärä on keskimäärin 600 mm eli 0,6 m³/m². Pintavedeen vaikuttavat maaston muodot, kasvillisuus, rakennuksen sijainti maastossa ja maan pintamateriaalit. Noin 20 % pintavedestä painuu maakerrokseen, 30 % virtaa jokiin, järviin tai mereen ja suurin osa 50 % haihtuu takaisin ilmaan.

Pohjavesi

Pohjavedellä tarkoitetaan vettä, joka esiintyy pysyvästi vain maanpinnan alla kallio- ja maaperässä. Pintavesi on yleensä yhteydessä pohjaveteen. Pintavedestä muodostuu pohjavettä, kun pintavettä imeytyy maahan.

Rakennuskosteus

Rakennuskosteus tarkoittaa rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen rakenteisiin tai rakennusaineisiin joutunutta rakennuksen käytönaikaisen tasa-painokosteuden ylittävää kosteutta, jonka tulee poistua (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Routa

Roudalla tarkoitetaan maassa (maan huokosissa) olevan veden jäätyminen takia kovettunutta (jäätynyttä) maakerrosta.

Ryömintätila

Ryömintätila tarkoittaa rakennuksen alapohjan, sokkelin ja perusmaan rajoittamaa tarkoituksellisesti järjestettyä ilmatilaa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Salaojituserkos

Salaojituserkos tarkoittaa maaperän kuivattamiseksi pintamaan alle tehtyä vettä johtavaa rakennetta tai kärkearakeista maa-aineskerrosta, jota pitkin vesi voi siirtyä kuivatettavalta alueelta valumalla tai pumpaamalla (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Salaojajärjestelmä

Salaojajärjestelmä tarkoittaa salaojaputkien, salaojituserkostojen, salaoja-kaivojen, tarkastusputkien ja kokoojakaivojen muodostamaa sekä tarvittaessa padotusventtiilillä tai pumppauksella varustettua järjestelmää rakennuksen pohjan tai vastaavan kuivattamiseksi (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Salaojaputki

Salaojaputki tarkoittaa salaojituserroksessa käytettävää putkea, johon vesi pääsee ympäristöstä putken seinämässä olevien reikien läpi (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Vedeneristys

Vedeneristys tarkoittaa ainekerrosta, joka saumoineen kestää jatkuvaa kastumista ja jonka tehtävä on estää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen painovoiman vaikutuksesta tai kapillaarivirtauksena, kun rakenteen pinta kastuu (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Vesihöyry

Vesihöyry tarkoittaa vettä kaasumaisessa olomuodossa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Vesihöyryn diffuusio

Vesihöyryn diffuusio tarkoittaa kaasuseoksen (esim. ilma) sisältämän vesihöyryn siirtymistä kaasuseoksen mukana sen liikkeessä kokonais-paine-eron vaikutuksesta (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Vuodot

Yleensä vuodot johtuvat huonosta suunnittelusta ja toteutuksesta. Rakenteelliset virheet esiintyvät lämmitys- ja käyttövesiputkistoissa, joista vuodot saavat alkunsa. Vuotoja esiintyy kattojen, terassien, parvekkeiden ja märkätilojen vesieristyksissä ja liittymissä toisiin rakenteisiin.

7. MIKROBIKASVUN EDELITYKSET

MIKROBIEN ESIINTYMINEN

Suomessa ilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti eri vuodenaikojen mukaan. Talvella ilmassa on hyvin vähän mikrobeja, kun maa on lumen peitossa. Ulkoilman pääasialliset mikrobilähteet ovat maaperä, kasvit, erilaiset pistemäiset lähteet (maalla esim. viljapelto, taajamassa esim. saha), vesi ja kaukokulkeutumat.

Maaperä on useiden mikrobien elin- ja säilymisympäristö. Jos maaperä on kattamaton, siihen kohdistuvat voimat (tuuli, ihmisten, eläinten ja työkoneiden liikkeet, maanrakennus ja maanviljelytyöt) siirtävät mikrobeja ilmaan. Mikrobilähteen vaikutus on suurin sen välittömässä ympäristössä, vaikka mikrobit voivat kulkeutua ilmavirtausten mukana jopa tuhansia kilometrejä.

Rakennuksen sisäilman mikrobistoon vaikuttavat ulkoilman mikrobit ja mikrobien sisälähteet, joita ovat mm. elintarvikkeet, polttopuut, huonekasvit, ilmankostuttimet, huonepöly, kotieläimet, ihminen itse, jne.

MIKROBIKASVU

Materiaalin kosteus vaikuttaa eniten siihen, alkaako mikrobikasvu vai ei. Mikrobikasvun alkaminen edellyttää, että materiaalissa on mikrobeja, itiöitä tai pieni määrä vanhaa kasvustoa. Ravinteiden suhteen mikrobit ovat vaatimattomia, koska lähes kaikki eloperäinen materiaali kelpaa energialähteeksi. Puu, kipsilevyn pahvi, tapetti ja muut selluloosapitoiset materiaalit sopivat monille mikrobeille, mutta useille riittää jopa tavallinen huonepöly. Esim. betonin, tiilen, kevytsoraharkon ja rakennuslevyjen pinnalle voi muodostua homekasvustoa, jos pinnalla on pölyä tai muuta likaa.

Pitkäaikainen kosteusrasitus, joka ylittää materiaalin tai rakenteen kosteudensietokyvyn, johtaa rakenteiden home- ja lahovaurioihin. **Sen sijaan lyhytaikainen ja tilapäinen** (muutamassa vuorokaudessa kuivuva) **kosteusrasitus ei yleensä aiheuta haittaa.**

Koska materiaaleissa yleensä aina on mikrobeja, **rakennuksen pitäminen kuivana on paras tapa estää rakennuksen homehtuminen.**

TYYPILLISIMPIÄ SIENI-ITIÖITÄ

Suomen ulkoilmassa esiintyy mm. seuraavia sieni-itiöitä. Suluissa on esitetty kunkin sieni-itiön osuus ulkoilman itiöistä:

- *Cladosporium* (85%)
- *Penicillium* (4 %)

- *Botrytis* (2 %)
- *Fusarium* (0,8 %)
- *Aureobasidium* (0,5 %)
- *Geotrichum* (0,5 %)
- *Verticillium* (0,5 %)
- *Mucor* (0,2 %)

MIKROBIEN KASVUEDELLYTYKSET

Kosteus

Täysin kuivassa ympäristössä mikään mikrobi ei kasva, mutta itiöt säilyvät elinkykyisinä. Vesi on mikrobin kasvulle välttämätön. Jos ilman suhteellinen kosteus on alle 30 %, mikrobit eivät kasva. Jos ilman suhteellinen kosteus on yli 70 %, mikrobikasvu on todennäköinen. Rakennus- ja pintamateriaalien paikallisella kosteudella on huomattavasti suurempi merkitys mikrobikasvun kannalta kuin tilan yleisilman suhteellisella kosteudella. Kosteusvaatimukset ovat mikrobikohtaisia, esimerkiksi homesienillä ja hiivoilla alin kasvun mahdollistava rakenteen huokosilman suhteellinen kosteus RH min = 65 - 85 %, bakteereilla, mm. aktinobakteereilla RH min = 95 % ja sinistäjä- ja lahotajasierillä RH > 95 %. Suotuisissa olosuhteissa mikrobikasvusto voi kehittyä muutamassa päivässä. Vaihtelevissa kosteus- ja lämpöolosuhteissa mikrobikasvu hidastuu.

Ravinteet

Suomalaisissa rakennuksissa käytetään usein puuta, kipsilevyä, tapetteja ja muita selluloosapitoisia materiaaleja, joten ravinteiden puute ei rajoita mikrobin kasvua rakennuksissa. Toisaalta useimmille lajeille ravinnoksi riittää esimerkiksi huonepöly (mm. tekstiili- ja paperikuituja, hilsettä, mikrobeja, siitepölyä, hiekka- ja elintarvikepölyä).

Lämpötila

Mikrobit säilyvät elinkykyisinä laajalla lämpötila-alueella, ja jotkut mikrobit voivat kasvaa korkeissa n. +50°C tai matalissa n. - 5°C lämpötiloissa. Rakennusten ja rakenteiden lämpötilat eivät rajoita mikrobikasvua, jos muut kasvuvaatimukset täyttyvät. Mikrobit voivat selviytyä myös pakkasesta ja jotkut lajit pystyvät kasvamaan muutamien plus-asteiden lämpötiloissa. Useimmat homesienet kasvavat lämpötila-alueella +5...35 °C, optimilämpötilan ollessa +20...25 °C.

Happamuus eli pH

Homesienet ja aktinobakteerit kasvavat laajalla pH-alueella 1.4...10, optimialueen ollessa 4...7. Vaikka betonin pH-arvot ovat 13...14 (uusi betoni) ja 12 (karbonatisoitunut betoni), mikrobikasvu betonipinnoilla on mahdollista, jos lämpötila- ja kosteusolosuhteet ovat suotuisia, koska betonipinnoilla on pölyä, muottilaudoituksesta irronnutta puuta, yms. materiaalia mikrobin ravinteiksi.

Happi

Homeet kasvavat hapellisissa olosuhteissa, ja tyytyvät vähähappiseenkin ympäristöön. Bakteerit voivat kasvaa myös täysin ilman happea (anaerobit). Esimerkiksi elävien homeiden löytyminen liimärän muovimaton alta ei ole todennäköistä, ellei näytettä ole otettu alueelta, jossa matto on irti alustastaan (saumat tai reuna-alue) ja tekemisissä ilman kanssa.

Valo

Mikrobit voivat kasvaa sekä valossa että pimeässä. Useimmat mikrobit kasvavat ja tuottavat itiöitä paremmin pimeässä, mutta valo edistää eräiden homeiden itiöntuotantoa.

Ilman liike

Ilman liikkeellä on suuri merkitys niin huonetilojen kuin rakenteidenkin mikrobikasvun kannalta. Ilmavirtaukset rajoittavat mikrobikasvua.

Homeiden itiöt voivat olla kuivia (esim. *Aspergillus*, *Paecilomyces* ja *Penicillium*) tai märkiä (esim. *Fusarium*, *Stachybotrys* ja *Trichoderma*) ja myöhemmin kuivuneita. Kuivat tai kuivuneet itiöt irtoavat ja voivat siirtyä helpommin ilmavirtausten mukana kasvustoista sisäilmaan kuin märät itiöt.

Mikrobilajiston muuttuminen eli sukkessio

Mikrobisuksessiolla tarkoitetaan mikrobiston muuttumista ympäristöolosuhteiden mukaan. Kosteusvaurion alkuvaiheessa kasvavat mikrobit, joilla on paras sopeutumiskyky vallitseviin olosuhteisiin. Nämä mikrobit tuottavat mm. lämpöä ja kosteutta ja muuttavat ravinnetilannetta, mikä johtaa mikrobiston muuttumiseen uusien olosuhteiden mukaiseksi. Kuivuvan ja kostuvan materiaalin mikrobistot ovat erilaisia. Näin ollen sukkessiolla on suuri vaikutus siihen, mitä mikrobeja rakennuksesta eri aikoina ja eri paikoissa kasvaa.

Terveysturvallisuuslain 26 §:n mukaan rakennuksessa esiintyvät mikrobit eivät saa aiheuttaa terveyshaittaa. Uusimman sisäilmaohjeen mukaan myös rakenteiden sisällä oleva mikrobikasvu on ko. lain tarkoittama terveyshaitta, jos voidaan olettaa, että mikrobit tai niiden aineenvaihduntatuotteet voivat päästä sisäilmaan.

Homehtumisriski!

