

SIRATE
Ilmasta Hyvää.

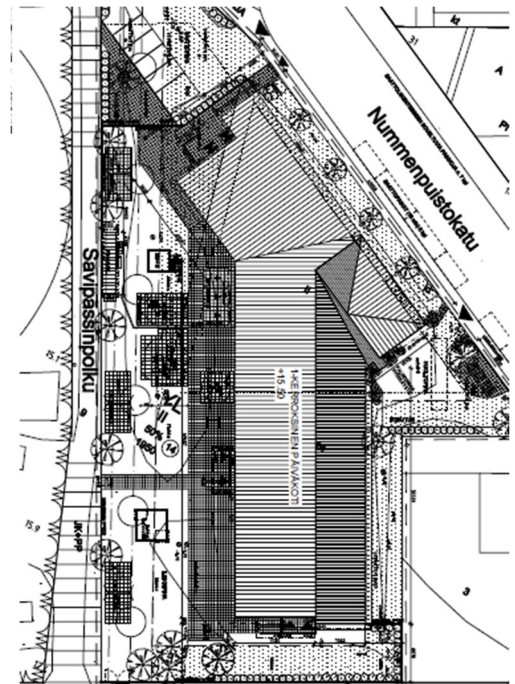


Tutkimusraportti

Alapohjarakenteiden kuntotutkimus

Nummenpuistokadun päiväkoti

Nummenpuistokatu 1
20540 TURKU



29.4.2021

Projekti 6929

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
1 Yleistiedot	3
1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite.....	4
1.2 Perustiedot	4
1.3 Aiemmat tutkimukset ja korjaukset	5
1.4 Käytettävissä olleet asiakirjat/ lähtötietoaineisto.....	5
1.5 Havainnot arviointikäynnillä.....	5
2 Tutkimusmenetelmät	7
2.1 Rakennustekniset tutkimukset.....	7
2.1.1 Kosteusmittaukset.....	7
2.1.2 Rakenneavaukset.....	8
2.1.3 Mikrobit materiaaleista	8
2.1.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) materiaaleista	9
2.2 Olosuhdeseurannat ja sisäilman epäpuhtausmittaukset	10
2.2.1 Painesuhteet.....	10
2.2.2 Ryömintätilan olosuhteet ja ilmamäärämittaukset.....	10
2.2.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta	11
3 Tutkimukset.....	13
3.1 Alapohjarakenteiden tutkimukset.....	13
3.1.1 Ryömintätilan olosuhteet	14
3.1.2 Kosteusmittaukset	18
3.1.3 Materiaalinäytteet.....	22
3.1.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) materiaaleista	23
3.1.5 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta	24
3.2 Painesuhteet.....	26
4 Johtopäätökset	28
5 Toimenpidesuositukset	29

Tiivistelmä

Nummenpuistokadun päiväkodin vuonna 2010 valmistuneen rakennuksen lattiapäällysteiden liimatilan kosteuksien on aiemmissa tutkimuksissa todettu oleva koholla. Rakennuksen tuuletuvassa ryömintätilassa havaittiin kosteuden tiivistymistä pinnoille nopeasti rakennuksen valmistumisen jälkeen – myös talviaikaan. Tämän vuoksi ryömintätilaan lisättiin koneellinen tuuletus. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mistä lattiapäällysteiden alapuolinen poikkeava kosteus johtuu, ja onko kosteudesta aiheutunut vaurioita, joilla on vaikutusta rakennuksen sisäilman laatuun. Lisäksi selvitettiin, onko alapohjarakenteisiin ryömintätilasta kohdistuva kosteusrasitus saatu hallintaan tehdyin toimenpitein.

Tehtyjen kosteusmittausten perusteella rakennuksen alapohjarakenteiden kosteudet ovat taiseasti koholla koko rakennuksessa ulkoseinustoja lukuun ottamatta. Kohonnut kosteus johtuu erittäin todennäköisesti rakennusaikaisesta kosteudesta ja on johtanut materiaalinäytteiden perusteella lattiapäällysteiden ja niiden liimojen kemialliseen vaurioitumiseen. Vaurioituneista lattiapäällysteistä ei ainakaan toistaiseksi vapaudu merkittävästi VOC-yhdisteitä sisäilmaan. Alapohjan pintalaattaan VOC-yhdisteitä (1-butanoli) on imeytynyt ainoastaan kohdista, joissa matoliimaa on tavanomaista paksumpi kerros. Materiaalinäytteiden perusteella alapohjan kosteus ei ole johtanut mikrobivaurioihin lattiapäällysteiden liimatilassa.

Rakennuksen ryömintätilan tuuletus ei ole havaintojen sekä olosuhde- ja ilmamäärämittausten perusteella riittävä. Ryömintätilan ilman lämpötilat ja suhteelliset kosteudet ovat korkeat jopa pakkaskaudella, jolloin ryömintätilassa tulisi olla selvästi rakenteita kuivattavat olosuhteet. Lämpimimpinä vuodenaikoina kosteudet ovat todennäköisesti selvästi nyt mitattuja korkeammat. Ryömintätilan kohonnut kosteus voi johtaa mikrobikasvuun ryömintätilassa, mutta ei vaikuta merkittävästi alapohjarakenteen kosteuskäyttäytymiseen.

Rakennuksen paine-ero ulkoilmaan on jatkuvasti suositusten mukainen, mutta vaihtelee selvästi ilmanvaihdon käyntijaksojen mukaan. Viikonloppuisin ja iltaisin paine-ero on vähäinen ja tällöin sisätilat ovat suositusten mukaisesti myös selvästi ylipaineiset ryömintätilaan nähden. Päiväaikaa sisätilat alipaineistuvat voimakkaammin ja paine-ero ryömintätilaan jää mitättömäksi.

Tutkimusten perusteella suosittelemamme toimenpiteet on esitetty tarkemmin raportin lopussa omassa kappaleessaan. Tiivistetysti esitettyinä toimenpidesuosituksukset ovat:

1. Vaurioituneet lattiapäällysteet tulee poistaa ja alapohjarakenne kuivattaa ennen uusien päällysteiden asentamista
2. Ryömintätilan tuuletuksen toimintaa tulee tehostaa ja tämän vaikutus olosuhteisiin varmentaa seurantamittauksin.
3. Ilmanvaihdon ilmamäärät on suositeltavaa tarkistaa ja tarvittaessa säätää päiväaikaisen alipaineisuuden pienentämiseksi.

1 Yleistiedot

Tutkimuskohde:

Kuuvuoren päivähoidoyksikkö, Nummenpuistokadun päiväkoti
Nummenpuistokatu 1, 20540 TURKU

Rakennusvuosi: 2010

Kerrosala: 1321,5 m²

Tilavuus: 6150 m³

Tilaaaja:

Johanna Kaipia, sisäilma-asiantuntija
p. 040 489 4574, johanna.kaipia@turku.fi
Turun kaupunki, Tilapalvelut
Linnankatu 90 E, 2. krs

Tutkimusten vastuhenkilö:

Vesa Koskinen, projektijohtaja, FM
rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15
Sirate Group Oy, Kutterintie 5, 20900 TURKU
vesa.koskinen@sirategroup.fi, p. 040 648 2244

Tutkimushenkilöt

Vesa Koskinen, Suvi Kajanen, Ville Norri, Sirate Group Oy

Laboratoriot:

- Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö (mikrobit)
- Työterveyslaitos (VOC)

Tutkimusajankohta:

17.2. – 19.4.2021

- Arviointikäynti 17.2.2021
- Paine-ero ja olosuhdeseurannat 17.2. – 12.3.2021
- Rakennekosteusmittaukset 15. – 19.3.2021
- VOC-materiaali ja -ilmanäytteet 15.3.2021
- Materiaalinäytteet (mikrobit) 15.3.2021
- Ryömintätilan ilmamäärä ja hetkellinen olosuhde 19.4.2021

1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

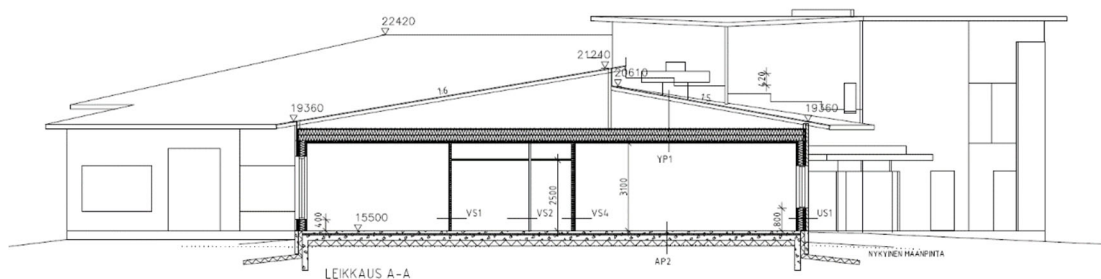
Nummenpuistokadun päiväkodin vuonna 2010 valmistuneen rakennuksen lattiapäällysteiden liimatilan kosteuksien on aiemmissa tutkimuksissa todettu oleva koholla. Rakennuksen tuuletuvassa ryömintätilassa havaittiin kosteuden tiivistymistä pinnoille nopeasti rakennuksen valmistumisen jälkeen – myös talviaikaan. Tämän vuoksi ryömintätilaan lisättiin koneellinen tuuletus. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mistä lattiapäällysteiden alapuolinen poikkeava kosteus johtuu, ja onko kosteudesta aiheutunut vaurioita, joilla on vaikutusta rakennuksen sisäilman laatuun. Lisäksi selvitettiin, onko alapohjarakenteisiin ryömintätilasta kohdistuva kosteusrasitus saatu hallintaan tehdyin toimenpitein.

1.2 Perustiedot

Tutkimuskohteena oli Kuvuuren päivähoitoyksikön Nummenpuistokadun päiväkoti, joka toimii vuonna 2010 päiväkotikäyttöön valmistuneessa, yksikerroksisessa rakennuksessa (kuvat 1.1 ja 1.2). Rakennuseloituksen mukaan tontilta on rakennusta varten purettu vanha päiväkotirakennus, josta on kuitenkin säilytetty pohjalaatta perustuksineen. Uuden rakennuksen pohjarakenteet on tuettu vanhan rakenteen läpi tai vierestä teräspaaluin. Rakennuksen alapohjana on ryömintätilainen ontelolaatasto, eteläpäädyssä ja VSS-tilan kohdalla maanvastainen paikalla vallettu kantava teräsbetonilaatta. Pintalaattaan on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys. Rakennuksen ulkoseinät ovat puurunkoiset, julkisivumateriaalina pääosin tiili. Väliseinät ovat teräsrunkoisia kipsilevyseinä. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jossa ilmanvaihtokoneet sijaitsevat ullakkokerroksen IV-konehuoneessa. Rakennuksen valmistuttua ryömintätilan pinnoille havaittiin talviaikanakin tiivistyvän kosteutta, minkä vuoksi tilaan asennettiin koneellinen tuuletus.



Kuva 1.1. Nummenpuistokadun päiväkodin julkisivu leikkiäpöhallille.



Kuva 1.2. Rakenneleikkaus A-A.

1.3 Aiemmat tutkimukset ja korjaukset

Syksyllä 2020 tehdyssä tutkimuksessa (A-Kiinteistöcontrol Oy) havaittiin pintakosteuskartoituksessa lattioiden kosteuden olevan seinien vierustoilla pienemmät kuin keskilattialla. Pintakosteuskartoituksen perusteella valituista 32 viiltomittauspisteestä yhteensä 28 liimatilan suhteellinen kosteus ylitti arvon 75 %. Korkein mitattu suhteellinen kosteus oli 88 %. Viiltomittauksen yhteydessä havaittiin maton alta hajua, jonka katsottiin viittaavan liiman hajoamiseen. Märkätilojen liukuestemattojen saumoissa havaittiin aukeamia. Mattojen ylösnostojen todettiin olevan irronneet kaikissa tiloissa, joissa seiniä ei ollut laatoitettu ja lattiassa oli liukuestematto.

1.4 Käytettävissä olleet asiakirjat/ lähtötietoaineisto

- Kattavasti piirustuksia ja leikkauskuvia vuodelta 2010.
- Rakennusselostus, uudisrakennus, Vahtera Arkkitehdit, 4.5.2009
- Raportti, Rakennekosteusmittaukset, A-Kiinteistöcontrol Oy, 29.9.2020

1.5 Havainnot arviointikäynnillä

Kohteessa tehtiin 17.2.2021 arviointikäynti, jolle osallistuivat Ville Norri (Sirate Group Oy) ja kiinteistön huoltomies. Käynnillä katsastettiin ensisijaisesti ryömintätila ja sen tuuletuksen toteutus sekä asennettiin ryömintätilaan ja vertailutiloihin olosuhteiden (lämpötila ja suhteellinen kosteus) seurantamittareita.

Arviointikäynnillä todettiin aistinvaraisesti ryömintätilan ja sen tuuletuksen vastaavan suunnitelmia (kuvat 1.3 ja 1.4). Ryömintätilan pohjalla oli suodatinkankaan päällä kevytbetonimurskettä, joka oli aistinvaraisesti kuivaa (kuva 1.5). Merkkisavulla todettiin ryömintätilan tuuletukselta vastaavan huippuimurin toimivan ja putkistojen sekä lautasventtiilien kautta ryömintätilan eri osiin virtaavan korvausilmaa. Astianpesukoneen viemäriputken ripustus oli pettänyt ja koneen poistovettä valui ryömintätilan pohjalle, jossa se oli imeytynyt täyttöaineeseen ja maapepään (kuva 1.6). Paikalle saatiin putkimies, joka aloitti korjaukset jo arviointikäynnin aikana.



Kuva 1.3. Ryömintätila on aistinvaraisen arvioinnin perusteella toteutettu suunnitelmien mukaisesti ja tuulettuu hyvin.



Kuva 1.4. Merkkisavulla todettiin korvausilmaa virtaavan putkiston kautta hyvin ryömintätilan eri osiin.



Kuva 1.5. Ryömintätilan pohjalla oli suunnitelmien mukaisesti suodatinkankaan päällä kevyt-betonimurskekerros.



Kuva 1.6. Astianpesukoneen viemäriputken riipustus oli pettänyt. Korjaus aloitettiin vielä arviointikäynnin aikana.

2 Tutkimusmenetelmät

2.1 Rakennustekniset tutkimukset

2.1.1 Kosteusmittaukset

Kosteusmittaukset tehtiin RT 14-10984 -ohjekortin mukaisesti sertifioidun rakenteiden kosteudenmittaajan (Eurofins) toimesta.

Pintakosteuskartoitus

Huonetilojen kivirakenteisia lattia- ja seinäpintoja kartoitettiin pistokoemaisesti pintakosteudenosoittimella mahdollisten kosteuspoikkeamien havaitsemiseksi. Pintarakenteiden kosteuden arviointiin käytettiin GANN Hydromette UNI1 -laitetta LB71 -mittapöydällä. Mittaustulokset ovat suuntaa antavia ja saadut arvot mittalaitokohtaisia. Kartoituksen yhteydessä tehtiin aistinvaraisia havaintoja mm. näkyvistä kosteusvauriojäljistä ja poikkeavista hajuista.

Viiltomittaukset

Suhteellisen kosteuden mittaukset lattiapäällysteen alta tehtiin asettamalla päällysteen alle viillon kautta kosteusmittausanturin mittapää (Vaisala HM42Probe). Tehty viilto ja mittapään rajapinta tiivistettiin kitillä ja mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla oleviin olosuhteisiin vähintään 15 min. Mittaustulokset luettiin Vaisalan HM40 -näyttölaitteella.

Rakennekosteusmittaukset

Rakenteiden kosteusjakaumat selvitettiin tarkkoina suhteellisen kosteuden mittauksina porareikämenetelmällä. Porareikämenetelmässä rakenteeseen porattiin tarkastelusyvyyksille halkaisijaltaan 16 mm reiät. Mittausreiät puhdistettiin imuroimalla ja tiivistettiin reiänpohjaan ulottuvilla mittausputkilla/sähkösuojaputkilla. Putkien juuret tiivistettiin kitillä. Putkien yläpäät tiivistettiin Vaisalan tiivistetulpilla ja/tai kitillä. Mittausreikien olosuhteiden annettiin tasaantua vähintään 3 vuorokautta. Mittaukset tehtiin tämän jälkeen Vaisala HM40 -rakennekosteuden mittarilla sekä HMP40S -antureilla. Anturien tasaantumisaika mittauspisteissä oli 1 tunti.

Kosteusmittausten virhetarkastelu

Viilto- ja porareikämittaukset tehtiin tilojen normaalissa käyttölämpötilassa eikä rakenteen ja huoneilman välillä ollut merkittävää lämpötilaeroa. Mittauslämpötilan poiketessa alle 5 °C normaalista käyttölämpötilasta on lämpötilan aiheuttama virhe suhteellisen kosteuden arvoon yleensä 0 – 5 %-yksikköä. Käytettyjen anturien tarkkuus on $\pm 1,5$ %RH (välillä 0 – 90 %) ja $\pm 2,5$ %RH (välillä 90 – 100 %). Mittapäiden kalibrointijankokohda ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi. Mittauksen kokonaismittaustarkkuus oli siten noin ± 3 RH-yksikköä (välillä 0 – 90 %) ja ± 4 RH-yksikköä (välillä 90 – 100 %). Käytetyt kosteusmittausanturit on kalibroitu 20.2.2021 (Suomen kosteuskalibrointi).

Tavoite-, ohje- ja viitearvot

Useimpien liimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 % mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus päällysteen alla liimatilassa ei saa ylittää tätä arvoa (Betoni-rakenteiden päällystämisen ohjeet, 2007).

2.1.2 Rakenneavaukset

Rakennetutkimuksissa tutkittavaan rakenteeseen tehtiin avauksia, joista aistinvaraisesti todettiin rakennetyypin toteutus ja kunto. Lisäksi otettiin tarvittaessa materiaalinäytteitä mikrobiutkimuksiin. Pölyn leviäminen rakenneavauksia tehtäessä estettiin kohdepoistoa käyttämällä (H-luokan imuri). Rakenneavauksiin tehtiin ainoastaan väliaikaiset, ilmatiiviit paikkaukset. Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet on merkitty liitteen 1 pohjakuviin ja tekstissä olevat tilanumeroinnit viittaavat liitteen 1 numerointiin. Materiaalinäytteiden tulokset on merkitty tekstin joukkoon ja kuviin kolmiportaisella värikoodilla: **vihreä** – ei poikkeavaa mikrobikasvua, **oranssi** – ei aktiivista kasvua, näyte on lajistoltaan poikkeava ja **punainen** – aktiivista mikrobikasvua. Vasentaavaa värikoodausta ongelman/vaurion asteesta on sovellettu myös muihin näytteisiin.

2.1.3 Mikrobit materiaaleista

Näytteenottoaikat perustuivat lähtötietoihin ja kohteessa tehtyihin havaintoihin. Näytteet pyrittiin ottamaan vaurioituneimmasta kohdasta tai sellaisesta kohdasta rakennetta, jossa vaurioitumisen todennäköisyys on suurin.

Materiaalinäytteet kerättiin puhtailla välineillä puhtaaseen muovipussiin. Mikrobit analysoitiin kasvatusmenetelmällä Turun Yliopiston Aerobiologian yksikön akkreditoidussa laboratoriossa. Tarkemmat menetelmäkuvaukset on esitetty analyysivastauksessa, liite 2. Näytteenottoaikat on merkitty liitteen 1 pohjakuviin.

Mikrobinäytteiden viitearvot

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua (Asumisterveysasetus 2015). Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat suoraan kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016).

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykettejä runsaasti (+++/++++). Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016)

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteusvauriota, vaikka mikrobikasvua ei välttämättä ole ehtinyt muodostua. Kosteusvaurio voidaan todeta näkyvänä kosteusvauriojälkenä tai pintakosteusosoittimen tai rakennekosteusmittausten avulla. Pintakosteusosoittimen antama positiivinen tulos (osoittimen näyttämä mittaustulos on kostealla/märällä alueella) tulee varmentaa rakennekosteusmittauksen avulla ennen kuin toimenpiderajan katsotaan ylittyneen. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016)

2.1.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) materiaaleista

Lattiapäällysteiden vaurioitumista selvitettiin kosteusmittauksin, joiden tueksi lattiapäällysteestä otettiin 3 kpl materiaalinäytteitä (ns. bulk-näyte) VOC-analyysiin. Samoista kohdista otettiin materiaalinäytteet pintalaatasta kahdelta eri syvyydeltä. Näiden perusteella arvioitiin VOC-yhdisteiden imeytymistä betonilaattaa ja mahdollisia tarvittavia korjaustoimenpiteitä. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen akkreditoidussa laboratoriossa. Tarkemmat menetelmäkuvaukset on esitetty analyysivastauksessa, liite 3.

Yleisesti hyväksytyt ja käytössä olevat haihtuvien orgaanisten eli VOC-yhdisteiden pitoisuusmäärittäytävät ovat ilmanäytteet, pintaemissionäytteet (FLEC) sekä materiaalinäytteet betonista tai lattiapäällysteestä (bulk) (Keinänen, 2013). Koulurakennuksia koskevassa Asumisterveysasetuksessa annetaan toimenpiderajat sisäilman VOC-pitoisuuksille. Ilmanäytteiden perusteella ei kuitenkaan voida selvittää VOC-yhdisteiden imeytymistä betonirakenteeseen eikä betonipinnan emissionepeutta. Asumisterveysasetuksen soveltamisoppaan mukaan: ”Alan kotimaiset toimijat ja tutkimuslaitokset ovat ohjeistaneet näytteenotto-käytäntöjä betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteen korjaustarpeen arvioinnissa.”

Tulosten tulkinta

Näytetulosten tulkinnassa käytettiin Työterveyslaitoksen bulk-emissioille määrittämiä viitearvoja (Sisäympäristön viitearvoja, TTL 2019).

Taulukko 2.1. Työterveyslaitoksen viitearvoja eri materiaalien bulk-emissioille.

Materiaali/yhdiste	Viitearvo
PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)	
TVOC	200 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	70 µg/m ³ g
Betoni ja tasoite	
TVOC	50 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	40 µg/m ³ g

2.2 Olosuhdeseurannat ja sisäilman epäpuhtausmittaukset

2.2.1 Painesuhteet

Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin 2 viikon mittainen paine-eroseurantamittaus rakennuksen ulkovaipan yli. Mittauksissa käytettiin jatkuvatoimisia paine-eroantureita (Series MS Magnesense, Dwyer, mittausalue ± 50 Pa, mittaustarkkuus ± 1 %) ja tulokset tallennettiin 5 minuutin välein (Tinytag, Gemini). Havain-tojen apuna käytettiin merkkisavua. Mittauspaikat on esitetty liitteen 1 pohjakuvissa.

Painesuhteiden ohjearvot

Rakennus, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, suunnitellaan ulkoilmaan nähden alipaineiseksi. Rakennuksen ali- tai ylipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden läpi kulkevan vuotoil-mavirran suuntaan ja huoneilman kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Jos ra-kennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Rakennuksen alipaine ulkoilmaan nähden ei saa olla yli 30 Pa. Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2010). Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pa, tulee sen syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. (Asumisterveys-asetuksen soveltamisohje, Valvira 2016).

Rakennuksen käyttöajan ulkopuolisen ilmanvaihdon tulee olla sellainen, että rakennus- ja sisus-tusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan ei aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa. Tämän lisäksi käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihto ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin esimerkiksi korvausilman puutteesta syntyneen liiallisen alipaineisuuden vuoksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016).

2.2.2 Ryömintätilan olosuhteet ja ilmamäärämittaukset

Ryömintätilan olosuhteita (lämpötila ja suhteellinen kosteus) mitattiin ryömintätilan eri osista (3 mittauspistettä) noin neljän viikon ajan (Tinytag Plus 2 TGP-4500, mittausalueet ja tarkkuudet: LT -25...+85 °C, $\pm 0,5$ °C; RH 0...100 %, ± 3 %). Samanaikaisesti mitattiin sisäilman olosuhteet kahdesta tilasta ja vertailuna ulkoilman olosuhteet katetusta ulkotilasta. Mittaustulokset tallen-nettiin 5 minuutin välein.

Tulo- ja poistoilmamääriä mitattiin pistokoemaisesti pääte-elimistä SwemaFlow 126 -huppumit-tarilla tai säätöpelleistä paine-eromenetelmällä (Swema 3000md).

Ryömintätilan olosuhteiden ja tuuletuksen ohjearvot

Rakennusaikana voimassa olleen Rakentamismääräyskokoelman C2 mukaan: " Alapohjan ala-puolinen ryömintätila on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei ryömintätilaan keräännä vettä ja että ryömintätila tuulettuu riittävästi, eikä ilmatilan kosteudesta ole haittaa rakenteiden

toiminnalle ja kestävyydelle. Kosteuden kapillaarinen nousu maaperästä ja haihtuminen ryömintätilaan estetään esim. kapillaarisen nousun katkaisevalla salaojituserroksella. Ryömintätila tuuletetaan yleensä sokkelin tuuletusaukkojen tai -putkien kautta ulkoilmaan. Ryömintätila voidaan tuulettaa myös koneellisesti tai painovoimaisesti esimerkiksi katolle vietävien tuuletusputkien kautta. Ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteispinta-alan tulee olla ainakin 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Ryömintätilassa ei saa olla rakennusjätettä eikä lahoavaa orgaanista ainesta.” (RakMK C2 1998)

Ympäristöministerin oppaassa esitetään, että koneellisen tuuletuksen suositeltava määrä vaihtelee välillä 0,5 – 2 vaihtoa tunnissa (YM 2019:18).

Sisäilmayhdistys ry:n sivuille eri lähteistä kerätyissä betonirakenteista tuulettuvaa alapohjaa käsittelevässä ohjeistuksessa esitetään, että ryömintätilan ilman suhteellisen kosteuden tavoitearvo on 70 %. Koneellisen tuuletuksen suuruus on 0,5...1 m³/(hm²), vähintään 0,5 vaihtoa/h. (Sisäilmayhdistys ry)

Sisäilman lämpötila toimenpideraja

Asumisterveysasetuksessa annetaan taulukon 2.2 mukaiset toimenpiderajat riippuen rakennuksen käyttötarkoituksesta. Huoneilman lämpötilalle on omat toimenpiderajat lämmityskaudelle ja lämmityskauden ulkopuoliselle ajanjaksolle.

Taulukko 2.2. Sisäilman lämpötilojen toimenpiderajat (Asumisterveysasetus 545/2015).

Tilan käyttötarkoitus	Toimenpideraja
Palvelutalot, vanhainkodit, lasten päivähoitopaikat, oppilaitokset ja vastaavat tilat	
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 20 °C ... + 26 °C
Lasten päivähoitopaikat, oppilaitokset ja muut vastaavat tilat	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella	+ 20 °C ... + 32 °C

Sisäilman kosteus

Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä (Asumisterveysasetus 545/2015).

2.2.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet mitattiin sisäilmasta kerättävillä VOC-näytteillä. VOC-näytteet kerättiin pumppun avulla Tenax TA-Carbograph 5TD tai Tenax TA adsorbentteihin. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen akkreditoidussa sisäilmalaboratoriossa.

VOC-yhdisteiden viitearvot sisäilmassa

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³. Tämän lisäksi tietyille yhdisteille on annettu erikseen toimenpiderajat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketuille pitoisuuksille (Taulukko 4.2).

Taulukko 2.3. Toimenpiderajat yksittäisille yhdisteille (huoneilman pitoisuus, tolueenivaste).

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti (TXIB)	10 µg/m ³
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	10 µg/m ³
Naftaleeni	10 µg/m ³ , ei saa esiintyä hajua
Styreeni	40 µg/m ³

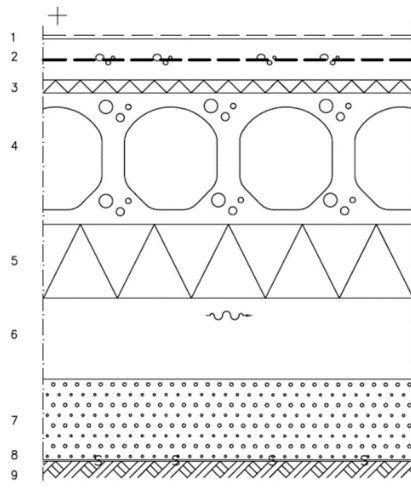
Työterveyslaitoksen mukaan sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudelle (TVOC) ei ole terveysperusteista ohjearvoa. Puhtaassa toimistoympäristössä yli 100 µg/m³ TVOC-pitoisuus viittaa sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin [Sisäympäristön viitearvoja, 2017, TTL]. Tulosten tulkinnassa kiinnitetään huomiota kokonaispitoisuuksien (TVOC) lisäksi myös yksittäisiin yhdisteisiin, jotka viittaavat poikkeavaan lähteeseen.

Kouluympäristössä VOC-mittaustulokset tulkitaan Asumisterveysasetuksen mukaan. Työterveyslaitoksen laatimat sisäympäristön viitearvot ovat tarkoitettu ensisijaisesti vähäpäästöisiin toimistoympäristöihin.

3 Tutkimukset

3.1 Alapohjarakenteiden tutkimukset

Rakennuksen yleisin alapohjarakenne, tuuletettu ontelolaatta-alapohja AP1, on esitetty kuvassa 3.1 ja kaakkoispäädyn maanvastaisen kantavan teräsbetoni-laatan rakenne AP3/AP4 on esitetty kuvassa 3.2. Pintalaattaan on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys, jonka putkien sijainti selvitetiin ennen porauksia lämpökameralla. Suunnitelmien perusteella rakenteet ovat kosteusteknisesti toimivat eikä niissä ole lattiapäällysteiden lisäksi herkästi kosteudesta vaurioituvia materiaaleja.



- | | | | |
|---|----------|---|--|
| 1 | 100 mm | 1 | Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan |
| 2 | 30 mm | 2 | Pintalaatta, BY 45 luokka A-4-30, verkko 8-200, B 500 K |
| 3 | 320 mm | 3 | Lämmöneriste, EPS 100 Lattia |
| 4 | 180 mm | 4 | Kantava rakenne, ontelolaatta rakennepiirustusten mukaan |
| 5 | >800 mm | 5 | Lämmöneriste solupolystyreeni, esim. EPS 60S LATTIA kiinnitetys tehtaalla ontelolaattaan |
| 6 | ≥ 300 mm | 6 | Tuuletettu alustila LVI-suunnitelmien mukaan |
| | | 7 | Siporex-rouhe |
| | | 8 | Suodatinkangas, käyttöluokka II |
| | | 9 | Perusmaa, kallistus salaojiin 1:20 |

Humusmaa poistettava.

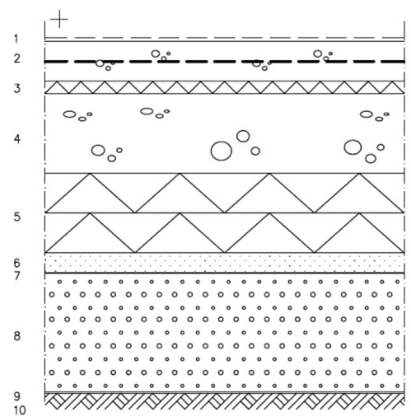
Alustilan korkeus tarkistettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon LVI-tekniikan vaatimat asennustilat ja myöhempi huoltomahdollisuus.
Tuuletus LVI-suunnitelmien mukaan

Pintalaatan pintahierro lattiämateriaalin mukaan.

Lämmönläpäisykerroin: 0,17 W/m² K

Kaikkien läpivientien liittymät rakenteisiin tiivistetään juotosbetonilla tai palokatkatiihitysmassalla.
Lämmöneristyslevyjen väliset saumat tiivistetään tarvittaessa polyuretaanimassalla.

Kuva 3.1. Yleisin alapohjarakenne AP1: tuuletettu ontelolaatta-alapohja, alapuolinen solupolystyreenieriste, pintalaatta.



- | | | | |
|---|------------|----|--|
| 1 | 100 mm | 1 | Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan |
| 2 | 30 mm | 2 | Pintalaatta, BY 45 luokka A-4-30, rauditus # 8-200, B 500 K |
| 3 | 200/300 mm | 3 | Lämmöneriste, EPS 100 Lattia |
| 4 | 200 mm | 4 | Kantava rakenne, paikalla valettu teräsbetoni-laatta rakennepiirustusten mukaan, tartuntatarjous |
| 5 | ≥ 50 mm | 5 | Lämmöneriste, solupolystyreeni EPS 100 Lattia |
| 6 | ≥ 300 mm | 6 | Tasoushiekkä |
| | | 7 | Suodatinkangas, käyttöluokka II |
| | | 8 | Kapillaarikatkoepeli 5-8/16 |
| | | 9 | Suodatinkangas, käyttöluokka II |
| | | 10 | Perusmaa, kallistus salaojiin 1:100 |

Mikäli pintamateriaali on vesihöyrytiivis, on betonin rakennekosteuden oltava poistunut ennen pintamateriaalin asennusta.

Pintalaatan tai kantavan laatan pintahierro lattiämateriaalin mukaan.

Lämmöneristyslevyt kiinnitetään mekaanisesti laatan alapintaan

Lämmönläpäisykerroin: 0,16 W/m² K

Lämmöneristyslevyjen väliset saumat tiivistetään tarvittaessa polyuretaanimassalla.

Kuva 3.2. Kaakkoispäädyn alapohjarakenne AP3: kantava, paikalla valettu alapohja.

3.1.1 Ryömintätilan olosuhteet

Ryömintätilan ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila olivat vuodenaikaan ja ulkoilman olosuhteisiin nähden korkeat. Todennäköisesti suhteellinen kosteus on suurimman osan vuotta selvästi suurempi kuin pakkasjaksolla toteutetulla seurantajaksolla. Koneellisen tuuletuksen poistoilmamäärä vastasi suunnitelmia, mutta korvausilmaventtiileiden kautta ei havaittu mitattavissa olevaa ilmavirtausta. Yhdestä ryömintätilan viidestä korvausilmakanavistoista puuttui putki kanaviston ja sokkelin läpäisevän ulkoilmakanavan väliltä. Tulokset viittaavat siihen, että ryömintätila ei tuuletu riittävästi.

Rakennuksen ryömintätilaisen osan pinta-ala on noin CAD-piirustuksesta laskettuna n. 1 000 m², ja keskimääräiseksi korkeudeksi arvioitiin 1 m. Tilaan on asennettu koneellinen poisto, jonka suunnitteluarvo -140 l/s vastaa suositusten mukaista minimi-ilmanvaihtoa, 0,5 vaihtoa/tunnissa. Korvausilma otetaan viidellä korvausilmaputkella sokkelin läpi ja jaettiin ryömintätilassa olevalla putkistolla 19 venttiilin kautta eri puolelle ryömintätilaa. Yksittäisen korvausilmaventtiilin suunnitteluarvona on 7 l/s. Arviointikäynnillä todettiin aistinvaraisesti koneellisen tuuletuksen olevan toiminnassa ja korvausilmaventtiileistä todettiin savulla ilmavirtausta ryömintätilaan.

Huhtikuussa tehdyssä mittauksessa todettiin poistoilmanvaihdon vastaavaan kohtalaisesti suunnittelua-arvoaan. Mittaushappua ei saatu täysin tiiviisti poistoputken ympärille alapuolella kulkevan putken takia. Suuntaa-antava mittaustulos, 130 l/s, osoittaa kuitenkin poiston toimivan suunnitellusti. Korvausilmaventtiileistä ei kuitenkaan havaittu mitattavissa olevaa ilmavirtausta eikä paine-eroa päätelaitteen yli. Yhdestä korvausilmakanavistosta puuttui väliputki (kuva 3.6)



Kuva 3.3. Ryömintätilan korvausilma jaetaan putkistolla eri puolille tilaa. Tilan pohjalla oli kapillaarikatkona ja lämmöneristeenä kevytbetonimurskaa, joka oli aistinvaraisesti arvioituna kuivaa.



Kuva 3.4. Ilman kulkeutumisesta ryömintätilan eri osien välillä oli huolehdittu palkeissa olevin aukoin ja palkin alle jätetyin ilmaraoin.



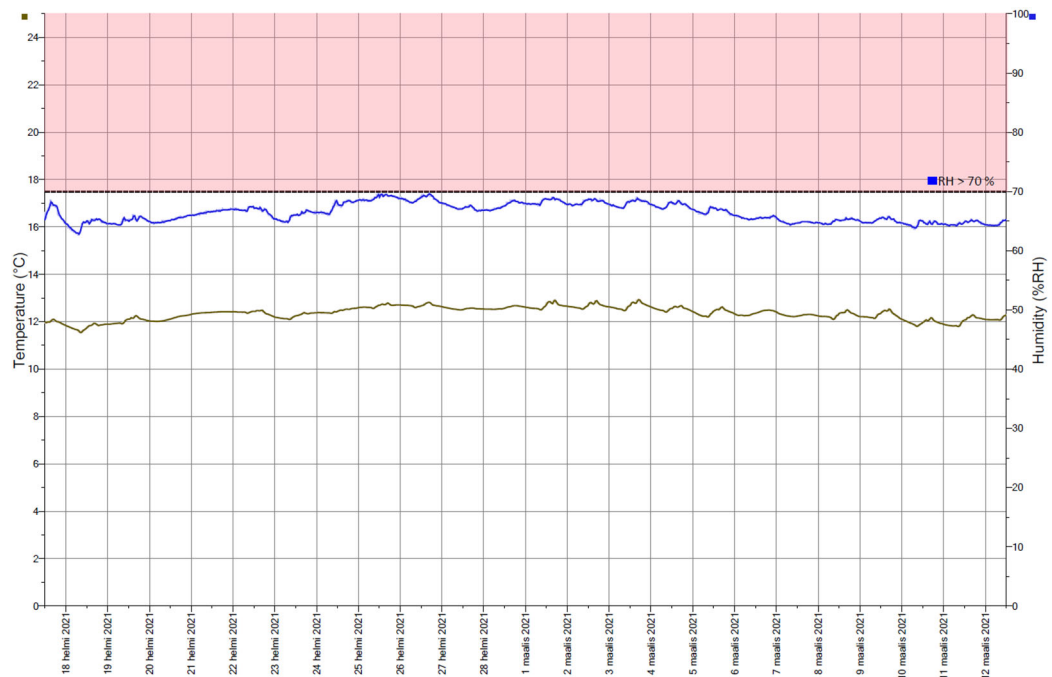
Kuva 3.5. Poistoilmanvaihto vastasi suunnitelmia.



Kuva 3.6. Korvausilmakanavasta puuttui pala putkea.

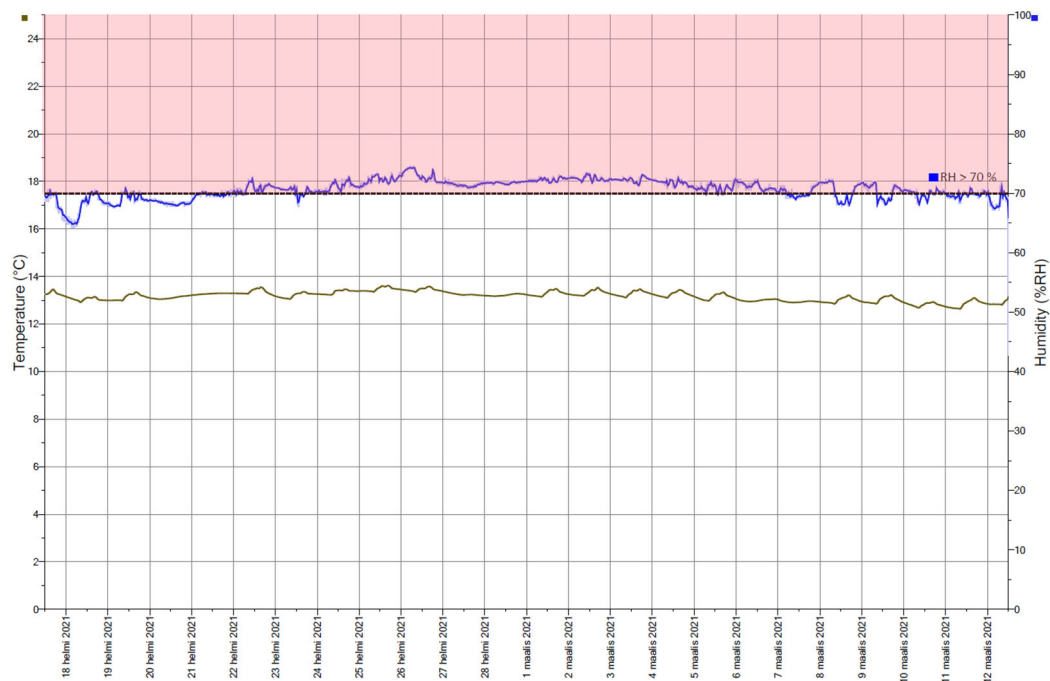
Ryömintätilan olosuhteita mitattiin kolmesta mittapisteestä 17.2. – 12.3.2021 (kuvat 3.7 – 3.9). Samanaikaisesti mitattiin ulkoilman olosuhteet sekä sisäilman olosuhteet kahdesta mittapistestä. Ryömintätilan olosuhteet pysyivät käytännössä vakioina koko mittausjakson ajan eikä ulkoilman olosuhteet juuri vaikuttaneet niihin. Jotta mikrobikasvu ryömintätilassa ei mahdollistuisi, tulisi ryömintätilan suhteellisen kosteuden olla jatkuvasti alle 70 %. Tämän saavuttaminen on usein kesäaikana käytännössä mahdotonta, koska ryömintätilaa tuulettavan lämpimän ulkoilman korkea vesihöyrypitoisuus nostaa suhteellisen kosteuden korkeaksi ulkoilmaa viileämmässä ryömintätilassa. Talviaikana pakkasilman pienen kosteussisällön vuoksi korvausilman lämpeneminen tulisi laskea ryömintätilan kosteuden selvästi alle 70 %, mikä mahdollistaisi rakenteiden kuivumisen.

OS4 Ryömintätilan olosuhteet (H337) 17.2. - 12.3.2021



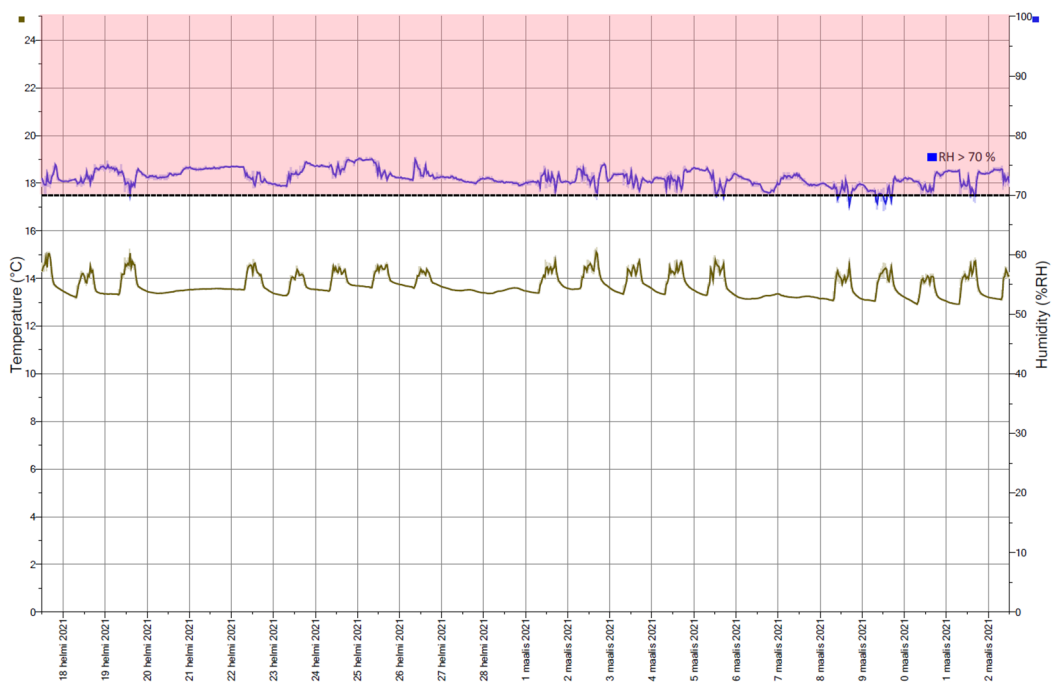
Kuva 3.7. Ryömintätilan olosuhteet (lämpötila – vihreä kuvaaja ja suhteellinen kosteus - sininen) huoneen H337 alla olivat tasaiset koko mittausjakson ajan. Suhteellisen kosteuden tulisi olla jatkuvasti puhtaisen alueen alapuolella.

OS5 Ryömintätilan olosuhteet (H351) 17.2. - 12.3.2021



Kuva 3.8. Ryömintätilan olosuhteet (lämpötila – vihreä kuvaaja ja suhteellinen kosteus - sininen) huoneen H351 alla olivat tasaiset koko mittausjakson ajan. Suhteellisen kosteuden tulisi olla jatkuvasti punaisen alueen alapuolella.

OS6 Ryömintätilan olosuhteet (H461) 17.2. - 12.3.2021

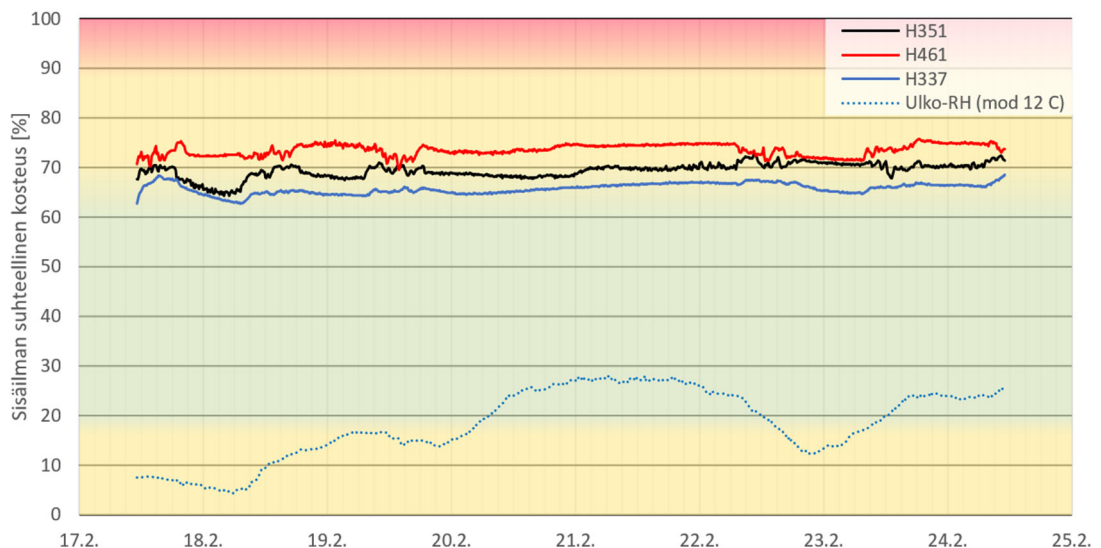


Kuva 3.9. Ryömintätilan olosuhteet (lämpötila – vihreä kuvaaja ja suhteellinen kosteus - sininen) huoneen H3461 alla. Suhteellisen kosteuden tulisi olla jatkuvasti punaisen alueen alapuolella.

Kuvassa 3.10 on esitetty viikon seurantamittauskäyrien kanssa laskennallinen suhteellisen kosteuden käyrä ryömintätilassa, jos tila tuulettuisi tehokkaasti. Käyrä on saatu laskemalla ensin havaituista ulkoilman lämpötiloista ja suhteellisista kosteuksista ulkoilman kosteussisältö ja sitten laskemalla tämän kosteussisällön tuottama suhteellinen kosteus ryömintätilan lämpötilassa. Kuvassa 3.11 on esitetty vastaava laskennallinen käyrä sisäilman suhteellisesta kosteudesta yhdessä huonetiloista mitattujen suhteellisten kosteuksien kanssa. Tästä nähdään, että sisäilman kosteus seuraa täysin ulkoilman kosteuksia ja on vuodenajalle tyypillisesti matala.

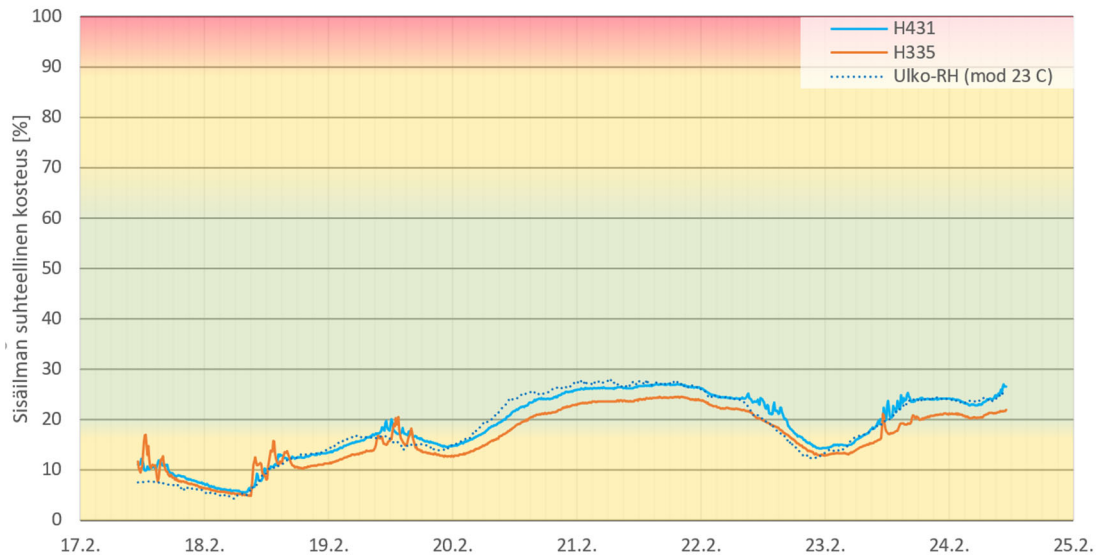
Koska ryömintätilan ilman suhteellinen kosteus on jatkuvasti selvästi suurempi kuin laskennallisesti ulkoilman olosuhteista saatu (kuva 3.10), viittaa tämä joko siihen, että ryömintätila ei tuuletu riittävästi tai ryömintätilassa on voimakasta kosteustuottoa.

Ryömintätilan suhteellinen kosteus 17. - 25.2.2021



Kuva 3.10. Ryömintätilan suhteellinen kosteus ei juurikaan muuttunut ulkoilman olosuhteiden mukaan. Katkoviiva esittää ulkoilman kosteutta ryömintätilan lämpötilaan lämmitettynä.

Sisäilman suhteellinen kosteus 17. - 25.2.2021



Kuva 3.11. Sisäilman suhteellinen kosteus seurasi tarkasti ulkoilman olosuhteita. Katkoviiva esittää ulkoilman havaituista olosuhteista laskettua sisäilman kosteutta, kun ulkoilmaa tuodaan sisälle ja lämmitetään huoneilman lämpötilaan (tässä 23 °C).

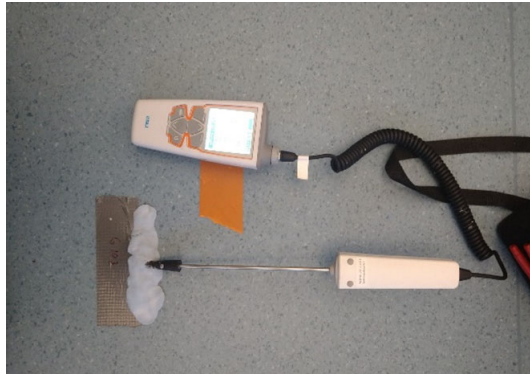
3.1.2 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteen pintalaatan kosteudet olivat rakenteen ikään nähden lievästi koholla todennäköisesti rakennusaikaisen kosteuden takia. Rakenne kuivuu ylöspäin vain hitaasti tiiviin lattiapäällysteen läpi. Tulosten perusteella on todennäköistä, että lattiapäällysteen liimatilan kosteudet ovat olleet nyt mitattuja korkeammat, mikä on voinut johtaa päällysteen ja sen liiman kemialliseen hajoamiseen.

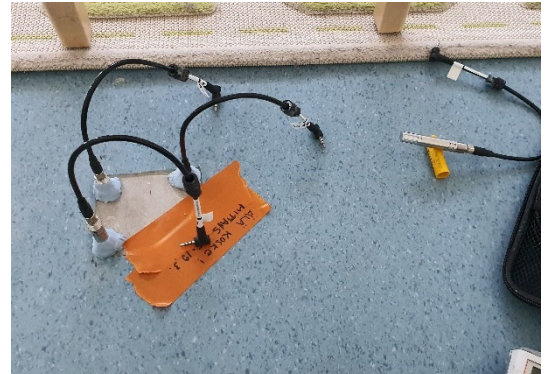
Kosteuskartoituksessa todettiin aiempien tutkimusten mukaisesti pintakosteudenosoittimen lukemien olevan tasaisesti tavanomaista korkeampia koko rakennuksen alueella, ulkoseinustoilla hieman vähemmän kuin keskiosissa. Kartoituksen yhteydessä ei havaittu kosteusvaurioon viittaavia jälkiä (esim. maton kupruilua) latioissa tai seinäpinnoilla. Koska kosteudet olivat kartoituksessa laajoilla alueilla koholla, valittiin viilto- ja rakennekosteusmittausten paikat riittävän etäälle lattialämmitysputkista. Mittaukset tehtiin vain pintalaatasta, koska tässä vaiheessa ei katsottu tarkoituksenmukaiseksi rikkoa laattojen välissä olevaa eristekerrosta.

Pistokoemaisesti huoneesta 338 tehtyjen viilto- ja rakennekosteusmittausten **V1** ja **V2** tulokset vastasivat kohtuullisesti aiempia viilto- ja rakennekosteusmittauksia (taulukko 3.1, kuva 3.12). Rakennuksen ulkoseinustalla liimatilan ilman suhteelliseksi kosteudeksi (**V2**) mitattiin 70 %, jota voidaan pitää normaalina. Keskilattialta (**V1**) liimatilan kosteus oli rakenteen ikä huomioon otettuna selvemmin koholla (suhteellinen kosteus 80 %). Samasta kohdasta tehdyn porareikämittauksen **PR3** (kuva 3.13) perusteella kosteus on jakautunut hyvin tasaisesti koko pintalaattaan. Myös huoneesta 325 tehdystä mittauksesta **PR1** pintalaatan kosteusjakauma on melko tasainen, vaikka kosteussisältö hieman kasvaakin syvem-

mälle mentäessä. Huoneen 330 mittauspisteessä (PR2) toinen mittausputki ei ollut pysynyt tiiviisti paikallaan, minkä vuoksi pintaosan (15 mm) mittauksen tulos on selvästi virheellinen. Syvyydeltä 40 mm tehdyn mittauksen tulos vastasi mittauksen tarkkuus huomioon ottaen kahta muuta mittauspistettä.



Kuva 3.12. Huoneessa 338 tehdystä viiltomittauksesta V1 lattiapäällysteen liimatilan kosteuden todettiin olevan koholla keskialalla.



Kuva 3.13. Pintalaatan kosteusjakauman määrittäminen porareikämittauksin.

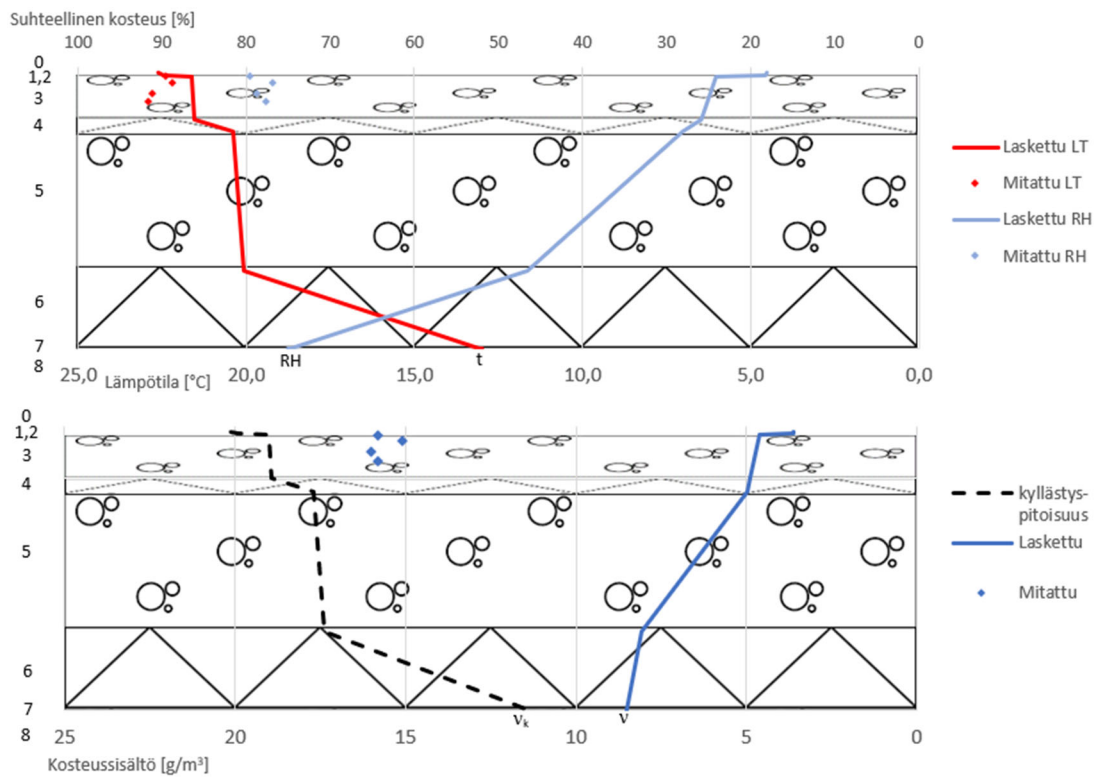
Taulukko 3.1. Kosteusmittausten tulokset (ilman suhteellinen kosteus – %RH, lämpötila – T ja absoluuttinen kosteus (kosteussisältö) – a, pko – pintakosteudenosoittimen lukema*).

Mittauspiste		Syvyys					
Nro	kuvaus	mm	%RH	T [°C]	a [g/m ³]	Anturi	Arvio
V1	H338 (pko 103), Rakenne: PVC-matto, liima+tasoite, pintalaatta 100 - EPS 30 - ontelolaatta 320 - EPS 180 - tuulettu ilmatila > 100, kevytbetonirouhe >300	viilto	79,6	22,4	15,8	KA26	Koholla
		15	76,9	22,2	15,1	KA19	
		40	78,7	22,8	16,0	KA05	Koholla
		60	77,6	22,9	15,8	KA03	
ilma	11,7	22,6	2,3	KA20			
V2	H338 (pko 93), ulkoseinusta	viilto	70,0	24,2	15,4	KA25	Normaali
PR2	H330, rakenne kuten PR3. Syvyydeltä 15 mm mittausputki ei ollut tiiviisti paikallaan, tulos virheellinen	15	46,2	23,0	9,5	KA20	
		40	77,8	23,3	16,3	KA17	Koholla
		ilma	13,6	22,5	2,7	KA04	
PR1	H325, rakenne: PVC-matto, liima+tasoite, pintalaatta 100, EPS 30, teräsbetonilaatta 200/300, EPS 200, tasaushiekka > 50, suodatinkangas, kapillaarikatkoepeli > 300	15	74,6	20,8	13,5	KA04	Koholla
		40	79,9	20,6	14,3	KA021	
		60	81,5	21,1	15,0	KA22	
		ilma	17,1	21,0	3,1	KA04	

*Pintakosteudenosoitin antaa tuloksena yksittäisen lukuarvon väliltä 0 – 199. Mitattujen arvojen tulkinta perustuu eri kohdista mitattujen arvojen vertailuun.

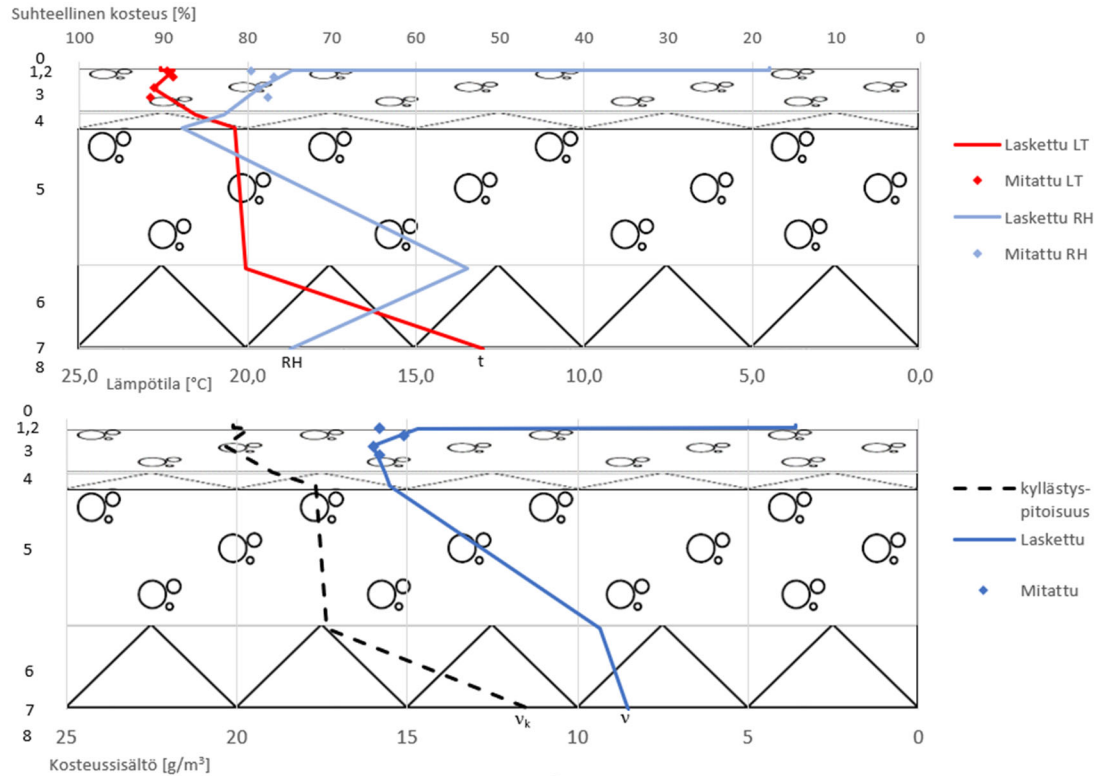
Porareikämittausten perusteella pintalaatassa ei ole selkeää kosteusjakamaa. Kosteus on todennäköisesti rakennusaikaista ja laatta kuivuu vain hitaasti ylöspäin lattiapäällysteen läpi. Tulosten perusteella on todennäköistä, että lattialaatan kosteus on päällystysvaiheessa ollut nyt mitattua korkeampia. Tällöin on mahdollista, että lattiapäällysteen ja sen liiman kemiallinen hajoaminen alkalisen kosteuden vaikutuksesta on käynnistynyt.

Myös rakennusfysikaaliset laskelmat viittaavat pintalaatan rakennusaikaiseen kosteuteen (laskenta esitetty tarkemmin liitteessä 5). Kuvassa 3.14 on esitetty alapohjarakenteen laskennalliset lämpötilat ja suhteelliset kosteudet (ylempi kuvaaja) sekä kosteuspitoisuudet yhdessä vesihöyryn kyllästyspitoisuuden kanssa (alempi kuvaaja) tilanteessa, jossa rakenteessa ei enää ole rakennusaikaista kosteutta. Rakenne on toimiva, siihen ei muodostu kastepistettä eikä riskiä materiaalien kosteusvaurioitumisesta. Pintalaatan kosteusmittaustulokset eivät kuitenkaan vastaa lainkaan laskelmaa. Mitattujen lämpötilojen pieni poikkeaminen lasketuista johtuu siitä, että laskelmissa ei huomioitu lattialämmitystä.



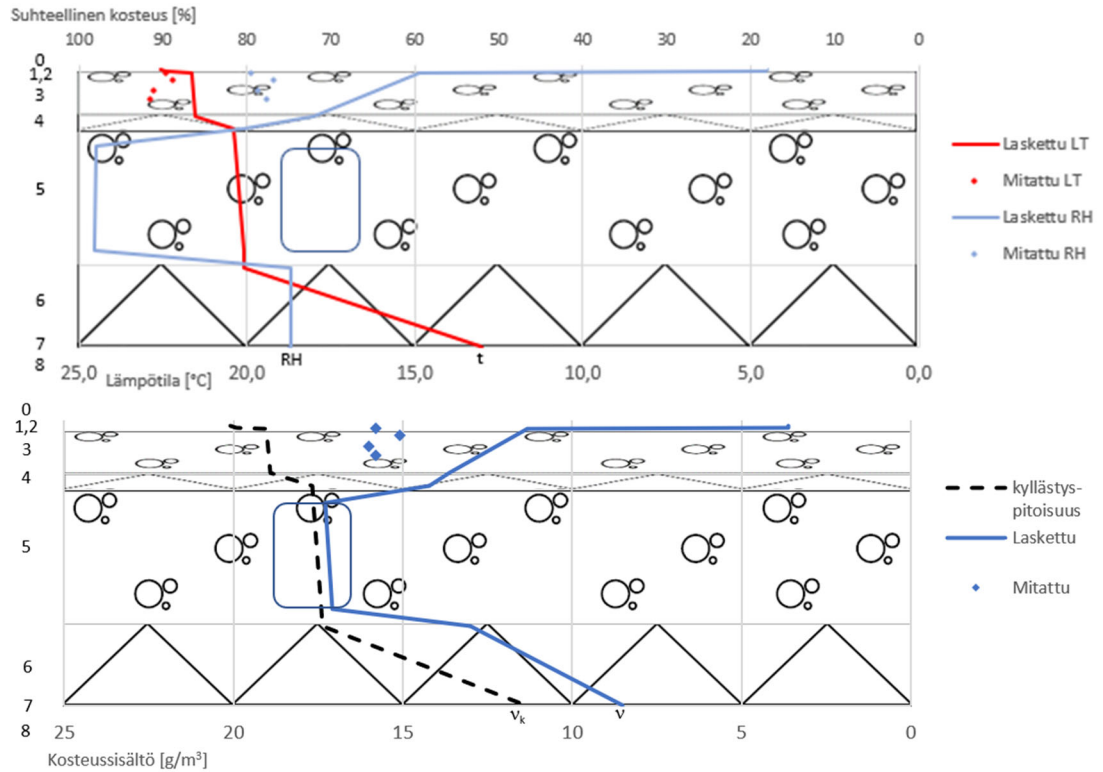
Kuva 3.14. Alapohjarakenteen kosteustekninen käyttäytyminen laskennallisesti tilanteessa, jossa rakenteeseen ei ole jäänyt rakennusaikaista kosteutta/se on kuivunut (pitäisi vastata tämän hetken tilannetta, jossa rakentamisesta on kulunut 10 vuotta).

Kuvassa 3.15 on esitetty laskennallinen kosteujakauma tilanteessa, jossa pintalaattaan on jäänyt rakennusaikaista kosteutta (ts. tilanne, jossa lattiapäällyste on asennettu ennen laatan riittävää kuivumista). Tiiviin lattiapäällysteen vuoksi kuivuminen on hidasta, alaspäin eristeiden ja tiiviin ontelolaatan läpi vielä hitaampaa. Laskennan tulokset vastaavat hyvin mittaustulosta.



Kuva 3.15. Alapohjarakenteen kosteustekninen käyttäytyminen laskennallisesti tilanteessa, jossa pintalaataan on jäänyt rakennusaikaista kosteutta.

Kuvassa 3.16 on esitetty laskennallinen kosteusjakauma tilanteessa, jossa ontelolaatan onteloihin olisi jäänyt vettä. Laskelman perusteella kosteuden siirtyminen ontelosta ontelolaattabetonin läpi on niin hidasta, ettei se riitä nostamaan pintalaatan kosteutta mittauksin todetulle tasolle.



Kuva 3.16. Alapohjarakenteen kosteustekninen käyttäytyminen laskennallisesti tilanteessa, jossa ontelolaatan onteloon on jäänyt rakennusaikaista kosteutta.

Rakennusfysikaaliset laskelmat ovat suuntaa-antavia, koska materiaalien tarkat ominaisuudet eivät olleet tiedossa (vesihöyrynsiirtävyydelle ja lämmönjohtavuudelle on käytetty ko. materiaaleille tavanomaisia arvoja). Lisäksi ontelolaatan kosteuskäyttämisen tarkka mallintaminen edellyttää raskasta FEM-laskentaa.

3.1.3 Materiaalinäytteet

Materiaalinäytteiden perusteella lattiapäällysteiden liimatilan koholla oleva kosteus ei ole johtanut mattoliiman mikrobivaurioitumiseen.

Koska lattiapäällysteiden liimatilojen kosteudet ovat viiltomittausten perusteella olleet koholla, otettiin porareikämittausten yhteydessä mattoliimasta materiaalinäytteitä, joiden analyysitulosten yhteenvedo on esitetty taulukossa 3.2 ja analyysivastaus liitteenä 2.

Taulukko 3.2. Yhteenvedo mattoliimoista otetuista materiaalinäytteistä (mikrobit).

Näytteenottoaikka		Näyte-tunnus	Mikrobit materiaalista (liite 2)
Avaus	Kuvaus		
PR2	Huone 330, mattoliima	M1	normaali
PR3	Huone 338, mattoliima	M2	normaali

Huoneista 330 ja 338 otetuissa näytteissä (**M1** ja **M2**) ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa. Huoneesta 325 ei otettu näytettä, koska mittauspisteessä (**PR1**) oli vain hyvin ohut liimakerros.

3.1.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) materiaaleista

Materiaalinäytteiden VOC-analyysin perusteella lattiapäällysteet ovat vaurioituneet emäksisen kosteuden vaikutuksesta. Pintalaatasta eri syvyyksiltä otettujen näytteiden tulosten perusteella VOC-yhdisteitä on imeytynyt betoniin vain kohdissa, joissa on tavanomaista paksuumpi kerros mattoliimaa. Tulosten perusteella suositamme vaurioituneiden lattiapäällysteiden uusimista.

Kosteusmittausten tueksi lattiapäällysteen kunnon selvittämiseksi otettujen mattonäytteiden sekä samasta kohdasta betonista otettujen materiaalinäytteiden analyysitulosten yhteenveto on esitetty taulukossa 3.3.

Taulukko 3.3. Yhteenveto materiaalinäytteiden VOC-analyysien tuloksista (liite 3).

	2-etyyli-1-heksanoli [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	Muu havainto	Tulkinta
H325				
BA1 , matto, ohut liimakerros	280	280	-	Päällystevaurio
BA2 , betoni 5 - 15 mm	1	< 10	-	normaali
BA3 , betoni 35 - 45 mm	2	< 10	-	normaali
H320				
BB1 , matto	13	160	Hiilivetyseos 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	normaali
BB3 , betoni 5 - 15 mm	< 1	< 10	1-butanoli 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	normaali
BB4 , betoni 35 - 45 mm	9	< 10	1-butanoli 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	normaali
H338				
BC1 , matto, paksu liimakerros	250	360	1-butanoli 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Päällystevaurio
BC2 , betoni 5 - 15 mm	3	30	1-butanoli 88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Koholla
BC3 , betoni 45 - 55 mm	3	40	1-butanoli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Koholla
<i>Viitearvo PVC (DEHP)</i>	70	200		
<i>Viitearvo, tasoite, betoni</i>	40	50		

Tulosten perusteella lattiapäällysteiden ja mattoliimojen kemiallinen hajoaminen alkalisen kosteuden vaikutuksesta on käynnistynyt. Näytteiden **BA1** ja **BC1** kokonaispitoisuudet (TVOC) sekä lattiapäällystevaurion indikaattoryhdisteen, 2-etyyli-1-heksanolin (2-EH) pitoisuudet ylittivät

selvästi Työterveyslaitoksen viitearvot. Näytteessä **BC1** havaittiin myös selvästi muista näytteistä poikkeava pitoisuus 1-butanolia, jolle ei ole annettu viitearvoa. Yhdiste on todennäköisesti peräisin mattoliimasta, jota ko. näytteen kohdalla oli selvästi paksumpi kerros kuin muiden näytteiden kohdalla. Betoninäytteiden **BC2** ja **BC3** perusteella 1-butanolia on imeytynyt myös pintalaattaan. Muissa betoninäytteissä **BA2** ja **BA3** sekä **BB2** ja **BB3** ei sen sijaan esiintynyt poikkeavasti VOC-yhdisteitä. Mattonäytteessä **BB1** ei esiintynyt viitearvoja ylittäviä VOC-pitoisuuksia. Näytteessä esiintyneen hiilivetyseoksen alkuperää ei kyetty määrittämään. Näitä hiilivetyjä ei kuitenkaan ole imeytynyt merkittävästi betoniin.

3.1.5 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Rakennuksen sisäilman VOC-pitoisuudet ovat ilmanäytteiden perusteella matalat ja alittavat selvästi sekä Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat että näitä tiukemmat yhdistekohtaiset Työterveyslaitoksen viitearvot.

Erityisesti lattiapäällysteistä sisäilmaan vapautuvien VOC-yhdisteiden pitoisuuksia selvitettiin VOC-ilmanäyttein tiloista, joista otettiin myös materiaalinäytteet. Yhteenvedo analyysituloksista on esitetty taulukossa 3.4 ja analyysivastaus liitteenä 4.

Ilmanäytteiden VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudet ja yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat matalia ja selvästi alle sekä Asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen että Työterveyslaitoksen antamien yhdistekohtaisten viitearvojen. Tulosten perusteella vaurioituvista lattiapäällysteistä ei ainakaan toistaiseksi vapaudu merkittävästi VOC-yhdisteitä sisäilmaan.

Taulukko 3.4. Yhteenveto VOC-sisäilmanäytteiden analyysituloksista (Liite 4).

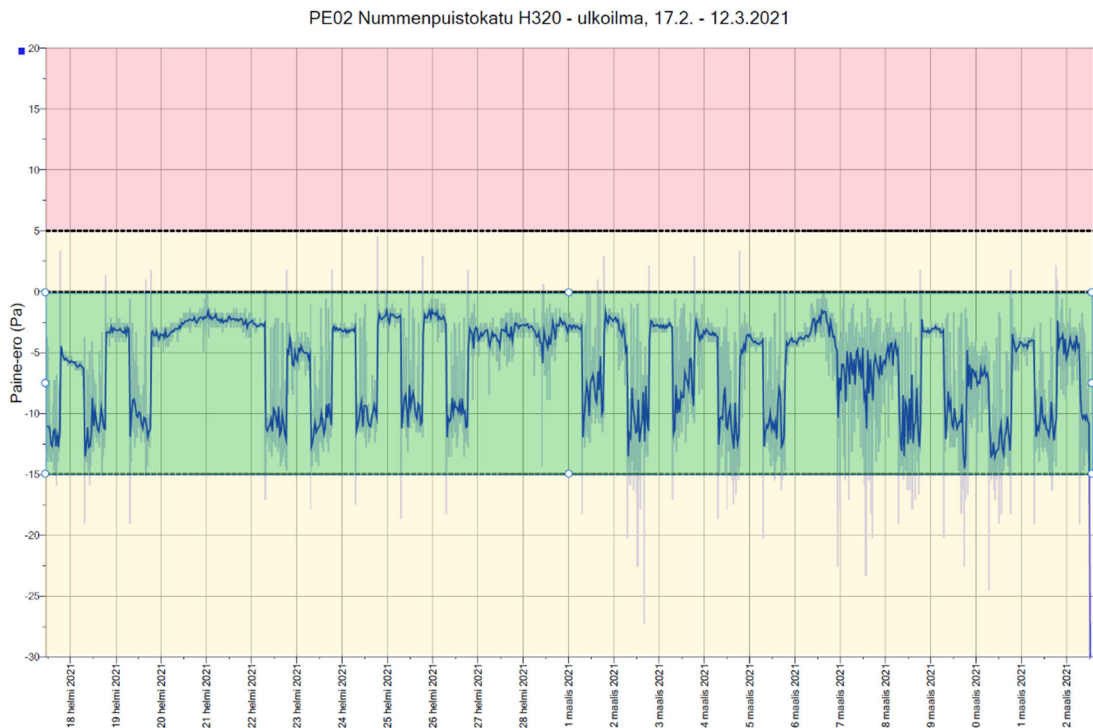
Yhdiste	Viitearvo, TTL [µg/ m ³]	VOC1 (H338) [µg/m ³ g]	VOC2 (H330) [µg/m ³ g]	VOC3 (H325) [µg/m ³ g]
Alifaattiset hiilivedyt				
Dekaani	3			
Heptaani	3			
Nonaani	2			
Oktaani	1			
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	4			
Undekaani	3			
Aromaattiset hiilivedyt				
Bentseeni	1	0,6	0,8	0,7
Etyylibentseeni	3			
Ksyleenit (m,o,p)	6	0,5	0,5	0,5
Tolueneeni	4	0,8	0,9	0,8
1,2,4-Tri metyylibentseeni	2			
Terpeenit				
Kareeni	6			
Limoneeni	6			0,5
a-Pineeni	8	0,5		
Alkoholit				
Bentsyylialkoholi	6			
1-Butanoli	4	0,9	0,9	0,7
2-Etyyli-1-heksanoli	4	0,6	0,7	1
2-Metyyli-1-propanoli	3	1	2	
Glykolit ja glykolieetterit				
2-Butoksietanoli	7			
2-(Etoksietoksi)etanoli	15			
2-Fenoksietanoli	3			0,8
1-Metoksi-2-propanoli	5			
1,2-Propaanidioli	12		1	1
Aldehydit ja Ketonit				
Asetofenoni	1	0,5	0,7	0,7
Bentsaldehydi	2	0,7	1	1
Dekanaali	3	0,7	1	0,9
Heksanaali	6		0,7	0,7
Heptanaali	2			
Nonanaali	5	2	3	3
Oktanaali	2		0,5	
Pentanaali	3			
Orgaaniset hapot				
Heksaanihappo	11	8	1	2
Propaanihappo	8			0,6
Esterit				
2-(2-Butoksietoksi)-etyyliasettaatti	5			
Etyyliasettaatti	7	0,7		
n-Butyyliasettaatti	4			
Texanol	6			
TXIB	6	1	0,9	1
Pii-yhdisteet				
Dekametyyliisyklopentasiloksaani	10	0,7	0,9	2
Fenolit				
Fenoli	3		0,8	0,8
TVOC	<100	10	10	20

3.2 Painesuhteet

Rakennuksen paine-ero ulkoilmaan oli koko seurantajakson suositusten mukainen. Paine-ero kuitenkin vaihteli selvästi ilmanvaihdon käyttöjaksojen mukaan. Päiväaikaan sisätilat olivat selvästi alipaineiset ulkoilmaan, jolloin paine-eroa sisätilan ja ryömintätilan välillä ei käytännössä ollut. Tulosten perusteella rakennuksen ilmanvaihto on säädetty selvästi alipaineiseksi.

Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin paine-eroseurantamittauksia rakennuksen ulkovaipan yli ulkoilmaan ja ryömintätilaan. Mittauskuvaajat on esitetty kuvissa 3.17 ja 3.18.

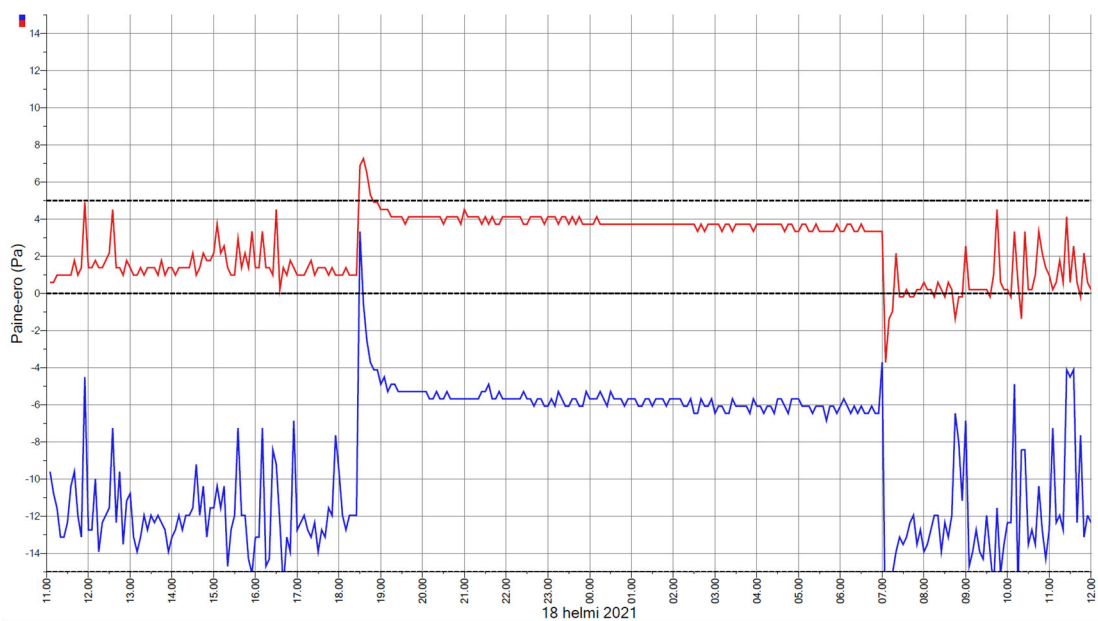
Kuvan 3.17 seurantamittauksen perusteella paine-ero ulkoilmaan on jatkuvasti suositusten mukainen eli välillä 0 – 15 Pa. Viikonloppuisin ja yöaikaan paine-ero on alle 5 Pa, mutta päiväaikaan ilmanvaihdon tehostuessa paine-ero kasvaa yli 10 Pascaliin. Tämän perusteella rakennuksen ilmanvaihto on säädetty selvästi alipaineiseksi. Tilojen alipaineistuminen päiväaikaan näkyy myös kuvassa 3.18, jossa on esitetty sisätilojen paine-ero sekä ulkoilman että ryömintätilan suhteen. Yöaikaan sisätilat ovat selvästi ylipaineiset ryömintätilaan, jolloin ryömintätilasta ei mahdollisten ilmavuotoreittien kautta kulkeudu ilmaa sisälle. Päiväaikaan paine-ero sisätilojen ja ryömintätilan välillä on lähes nollassa, jolloin ilman kulkusuunta saattaa hetkittäin muuttua.



Kuva 3.17. Paine-ero sisätilojen ja ulkoilman välillä vaihtelee selvästi ilmanvaihdon käyntijaksojen myötä.

Paine-ero sisätilat vs. ulkoilma (PE02) ja ryömintätila (PE48)

■ 692974 Paine-ero PE02 Nummenpuistokatu
■ 650043 Paine-ero PE48 Nummenpuistokatu



Kuva 3.18. Rakennuksen yleisilmanvaihdon käyntijaksot vaikuttavat selvästi sisätilojen ja ryömintätilan väliseen paine-eroon.

4 Johtopäätökset

Nummenpuistokadun päiväkodin vuonna 2010 valmistuneen rakennuksen lattiapäällysteiden liimatiilan kosteuksien on aiemmissa tutkimuksissa todettu oleva koholla. Rakennuksen tuulettuvassa ryömintätilassa havaittiin kosteuden tiivistymistä pinnoille nopeasti rakennuksen valmistumisen jälkeen – myös talviaikaan. Tämän vuoksi ryömintätilaan lisättiin koneellinen tuuletus. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mistä lattiapäällysteiden alapuolinen poikkeava kosteus johtuu, ja onko kosteudesta aiheutunut vaurioita, joilla on vaikutusta rakennuksen sisäilman laatuun. Lisäksi selvitettiin, onko alapohjarakenteisiin ryömintätilasta kohdistuva kosteusrasitus saatu hallintaan tehdyin toimenpitein.

Tutkimusten perusteella alapohjan kosteudet ovat koholla tasaisesti koko rakennuksessa ulkoseinien vierustoja lukuun ottamatta. VOC-materiaalinäytteiden perusteella tämä on käynnistänyt lattiapäällysteiden ja mattoliimojen kemiallisen hajoamisen alkaisen kosteuden vaikutuksesta. Materiaalinäytteiden perusteella kosteus ei ole johtanut mikrobivaurioihin. Lattiapäällysteistä ei myöskään toistaiseksi vapaudu merkittävästi VOC-yhdisteitä sisäilmaan. Materiaalinäytteiden perusteella alapohjan pintalaatan betoniin ei ole imeytynyt merkittävästi VOC-yhdisteitä lukuun ottamatta alueita, jossa mattoliimaa on tavanomaista paksumpi kerros.

Ryömintätilan olosuhteita mitattiin neljän viikon jaksolla, joka osui pakkasjaksolle. Pakkasilman pienen kosteussisällön vuoksi hyvin tuulettuvan ryömintätilan ilman suhteellinen kosteus on tällöin alimmillaan. Olosuhdeseurantojen perusteella ryömintätilan olosuhteet eivät kuitenkaan seuraa juuri lainkaan ulkoilman olosuhteita. Ulkoilman lämpötilan laskiessa -20 °C, laskee lämpötila ryömintätilassa alimmillaan n. +12 °C:een ja suhteellinen kosteus pysyy n. 70 %:ssa. On todennäköistä, että lämpimämpänä vuodenaikana ryömintätilan kosteus nousee selvästi seurantajaksolla mitattuja suuremmaksi. Ryömintätilan koneellinen poistoilma on suuruudeltaan suunnitelmien mukainen, mutta suoraan ulkoilmasta johdettava korvausilma ei määrältään vastaa suunnitelmia.

Rakennekosteusmittausten sekä rakennusfysikaalisten laskelmien perusteella ryömintätilan ilman korkea kosteuspitoisuus ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi alapohjarakenteen kosteuskäyttäytymiseen. Lattiapäällystevaurioon johtaneen pintalaatan poikkeavan kosteuden todennäköisin syy on rakennusaikainen kosteus.

5 Toimenpidesuosituksset

Tässä kappaleessa esitetään yhteenvedona tutkimuksissa esiin nousseet toimenpidesuosituksset. Esitetyt korjaukset edellyttävät erillistä korjaussuunnittelua. Korjausten onnistumisen arvioimiseksi on suositeltavaa laatia seuranta- ja laadunvarmistussuunnitelma jo korjaustöiden suunnitteluvaiheessa, jotta voidaan varmistua korjaussuunnitelman riittävästä laajuudesta ja korjaustenaikaisesta laadunvarmennuksesta.

Tehtyjen tutkimusten perusteella suosittelemme seuraavia toimenpiteitä:

1. Vaurioituneen lattiapäällysteet tulee uusida:
 - a. Vaurioituneet lattiapäällysteet tulee poistaa
 - b. Liima- ja tasoitekerros tulee hioa tai jyrsiä pois puhtaaseen betonipintaan asti.
 - c. Pintalaatta on suositeltavaa kuivattaa koneellisesti.
 - d. Ennen uuden lattiapäällysteen asennusta tulee alapohjarakenteen riittävä kuivuminen varmistaa päällystettävyyksmittauksin.
2. Ryömintätilojen tuulettumista tulee tehostaa
 - a. Koneellisen poistoilmanvaihdon tehoa on suositeltavaa nostaa. Samassa yhteydessä tulee selvittää tämän vaikutus korvausilmakanaviston kautta virtaaviin ilmamääriin.
 - b. Ryömintätilan muut kuin suunnitellut korvausilmareitit on suositeltavaa selvittää esim. savukokein tilan ollessa selvästi alipaineinen ulkoilmaan ja sisätiloihin.
 - c. Korvausilmakanaviston puuttuva kanavan osa tulee asentaa paikalleen.
 - d. Ryömintätilan riittävän tuulettumisen todentamiseksi olosuhteita tulisi toimenpiteiden toteuttamisen jälkeen mitata 2 – 4 viikon seurannoin myös muina vuodenaikoina.
3. Rakennuksen ilmanvaihdon ilmamäärät on suositeltavaa tarkastaa ja tarvittaessa säätää ilmanvaihto vähemmän alipaineiseksi.

Korjauksissa tulee noudattaa Ratu 82-0383 ja 1225-S korttien ohjeita, joissa on esitetty turvallisia työmenetelmiä kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkamiseen ja pölyntorjuntaan.

Turussa 29.4.2021

Sirate Group Oy



Vesa Koskinen
vanhempi asiantuntija, FM
rakennusterveysasiantuntija
C-21529-26-15



Timo Murtoniemi
johtava asiantuntija, FT
rakennusterveysasiantuntija
C-21552-26-15

Liitteet

1. Pohjakuvat
2. Analyysivastaus, Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, Turun yliopisto, biodiversiteettiyksikkö 30.3.2021
3. Analyysivastaus, VOC-yhdisteet materiaaleista, Työterveyslaitos 24.3.2021
4. Analyysivastaus, VOC-yhdisteet sisäilmasta, Työterveyslaitos 19.3.2021
5. Rakennusfysikaaliset laskelmat

Kirjallisuus

- Asumisterveysasetus, Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Osa I, Dnro 2731/06.10.01/2016. Valvira 2016.
- Laboratorio-opas, Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät, A.-M. Pessi, K. Jalkanen, Suomen Ympäristö ja Terveysalan Kustannus Oy, Vaasa 2018.
- Ilmanvaihtoasetus, Ympäristö- ja terveysministeriön uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017.
- Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus, Ympäristöministeriön julkaisu 2019:18, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161855>
- RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen, ohjeet, helmikuu 2010, Rakennustietosäätiö RTS 2010.
- R. Lindberg, Rakennusosien rakennusfysikaalinen toiminta, Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040302.pdf>
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Suomen säädöskokoelma.
- Työterveyslaitos 2017, Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos, 2. painos, Helsinki 2017, 73 s. Saatavissa: www.julkari.fi/handle/10024/131872 [tarkistettu 2.11.2020]

Putkivuoto/viemärin putki irti
(korjattu 17.2.2021)

OS 3 (OS58)
Iulkoilmavertailu

OS6 alapohja
(OS 55)

VOC-materiaalinäytteet (Bulk)
BB1 (matto)
BB2 (betoni 5 - 15 mm)
BB3 (betoni 35 - 45 mm)

VOC-materiaalinäytteet (Bulk)
BC1 (matto)
BC2 (betoni 5 - 15 mm)
BC3 (betoni 35 - 45 mm)

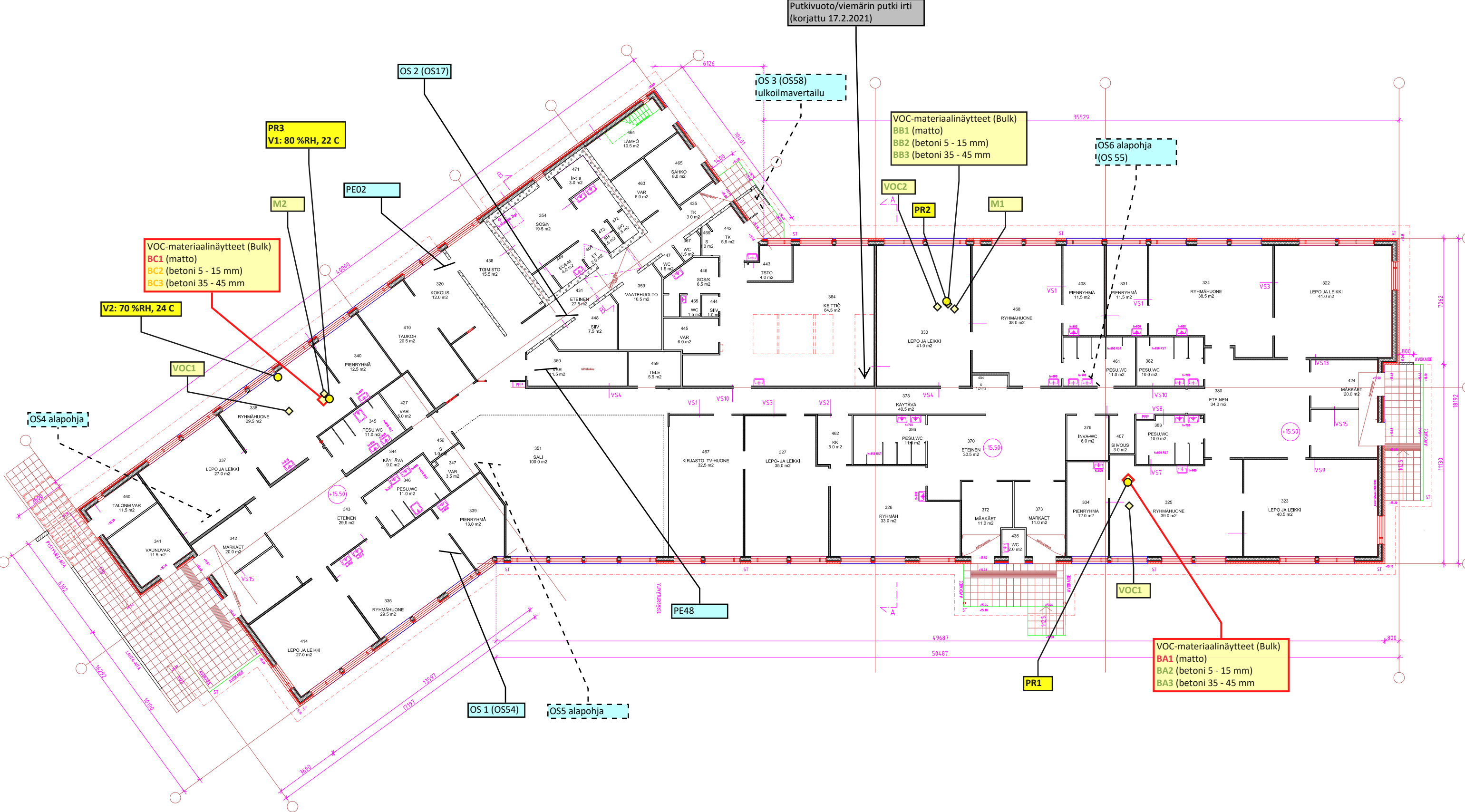
VOC-materiaalinäytteet (Bulk)
BA1 (matto)
BA2 (betoni 5 - 15 mm)
BA3 (betoni 35 - 45 mm)

PR3
V1: 80 %RH, 22 C

V2: 70 %RH, 24 C

OS 1 (OS54)

OS5 alapohja



AEROBIOLOGIA

TURKU

6929NummenpuistokadunPäiväkoti_VALMAT_Sirate_150321.xlsh

Pohja: Pessi, 26.3.2021, Turk-Mäkiranta, Ilmanen; Päivitys: 24.3.2021, Pessi

TESTAUSSELOSTE: materiaalinäyte, suoraviljely (Valvira, 2016)

Tilaaaja: Sirate Group Oy
Kutterintie 5, 20900 Turku
Laskutus: verkkolasku
Toimitusosoite: vesa.koskinen@sirategroup.fi

Selosteen sisältö: rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely (Valvira) 2 kpl

Tiedot näytteenotosta:

Kohde: 6929 Nummenpuistokadun päiväkoti
Näytteenottaja: Ville Norri
Näytteenottopvm 15.3.2021, näytteet saapuneet 16.3.2021

Näytteet:	Kuvaus (materiaali)	<i>Lab. tunniste</i>
M1.	330 AP (mattoliima)	BP227
M2.	338 AP (mattoliima)	BP228

Analyysi: Rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määrittäminen ja mikrosienilajiston tunnistus.

Menetelmä: Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016; Pessi ja Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas, Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät)

Viljely tehdään suoraan maljoille ilman laimennusta. Mikrobien viljelyyn perustuvana menetelmä selvittää vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat elinkyiset mikrobit. Analyysi sisältää viljelyyn perustuvan suku/lajitason tunnistuksen ja semikvantitatiivisen määräärvion. Kosteusvaurioindikoivat ryhmät on merkitty *.

Menetelmän kuvaus sekä tulkinnan perusteet ovat liitteessä. Menetelmä on akkreditoinnin piirissä ja Ruokaviraston hyväksymä.

Viljelypvm: 16.3.2021 / Isabelle Aaltonen
Analysoijat: Isabelle Aaltonen, Kirsi Mäkiranta, Marika Viljanen

Lisäanalyysit:

Näytekokonaisuudesta ei ollut tilattu viljelymenetelmää täydentävää suoramikroskopointia. Tämä lisäanalyysi voidaan tarvittaessa tehdä toimenpiderajan alittaneista tai kasvustoon ainoastaan viitanneista näytteistä myös jälkikäteen, mikäli se on näytemateriaalin / jäljelle jääneen näytemäärän puolesta mielekästä.

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä www.finas.fi tai laboratorion kautta. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Menetelmätiedot ja tulosten tulkintaperiaatteet ovat liitteessä. Testausselosteen osittainen kopioiminen tai kopioiminen ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.



Turun yliopiston biodiversiteettiyksikkö	Postiosoite:	Käyntiosoite:	Sähköposti / Internet
Aerobiologian laboratorio	Aerobiologian yksikkö 20014 Turun yliopisto	Natura-rakennus h. 324 Yliopistonmäki, Turku	aerobiologit@utu.fi / aerobiologia.utu.fi Puh. 029 450 3975 · 050 4313 268

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausseoste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
6929NummenpuistokadunPäiväkoti_VALMAT_Sirate_150321.xlsb

BP227

Tulokset ja näytekohtaiset tulkinnat:**M1. 330 AP (mattoliima)**

BP227

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykeettejä), eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Toimenpideraja ei ylity.

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausseoste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
6929NummenpuistokadunPäiväkoti_VALMAT_Sirate_150321.xlsb

BP228

Tulokset ja näytekohtaiset tulkinnat:**M2. 338 AP (mattoliima)**

BP228

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		Yht. –
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		Yht. –
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		Yht. –

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Toimenpideraja ei ylity.

Lausunto

Yhteenveto tuloksista

Näyte /Lab.tunniste	Mikrobikasvun esiintyminen näytteittäin
M1. /BP227	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa. Toimenpideraja ei ylity.
M2. /BP228	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa. Toimenpideraja ei ylity.

Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvun merkitys

Terveyshaittaa osoittavan toimenpiderajan ylittymisenä pidetään analyysillä varmistettua mikrobikasvua tai korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota rakennuksen sisäpinnalla tai sisäpuolisessa rakenteessa. Toimenpideraja ylittyy myös mikäli sisätiloissa oleva voi altistua muussa rakenteessa tai tilassa olevalle mikrobikasvulle. (STM:n asetus 545/2015)

Terveyshaitan arvioinnissa tilaa on arvioitava kokonaisuutena siten, että otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttää altistumiselta tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät. Tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski. (STM:n asetus 545/2015)

Näytekokonaisuudessa ei ole toimenpiderajan ylittäviä näytteitä.

Rajaus:

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valviran ohje 8/2016) kuvatun toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen ja rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua. Näitä muita tiloja ja rakenteita ovat esimerkiksi kellarit, rakennusten alapohjat ja yläpohjat. Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat suoraan kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. Ilmayhteyden osoittamisessa voidaan käyttää esimerkiksi merkkiaineita tai -savuja.

Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöin ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä (Valviran ohje 8/2016).

Testausseosteeseen liittyvät laboratorion kirjaamat poikkeamat tai huomiot on esitetty etusivulla. Mahdolliset näytekohtaiset huomiot tai poikkeamat on esitetty näytekohtaisten tulosten yhteydessä.

Huomioitavaa

Epäillystä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava tulkittaessa näytteen osoittamaa terveyshaittaa.

Menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.

Selosteen vahvistajat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 30.3.2021

Raisa Ilmanen
FM, projektitutkija

Satu Saaranen
FL, laboratoriopäällikkö

RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN SUORAVILJELY (Valvira, 2016): ANALYYSIMENETELMÄ JA TULKINTAPERIAATTEET

Käyttötarkoitus ja merkitys terveyshaitan selvittämisessä

Asumisterveysasetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaan toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

Toimenpideraja on terveydensuojeluvalvonnan kynnysarvo sille, milloin on ryhdyttävä toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Terveyshaittaa arvioitaessa ja siihen liittyvää toimenpiderajaa sovellettaessa on huomioitava altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttyä altistumiselta sekä muut vastaavat tekijät.

Näytteenotto ja analyysi:

Näytteenotto: Ks. Pessi ja Jalkanen, 2018

Viljely: Osanäyte rakennusmateriaalista viljellään suoraan kasvualustoille, kullekin kasvualustatyypille kahtena rinnakkaisena toistona. Viljely tehdään 5 vrk sisällä näytteenotosta. Kasvatuslämpötila: 25±3 °C. Kasvatusajat: pesäkelaskenta 7±1 vrk, sienimääritys 7–14 vrk, aktinomykeettilaskenta 14±1 vrk. Kasvualustat: Taulukko 1.

Taulukko 1. Analyysissä käytetyt kasvualustat

	Kasvualusta ja sillä kasvavat mikrobit
THG	Tryptoni-hiivauute-glukoosialusta; aktinomykeetit ja muut bakteerit
M2	2 % mallasuutealusta; mesofiiliset sienet
Hagem	Hagem-alusta; mesofiiliset sienet
DG18	Diklooraani-glyseroli-18-alusta; kserofiiliset, muita sieniä kuivemmassa kasvavat sienet; vesiaktiivisuusvaatimus $a_w = 60 - 80$

Analysointi: Materiaalin mikrobimäärä määritetään kasvattamalla mikrobit, jolloin vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat, elinkykyiset mikrobit ovat laskettavissa. Menetelmä on semikvantitatiivinen eli tulos ilmoitetaan runsaussuhdeasteikolla (ks. Taulukko 2.). Sienilajisto tunnistetaan viljelmästä mikroskopoimalla. Bakteereista tyypitetään ryhmänä aktinomykeetit. Jos näyte on tulkittavissa vaurioituneeksi ennen määräaika, voidaan näyte tarvittaessa raportoida alustavasti.

Akkreditoitu menetelmä: Asumisterveys, mikrobiologia. Rakenteen mikrobikasvua selvittävä menetelmä.

Testattava materiaali: Rakennusmateriaali

Testityyppi, mittausalue: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määrittely ja mikrosienilajiston tunnistus.

Testausmenetelmä: Suoraviljely.

- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016, päivitys 2020.

- Pessi ja Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas, Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät.

Analyysointi ja tulosten tulkinta perustuvat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016) ja sitä tukevaan Laboratorio-oppaaseen (Pessi ja Jalkanen, 2018). Menetelmä on laboratorion akkreditoidussa pätevyysalueessa. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksytyjen menetelmien rekisterissä.

Tulosten esittäminen: Tulokset ilmoitetaan suhteellisella asteikolla (Taulukko 2.). Kosteusvauriota indikoivat mikrobit (Taulukko 3.) on merkitty *. Mikäli sienien tai aktinomykeettien määrät ylittävät runsaan rajan (<50 pesäkettä / malja), raportoidaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärät. Muiden bakteerien kuin aktinomykeettien määriä ei käytetä tulkinnassa, mutta niiden pesäkemäärät ilmoitetaan vastavalla asteikolla.

Taulukko 2.

	Pesäkemäärä/malja (tulkinta)
-	0 kpl (ei mikrobeja)
+	1–19 kpl (niukasti mikrobeja)
++	20–49 kpl (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	50–199 kpl (runsaasti mikrobeja)
++++	≥ 200 kpl (erittäin runsaasti mikrobeja)

Epävarmuutta lisäävät seikat ilmoitetaan näytekohteisessa tulkinnassa. Ylikasvutilanteessa jonkun mikrobin kasvunopeus käytetyllä kasvualustalla on muita huomattavasti nopeampi, jolloin kyseinen mikrobi voi peittää alleen muita pesäkkeitä. Ylikasvu heikentää pesäkemääräarvion tarkkuutta. Ylikasvu ei tarkoita ko. mikrobin vallitsevuutta.

Suoramikroskopointi lisäanalyysinä:

Viljelymenetelmällä mikrobikasvustoa osoittamaton rakennusmateriaalinäyte voi olla vaurioitumaton, mutta kasvusto voi olla myös kuivunut tai ko. sieni ei kasva käytetyillä alustoilla. Tällainen kasvusto voidaan mahdollisesti havaita suoramikroskopioimalla. Laboratorio tekee analyysin erillisestä tilauksesta (tutkimuspyyntö).

Suoramikroskopointi onnistuu luotettavasti vain kovilta materiaaleilta, kuten puu. Materiaalin mahdolliselta värimuutosalueelta tai satunnaisesti valituista kohdista tehdyillä valomikroskooppipreparaateilta havainnoidaan sienirihmasto ja -itiöt. Kattava tai laikuittainen rihmasto näytepinnassa osoittaa sienikasvustoa. Mikroskoopilla varmennettu sienirihmasto useassa kohden näytettä viittaa sienikasvustoon näytteessä. Menetelmällä ei havaita aktinomykeettikasvustoja.

Tulkinnan perusteet

Toimenpiderajan katsotaan ylittyvän ja rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa, kun sienien tai aktinomykeettien pesäkemäärät ovat runsaat (+++/++++). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, kun sieniä tai aktinomykeettejä on kohtalaisesti tai niukasti (++/+), mutta lajistossa on useita kosteusvaurio-indikaattoreita (muuten kuin yksittäisinä pesäkkeinä). **Toimenpiderajan ylittymistä on tällöin harkittava** suhteessa tietoon näyteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylity, jos on epäiltävissä, että niukat tai kohtalaiset mikrobimäärät selittyvät muutoin. Suoramikroskopoinnilla voidaan vahvistaa tulkintaa.

Usean indikaattorin esiintyminen pieninä määrinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Semikvantitatiiviselle tulokselle ei voida antaa laskennallista mittauserävarmuusarviota. Epävarmuutta tulokseen laboratoriossa aiheuttavat näytteen käsittely ja osanäytteen viljely maljoille sekä pesäkelaskennan epävarmuus (pesäkelaskennan epävarmuus, n. 6–10 %). Näytekohtaisessa tulosten tulkinnassa otetaan huomioon tuloksen muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.

Kosteusvauriota indikoiva lajisto

Kosteusvaurioon viittaavina on esitetty Valviran soveltamisohjeen (2016) mukaisesti kosteusvauriolle tyypilliset mikrobiryhmät (Taulukko 3.). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Näytekohtaisessa tulkinnassa on voitu lisäksi mainita muu poikkeava lajisto. Ohjeen kosteusvauriota indikoivan lajiston taulukkoon tehtiin 19.2.2020 päivityksessä sieninimistön muutoksista johtuvia tar-

kennuksia. Nimistöselkiytyksellä on pyritty välttämään virhetulkintoja esimerkiksi verrattaessa DNA-pohjaisiin tai kemialisiin tunnistusmenetelmiin.

Rajaukset

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2016) mukaiset tulkintaohjeet soveltuvat asumis-, oleskelu- tai työpaikkakäytössä oleviin sisätiloihin, joissa ei ole sellaista tuotantoon tai toimintaan liittyvää mikrobilähdettä, jonka vaikutusta ei voida sulkea pois tulosten tulkinnasta.

Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään asetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaisena toimenpiderajan ylityksenä vain, jos rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin. Maaperän tai ulkoilman kanssa suorassa kosketuksessa oleviin eristemateriaaleihin (alapohjarakenteet ja lämmöneristeet), voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä muodostamatta varsinaista kasvustoa. Rakenteiden sisällä olevissa lämmöneristeissä havaittu mikrobikasvu liittyy kuitenkin yleensä todellisiin kosteusvaurioihin. Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöinkään ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä. (Valvira, 2016)

Mikrobikasvun merkitys rakennuksessa

Rakennuksessa esiintyvistä mikrobikasvustosta voi kulkeutua sisäilmaan ilmavirtausten ja ilmanvaihdon mukana mikrobeja (esimerkiksi itiöitä ja niiden osasia) sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita, joille sisätiloissa oleskelevat voivat altistua. Ellei mikrobikasvustoa ole poistettu, se voi olla terveydelle haitallista vielä senkin jälkeen, kun rakennusmateriaali on kuivunut tai kuivatettu. Kosteusvaurio on välittömästi korjattava ja vaurioon johtaneet syyt poistettava.

Yllä esitetyt toimenpiderajat eivät ole terveysperusteisia. Rakennusmateriaalinäytteiden avulla osoitetaan olosuhde eli mikrobikasvu materiaalissa, josta voi aiheutua terveyshaittaa. Toimenpiderajan ylittyminen vaatii nimensä mukaisesti aina toimenpiteitä, esim. lisäselvityksiä, altistumisen arviointia. Toimenpiteet tulee suunnitella ja toteuttaa kokonaisuus huomioiden. Terveyshaitan arvioinnissa huomioidaan mikrobikasvun laajuus, sijainti, ilmayhteys sisäilmaan ja painesuhteet, jotka kaikki vaikuttavat altistumisen todennäköisyyteen ja määrään.

Viitteet

Pessi, A-M ja Jalkanen, K, 2018. Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan kustannus Oy, Pori. 2018. 76 ss.

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausseloste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
6929NummenpuistokadunPäiväkoti_VALMAT_Sirate_150321.xlsb, liiteosa

[Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015 \(finlex.fi\)](#)

[Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa IV, Valvira Ohje 8/2016 Dnro 2731/06.10.01/2016 \(päivitetty 19.2.2020\)](#)

Taulukko 2. Testausselosteen tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreina käytetyt mikrobiryhmät (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016; päivitetty 19.2.2020). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Suku- / lajiryhmätarkkuus noudattelee mikroskooppisesti toteutettavissa olevaa tunnistustarkkuutta viljelyistä pesäkkeistä. Taulukossa on esitetty myös aiemmin käytetty nimitys kosteusvaurioindikoiviksi todetuista suvuista sekä esimerkkejä ryhmiin sisällytetyistä lajeista tai suvuista. Lyhenteet: sr. = sukuryhmä, lr. = lajiryhmä.

Selosteessa käytetty nimitys	Aiemmin käytetty nimitys; ryhmään kuuluvia sukuja tai lajeja
aktinomykeetit <i>Acremonium sr.</i>	aktinomykeetit; mm. suvut <i>Streptomyces</i> , <i>Nocardia</i> , <i>Pseudonocardia</i> , <i>Nocardiosis</i> <i>Acremonium</i> ; mm. <i>Sarocladium</i> , <i>Gliocladium</i> , <i>Acremonium</i> ; aiemmat <i>Acremonium</i> - lajit
<i>Alternaria</i> , <i>Ulocladium lr.</i>	<i>Ulocladium</i> ; <i>Alternaria</i> sektiot <i>Ulocladioides</i> , <i>Ulocladium</i> , <i>Pseudoulocladium</i> = aiempi <i>Ulocladium</i> -suku
<i>Aspergillus fumigatus lr.</i> <i>Aspergillus ochraceus lr.</i> <i>Aspergillus restricti lr.</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i> ; <i>A. fumigatus</i> ja lähilajit <i>Aspergillus ochraceus</i> ; mm. <i>A. ochraceus</i> , <i>A. westerdijkiae</i> ja lähilajit <i>Aspergillus penicillioides</i> / <i>Aspergillus restrictus</i> ; <i>Aspergillus sektio restricti</i> mm. <i>A.</i> <i>penicillioides</i> , <i>A. restrictus</i> ja lähilajit
<i>Aspergillus versicolores lr.</i>	<i>Aspergillus sydowii</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> ; mm. <i>A. jensenii</i> , <i>A. puulaauensis</i> , <i>A.</i> <i>sydowii</i> , <i>A. versicolor</i> ja lähilajit
<i>Aspergillus terreus lr.</i> <i>Aspergillus usti lr.</i> <i>Aspergillus, Eurotium lr.</i> <i>Engyodontium sr.</i> <i>Chaetomium sr.</i>	<i>Aspergillus terreus</i> ; <i>A. terreus</i> ja lähilajit <i>Aspergillus ustus</i> ; <i>A. sektio usti</i> mm. lajit <i>A. ustus</i> , <i>A. puniceus</i> <i>Eurotium</i> ; <i>Aspergillus sektio Aspergillus</i> , aiempi <i>Eurotium</i> -suku <i>Engyodontium</i> ; suvut <i>Engyodontium</i> ja <i>Parengyodontium</i> <i>Chaetomium</i> ; <i>Chaetomium</i> -tyyppiset homeet; suvut <i>Chaetomiaceae</i> ; mm. <i>Chaetomium</i> , <i>Botryotrichum</i> , <i>Humicola</i>
<i>Exophiala sr.</i>	<i>Exophiala</i> ; <i>Exophiala</i> -tyyppiset homeet; mm. suvut <i>Exophiala</i> , <i>Phaeococcomyces</i> , <i>Rhinoclatiella</i> , <i>Ramichloridium</i>
<i>Fusarium sr.</i> <i>Geomyces sr.</i> <i>Oidiodendron</i> <i>Paecilomyces</i> <i>Purpureocillium</i>	<i>Fusarium</i> ; <i>Fusarium</i> ja <i>Neocosmospora</i> –suvut <i>Geomyces</i> ; <i>Pseudogymnoascus</i> -suku, ja suvuton muoto <i>Geomyces</i> <i>Oidiodendron</i> –suku <i>Paecilomyces</i> ; <i>Paecilomyces</i> -suku ja suvusta erotettu <i>Purpureocillium</i> –suku
<i>Phialophora sr.</i> <i>Scopulariopsis sr.</i> <i>Sporobolomyces</i> <i>Coelomyces sr.</i> <i>Stachybotrys, Memmoniella</i> <i>Trichoderma</i> <i>Tritirachium.</i> <i>Wallemia</i>	<i>Phialophora sensu lato</i> ; mm. suvut <i>Phialophora</i> , <i>Cadophora</i> , <i>Coniochaeta</i> <i>Scopulariopsis</i> ; suvut <i>Scopulariopsis</i> , <i>Microascus</i> <i>Sporobolomyces</i> -suku <i>Sphaeropsidales</i> ; mm. <i>Didymella</i> , <i>Phoma</i> <i>Stachybotrys</i> -suku; nyt <i>Stachybotrys</i> ja <i>Memmoniella</i> -suvut <i>Trichoderma</i> –suku <i>Tritirachium</i> –suku <i>Wallemia</i> –suku

Sirate Group Oy
Vesa Koskinen
Kutterintie 5
20900 TURKU



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite: 6929 Nummenpuistokadun päiväkot
Näytteen kerääjät: Ville Norri
Analyysin kuvaus: VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla,
Tulopvm.: 19.03.2021
Käsittelijä(t): Tanja Pehkonen, Kim Kuusisto

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin typpeä Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta, kyseiset aineet mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

24.03.2021

CK21-00971-1 Näyte/keräin: 255070
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Ba1, 325, matto, P:3,37g
 Analysointipvm.: 220321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 2,30 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	5	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	13	µg/m ³ g
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni	2	µg/m ³ g
Longisykleeni**	1	µg/m ³ g
a-Pineeni	6	µg/m ³ g
b-Pineeni	1	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1) 280	µg/m ³ g
KETONIT		
2,6-Di-tert-butylibentsokinoni**	2	µg/m ³ g
3-Heptanoni**	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	280	µg/m ³ g

1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.

CK21-00971-2 Näyte/keräin: 253153
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Ba2, 325, 0,5-1,5 cm, P:5,68g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 4,72 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	1	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

24.03.2021

CK21-00971-3 Näyte/keräin: 254725
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Ba3, 325, 3,5-4,5 cm, P:6,01g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 4,58 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

CK21-00971-4 Näyte/keräin: 255050
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Bb1, 320, matto, P:3,08g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 2,19 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Styreeni	2	µg/m ³ g
Tolueeni	1	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos**	1) 140	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	13	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	160	µg/m ³ g

1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivet-
 tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 160-270 °C.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

24.03.2021

CK21-00971-5 Näyte/keräin: 241619
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Bb2, 320, 0,5-1,5 cm, P:5,56g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 4,28 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 1)	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

1) TVOC-alueen ulkopuolella.
 Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

CK21-00971-6 Näyte/keräin: 253512
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Bb3, 320, 3,5-4,5 cm, P:5,90g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 4,49 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 1)	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

1) TVOC-alueen ulkopuolella.
 Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

24.03.2021

CK21-00971-7 Näyte/keräin: 255336
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Bc1, 338, matto, P:3,30g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 2,23 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Styreeni	1	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos**	1) 110	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	98	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	2) 250	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
Nonanaali	4	µg/m ³ g
KETONIT		
3-Heptanoni**	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	360	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 160-270 °C.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

24.03.2021

CK21-00971-8 Näyte/keräin: 255063
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Bc2, 338, 0,5-1,5 cm, P:6,23g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 4,43 dm³

Yhdiste		Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT			
1-Butanoli	1)	88	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli		3	µg/m ³ g
ALDEHYDIT			
n-Butanaali	2)	1	µg/m ³ g
KETONIT			
Asetoni	3)	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)		30	µg/m ³ g

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

CK21-00971-9 Näyte/keräin: 255348
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: Bc3, 338, 3,5-4,5 cm, P:6,03g
 Analysointipvm.: 230321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021
 Ilmamäärä: 4,53 dm³

Yhdiste		Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOOLIT			
1-Butanoli	1)	100	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli		3	µg/m ³ g
Etanoli	2)	1	µg/m ³ g
ALDEHYDIT			
n-Butanaali	3)	2	µg/m ³ g
KETONIT			
Asetoni	4)	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)		40	µg/m ³ g

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

Tulosten tarkastelu

Näytteet on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkiin.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Kolmella tähdellä (***) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

ISO 16000-6:2011 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä µg/m³ haihtuneena grammaa kohti materiaalia (µg/m³g). Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien

päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320¹ µg/m³g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m³g

- Propaanihappo 100 µg/m³g

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

24.03.2021

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot



Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki



Kim Kuusisto
laboratorioanalyttikko
Helsinki

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Sirate Group Oy
Vesa Koskinen
Kutterintie 5
20900 TURKU



VOC-analyysi ilmanäytteestä

Asiakasviite: 6929 Nummenpuistokadun päiväkot
Näytteen kerääjät: Ville Norri
Analyysin kuvaus: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,
Tulopvm.: 19.03.2021
Käsittelijä(t): Sari Tillander, Kim Kuusisto

Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämissä raja-arvo on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm³:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

25.03.2021

CK21-00970-1 Näyte/keräin: 253794
 Mittauspaikka: Nummenpuistokadun PVK
 Mittauskohde: VOC1 338
 Analysointipvm.: 240321/KKU
 Näytteenottoaika: 15.03.2021 07:15 - 15.03.2021 08:00
 Ilmamäärä: 9,13 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,6	µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	0,5	µg/m ³
Tolueni	0,8	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
a-Pineeni	0,5	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	0,9	µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	0,6	µg/m ³
Etanoli 1)	14	µg/m ³
2-Metyyli-2-propanoli*** 2)	1	µg/m ³
2-Propanoli 3)	5	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	0,7	µg/m ³
Dekanaali	0,7	µg/m ³
Nonanaali	2	µg/m ³
KETONIT		
Asetofenoni	0,5	µg/m ³
Asetoni 4)	2	µg/m ³
HAPOT		
Etikkahappo 5)	8	µg/m ³
Heksaanihappo, kapronihappo	1	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
Etyyliasetatti	0,7	µg/m ³
TXIB 6)	1	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,7	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	10	µg/m ³

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

25.03.2021

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 5) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 6) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti

CK21-00970-2

Näyte/keräin: 252898

Mittauspaikka:

Nummenpuistokadun PVK

Mittauskohde:

VOC2 330

Analysointipvm.:

240321/KKU

Näytteenottoaika:

15.03.2021 07:18 - 15.03.2021 08:03

Ilmamäärä:

9,03 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,8	µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	0,5	µg/m ³
Tolueni	0,9	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	0,9	µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	0,7	µg/m ³
Etanoli	1) 42	µg/m ³
2-Metyyli-2-propanoli***	2) 6	µg/m ³
2-Propanoli	3) 94	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	1	µg/m ³
FENOLIT		
Fenoli	0,8	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³
Dekanaali	1	µg/m ³
Heksanaali	0,7	µg/m ³
Nonanaali	3	µg/m ³
Oktanaali	0,5	µg/m ³
KETONIT		
Asetofenoni	0,7	µg/m ³
Asetoni	4) 5	µg/m ³
HAPOT		
Etikkahappo	5) 9	µg/m ³
Heksaanihappo, kapronihappo	1	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 421485

25.03.2021

Yhdiste	Tulos	Yksikkö	
TXIB	6)	0,9	µg/m ³
PIIYHDISTEET			
Oktametyylisyklotetrasiloksaani		0,5	µg/m ³
Dekametyylisyklopentasiloksaani		0,9	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)		10	µg/m ³

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) Tolueeniekvivalenttina 27 µg/m³
TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 5) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 6) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaaniidolidi-isobutyraatti

CK21-00970-3

Näyte/keräin: 254786

Mittauspaikka:

Nummenpuistokadun PVK

Mittauskohde:

VOC3 325

Analysointipvm.:

240321/KKU

Näytteenottoaika:

15.03.2021 07:20 - 15.03.2021 08:05

Ilmamäärä:

9,04 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö	
ALIFAATTISET HIILIVEDYT			
C15-alkaani**	1	µg/m ³	
2,2,4,4,6,8,8-Heptametyylinonaani	0,5	µg/m ³	
AROMAATTISET HIILIVEDYT			
Bentseeni	0,7	µg/m ³	
Ksyleenit (p,m)	0,5	µg/m ³	
Tolueeni	0,8	µg/m ³	
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET			
Limoneeni	0,5	µg/m ³	
YKSIARVOISET ALKOHOLIT			
1-Butanoli	0,7	µg/m ³	
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³	
Etanoli	1)	17	µg/m ³
2-Metyyli-2-propanoli***	2)	1	µg/m ³
2-Propanoli	3)	6	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT			
1,2-Propanidioli eli propyleeniglykoli	1	µg/m ³	
FENOLIT			
Fenoli	0,8	µg/m ³	
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT			

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 421485

25.03.2021

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
2-Fenoksetanoli	0,8	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³
Dekanaali	0,9	µg/m ³
Heksanaali	0,7	µg/m ³
Nonanaali	3	µg/m ³
KETONIT		
Asetofenoni	0,7	µg/m ³
Asetoni	4) 3	µg/m ³
HAPOT		
Etikkahappo	5) 12	µg/m ³
Heksaanihappo, kapronihappo	2	µg/m ³
Propaanihappo	0,6	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
TXIB	6) 1	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dodekametyylipentasiloksaani**	0,8	µg/m ³
Dodekametyylisykloheksasiloksaani**	3	µg/m ³
Dekametyylisyklopentasiloksaani	2	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 5) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 6) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti

Tulosten tarkastelu

Näytteet on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkiin.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Kolmella tähdellä (***) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

ISO 16000-6:2011 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot



Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

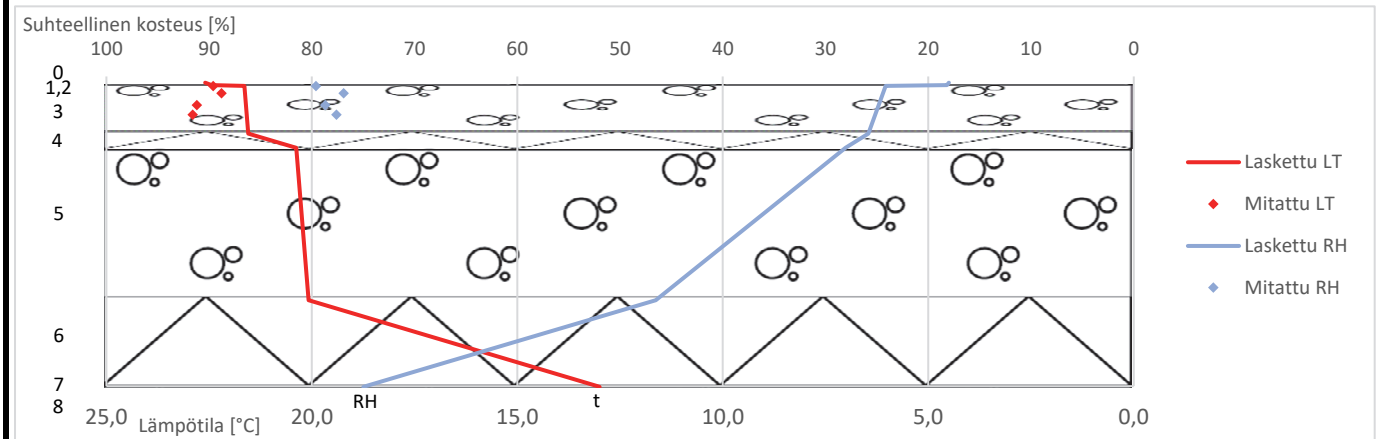


Kim Kuusisto
laboratorioanalyttikko
Helsinki

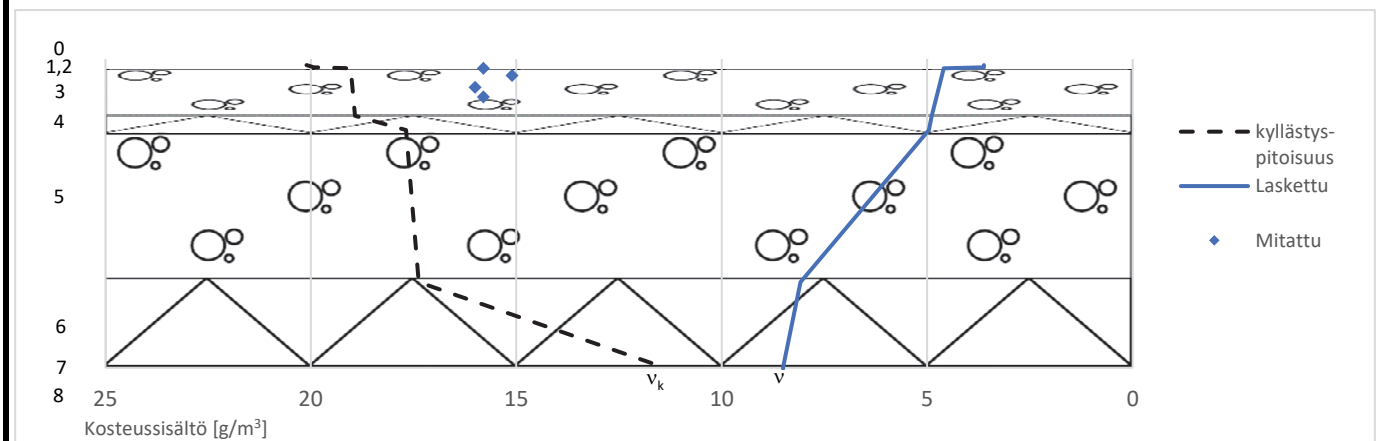
Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Projekti:	6929	Päiväys:	23.4.2021
Kohde:	Nummenpuistokadun pk	Lisätiedot ja tulkinta:	Tuulettuva, ryömintätilainen alapohja. Suuntaa antava laskelma, ei rakennusaikaista kosteutta.
Laskija:	Vesa Koskinen		Sisäilman ja ryömintätilan ilman lämpötilat ja suhteelliset kosteudet valittu seurantamittausten 17.2. - 12.3.2021 perusteella. Mittapisteeet viilto- ja porareikämittausten perusteella. Rakenne toimiva, mittapisteeet eivät vastaa laskelman tilannetta.
Laskennan tiedot			
Paksuus, d :	632 mm		
Vesihöyryn vastus, Z :	$2506 \cdot 10^3 \text{ s/m}$		
Lämmönvastus, R :	$5,87 \text{ m}^2 \text{ K/W}$		
U-arvo:	$0,17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		

Lämpötila ja suhteellinen kosteus (laskennalliset käyrät ja kosteusmittapisteeet)



Kosteussisältö (laskennalliset kuvaajat ja kosteusmittapisteeet)

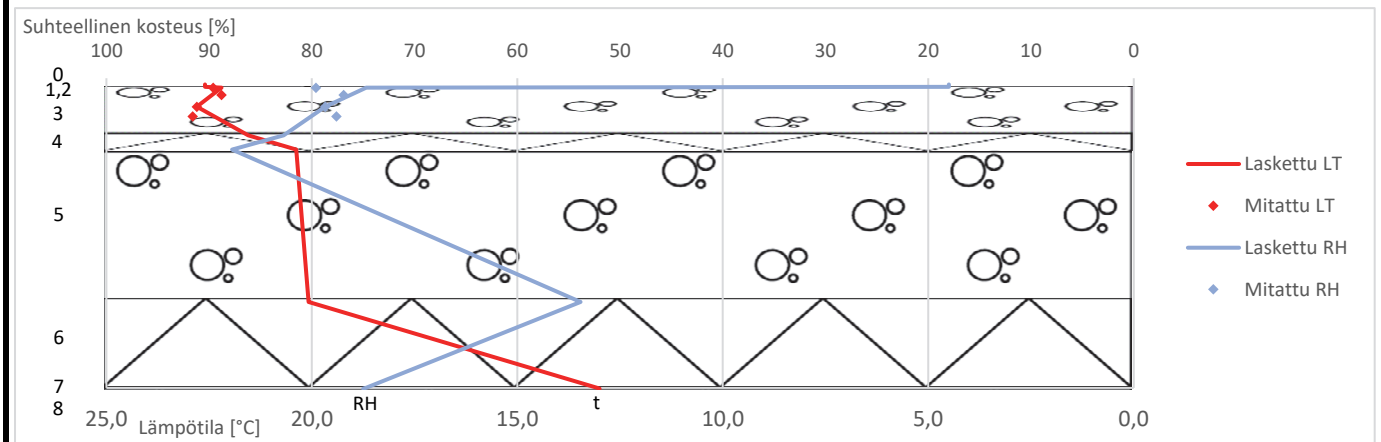


Rakenne ja laskentapisteeet

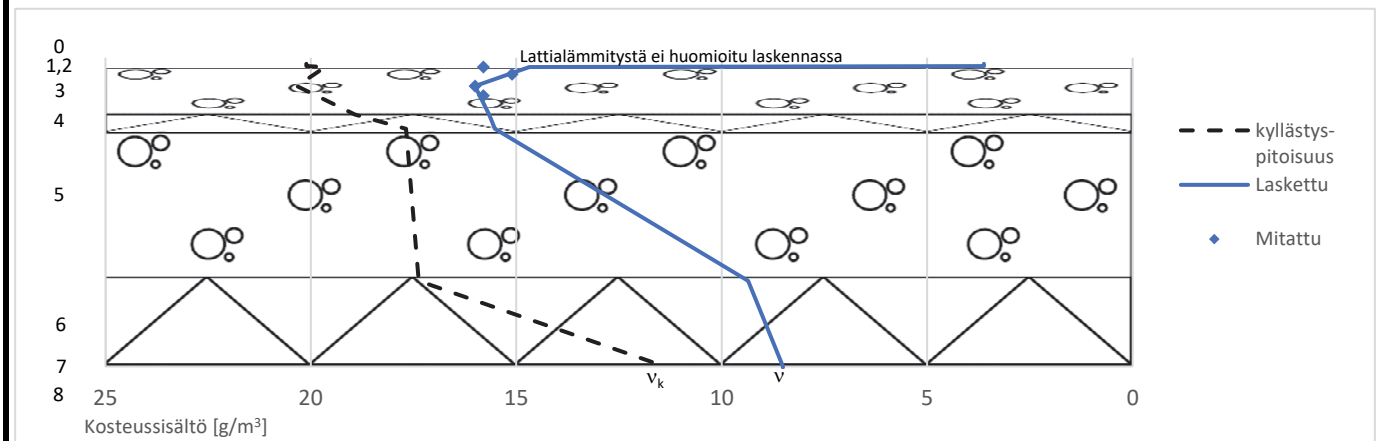
#	Kerros	paksuus	lämmönjohtavuus	lämmönvastus	vesihöyrynjohtavuus	vesihöyryn vastus	lämpötila	vesihöyryn kyllästyspitoisuus	ilman suht. kosteus	vesihöyrypitoisuus
		d	λ	R	δ	Z	t	v_k	RH	v
		mm	$\text{W/m}^\circ\text{C}$	$\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$	$\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$\cdot 10^3 \text{ s/m}$	$^\circ\text{C}$	g/m^3	%	g/m^3
0	sisäilma						22,6	20,11	18,0	3,6
1	sisäpinta			0,10			22,4	19,92	18,2	3,6
2	lattiapäällyste (PVC)	2	0,004	0,50	0,004	500,0	21,6	19,03	24,1	4,6
3	betoni	100	1,7	0,06	0,667	149,9	21,5	18,92	25,8	4,9
4	EPS 100 lattia	30	0,041	0,73	0,820	36,6	20,4	17,68	28,0	5,0
5	ontelolaatta	320	1,7	0,19	0,200	1600,0	20,1	17,37	46,5	8,1
6	EPS 100 lattia	180	0,041	4,39	0,820	219,5	13,1	11,39	74,7	8,5
7	ulkopinta			0,04			13,0	11,35	75,0	8,5
8	ryömintätila						13,0	11,35	75,0	8,5
9	ulkoilma						-15,0	1,61	95,0	1,5
	Yhteensä	632		5,87		2506				

Projekti:	6929	Päiväys:	23.4.2021
Kohde:	Nummenpuistikadun pk	Lisätiedot ja tulkinta:	Tuulettuva, ryömintätilainen alapohja. Suuntaa antava laskelma. Pintalaatan kosteuslisä (rak.aikainen kosteus) asetettu porareikämittauksen perusteella. Sisäilman ja ryömintätilan olosuhteet valittu seurantamittausten 17.2. - 12.3.2021 perusteella. Mittapisteen viilto- ja porareikämittauksen perusteella. Rakenne toimiva, mittapisteen vastaavat laskelman tilannetta.
Laskija:	Vesa Koskinen		
Laskennan tiedot			
Paksuus, d :	592 mm		
Vesihöyryn vastus, Z :	$2446 \cdot 10^3 \text{ s/m}$		
Lämmönvastus, R :	$5,89 \text{ m}^2 \text{ K/W}$		
U-arvo:	$0,17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		

Lämpötila ja suhteellinen kosteus (laskennalliset käyrät ja kosteusmittapisteet)



Kosteussisältö (laskennalliset kuvaajat ja kosteusmittapisteet)

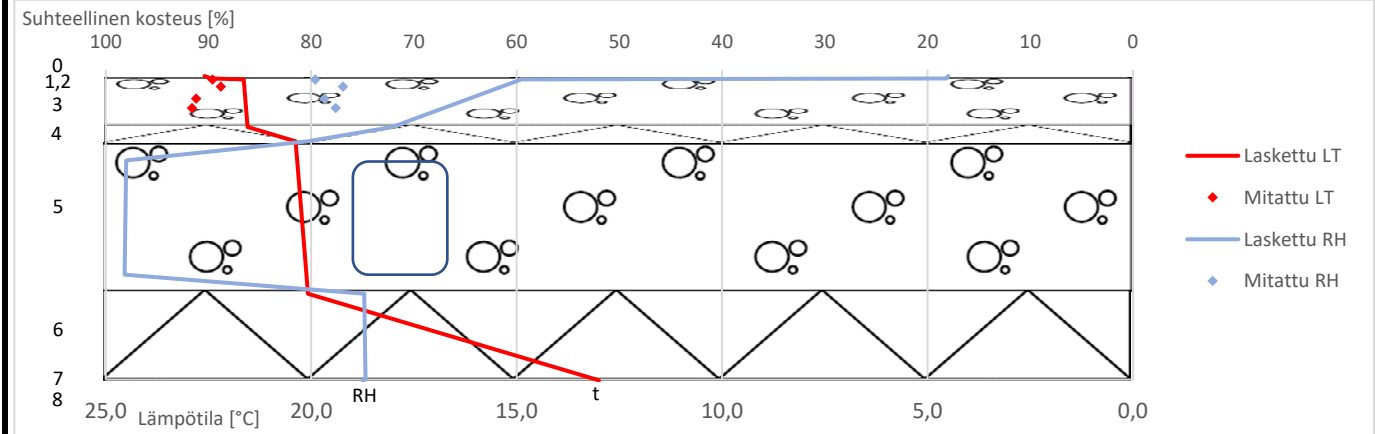


Rakenne ja laskentapisteet

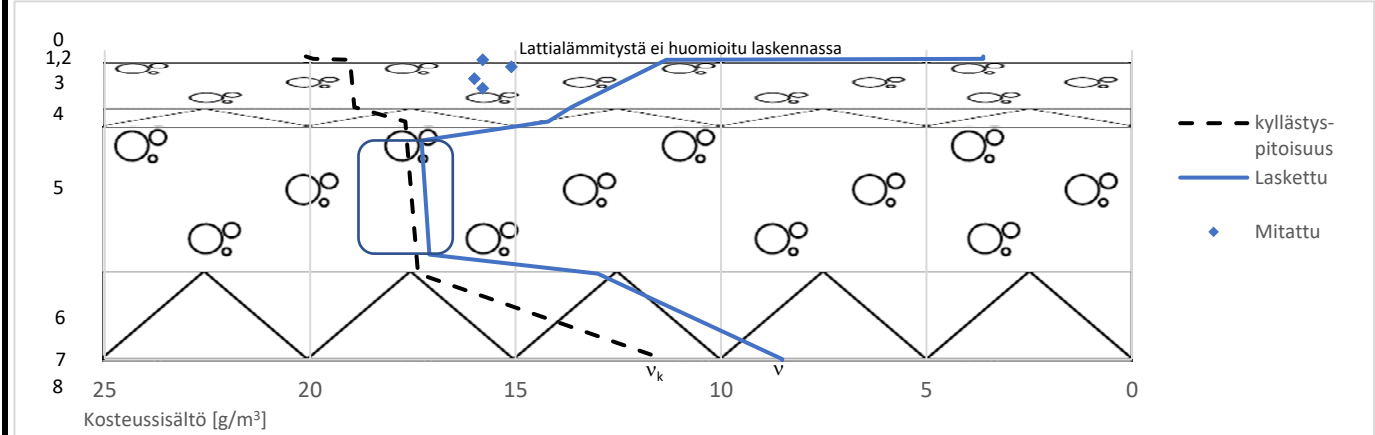
#	Kerros	paksuus	lämmönjohtavuus	lämmönvastus	vesihöyrynjohtavuus	vesihöyryn vastus	lämpötila	vesihöyryn kyllästyspitoisuus	ilman suht. kosteus	vesihöyrypitoisuus
		d	λ	R	δ	Z	t	v_k	RH	v
		mm	$\text{W/m}^\circ\text{C}$	$\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$	$\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$\cdot 10^3 \text{ s/m}$	$^\circ\text{C}$	g/m^3	%	g/m^3
0	sisäilma						22,6	20,11	18,0	3,6
1	sisäpinta			0,10			22,6	20,11	18,0	3,6
2	lattiapäällyste (PVC)	2	0,004	0,50	0,004	500,0	22,2	19,65	74,7	14,7
3	betoni	60	1,7	0,04	0,667	90,0	22,8	20,34	78,7	16,0
	betoni	30	0,041	0,73	0,820	36,6	21,5	18,92	82,7	15,7
4	EPS 100 lattia	320	1,7	0,19	0,200	1600,0	20,4	17,68	87,8	15,5
5	ontelolaatta	180	0,041	4,39	0,820	219,5	20,1	17,37	53,8	9,4
6	EPS 100 lattia	0	0	0,04	0,000	0,0	13,1	11,39	74,7	8,5
7	ulkopinta						13,0	11,35	75,0	8,5
8	ryömintätila						13,0	11,35	75,0	8,5
9	ulkoilma						-15,0	1,61	85,0	1,4
	Yhteensä	592		5,89		2446				

Projekti:	6929	Päiväys:	23.4.2021
Kohde:	Nummenpuistokadun pk	Lisätiedot ja tulkinta:	Tuulettuva, ryömintätilainen alapohja. Suuntaa antava laskelma, mikäli ontelolaatan onteloon olisi jäänyt vettä. Sisäilman ja ryömintätilan olosuhteet valittu seurantamittausten 17.2. - 12.3.2021 perusteella. Mittapisteeet viilto- ja porareikämittausten perusteella. Ontelolaattabetonin tiheyden vuoksi diffuusionopeus ylöspäin on hidasta, kosteus maton alla turvallinen.
Laskija:	Vesa Koskinen		
Laskennan tiedot			
Paksuus, d :	632 mm		
Vesihöyryn vastus, Z :	$1316 \cdot 10^3 \text{ s/m}$		
Lämmönvastus, R :	$5,87 \text{ m}^2 \text{ K/W}$		
U-arvo:	$0,17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		

Lämpötila ja suhteellinen kosteus (laskennalliset käyrät ja kosteusmittapisteeet)



Kosteussisältö (laskennalliset kuvaajat ja kosteusmittapisteeet)



Rakenne ja laskentapisteeet

#	Kerros	paksuus	lämmönjohtavuus	lämmönvastus	vesihöyrynjohtavuus	vesihöyryn vastus	lämpötila	vesihöyryn kyllästyspitoisuus	ilman suht. kosteus	vesihöyrypitoisuus
		d	λ	R	δ	Z	t	v_k	RH	v
		mm	W/m °C	$\text{m}^2 \text{ °C/W}$	$\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$\cdot 10^3 \text{ s/m}$	°C	g/m^3	%	g/m^3
0	sisäilma						22,6	20,11	18,0	3,6
1	sisäpinta			0,10			22,4	19,92	18,2	3,6
2	lattiapäällyste (PVC)	2	0,004	0,50	0,004	500,0	21,6	19,03	59,5	11,3
3	betoni	100	1,7	0,06	0,667	149,9	21,5	18,92	72,1	13,6
4	EPS 100 lattia	30	0,041	0,73	0,820	36,6	20,4	17,68	80,3	14,2
5	ontelolaatta, yläosa	40	1,7	0,02	0,200	200,0	20,3	17,64	98,0	17,3
	ontelo	240	1,7	0,14	25,000	9,6	20,1	17,41	98,2	17,1
	ontelolaatta, alaosa	40	1,7	0,02	0,200	200,0	20,1	17,37	74,8	13,0
6	EPS 100 lattia	180	0,041	4,39	0,820	219,5	13,1	11,39	74,7	8,5
7	ulkopinta			0,04			13,0	11,35	75,0	8,5
8	ryömintätila						13,0	11,35	75,0	8,5
9	ulkoilma						-15,0	1,61	85,0	1,4
	Yhteensä	632		5,87		1316				