

TUUSULAN KUNTA

RIIHIKALLION KOULU

SISÄILMAAN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

16.7.2020



314119

Sisällysluettelo

| | |
|--|-----------|
| 1. Kohde- ja lähtötiedot | 3 |
| 1.1. Yleistiedot..... | 3 |
| 1.2. Kohteen yleiskuvaus..... | 3 |
| 1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus | 5 |
| 1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot | 5 |
| 2. Havainnot ja mittaustulokset | 5 |
| 2.1. Havainnot | 5 |
| 2.2. Kosteusmittaukset | 7 |
| 2.3. Materiaalinäytteiden VOC-analyysit | 8 |
| 2.4. Teolliset mineraalivillakuidut | 9 |
| 2.5. Rakenteiden tiiviystarkastelu | 9 |
| 2.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset..... | 12 |
| Liitteet | 13 |

16.7.2020

1. Kohde- ja lähtötiedot

1.1. Yleistiedot

Tilaaaja: Tuusulan kunta
Osoite: Kotorannankuja 10, 04300 Tuusula
Yhteyshenkilö: Pertti Elg
Puhelinnumero: 040 314 555
Sähköposti: pertti.elg@tuusula.fi

Tutkija: WSP Finland Oy
Osoite: Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Yhteyshenkilö: Sanna Lappi
Puhelinnumero: 040 749 4866
Sähköposti: sanna.lappi@wsp.com

Kohde: Riihikallion koulu
Osoite: Pellavamäentie 15, 04320 Tuusula
Tutkimuspäivä: 11.6.2020

Rakennusvuosi: 1967, 1976, 2006
Rakennusten määrä: 1
Kerroksia: 2
Huoneistoala: --- m²
Tilavuus: --- m³

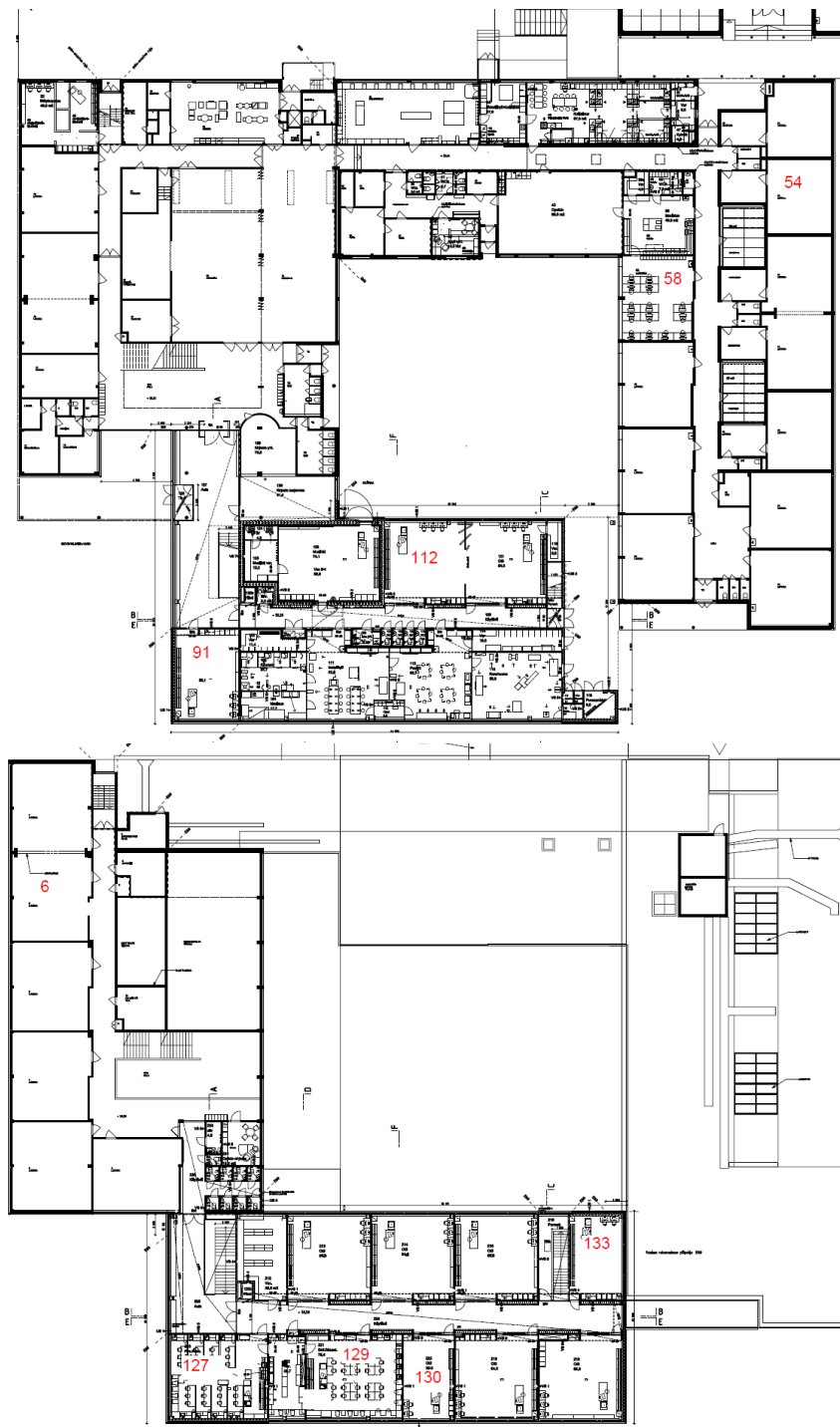
Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla
Lämmitysmuoto: Kaukolämpö, vesikiertoinen lattialämmitys

1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli vuosina 1967, 1976 ja 2006 rakennettu Riihikallion koulu, joka sijaitsee Tuusulassa osoitteessa Pellavamäentie 15. Tutkimukset kohdistuivat koulun seuraaviin tiloihin: 6, 54, 58, 91, 112, 127, 129, 130, 133.

Kiinteistön ulkoseinät ovat betoni- ja tiilirakenteisia, välipohjat ovat pääosin ontelolaattarakenteisia ja alapohjat ovat maanvastaisia betonilaattoja. Yläpohjien kantavana rakenteena ovat ontelolaatat sekä vanhoilla osilla Nilcon-laatastot, joiden päältä lähtevät vesikatton puurakenteet. Vesikatteenä on rivipeltikate.

16.7.2020



Kuva 1. 1. ja 2. kerros, tutkittavat tilat numeroitu.

16.7.2020

1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kunnan tilapalvelun rakennusmestari Pertti Elg tilasi kohteeseen sisäilmatutkimuksen laaditun tutkimussuunnitelman pohjalta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ennalta määritettyjen tilojen rakenneliittymien tiiviyyttä, kuitulähteitä sekä lattiarakenteiden kosteuspitoisuuksia sekä mahdollisia muita sisäilman laatuun vaikuttavia riskitekijöitä.

1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot

Kohteella tehdyn katselmuksen perusteella kohteeseen on laadittu tutkimussuunnitelma WSP Finland Oy:n toimesta, joka on päivätty 19.05.2020. Tutkimukset tehtiin laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti sekä tutkimusten aikana havaitut seikat huomioon ottaen.

Ennen varsinaista tutkimuskäyntiä kohteella vietiin yhteensä viiteen tilaan laskeuma-alueita, joilla selvitettiin kahden viikon ajan pinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen esiintymistä.

Sisäilmatutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden tutkituissa tiloissa. Sisäpuolisten tarkastuksien yhteydessä lattiapinnat käytiin läpi pintakosteusmittauksin ja alakatto- sekä muita tekniikkatiloja tarkastettiin pistokoeluontoisesti. Lattian muovimattopinnoitteen kuntoa tutkittiin viiltomittauksien avulla sekä muovimattopinnoitteesta kerättiin VOC-materiaalinäytteitä mahdollisten materiaali- vaurioiden selvittämiseksi.

Tilojen rakenteiden rakenneliittymien tiiviyyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiaiemittauksien avulla.

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin kesäkuussa 2020. Tutkimukset teki rakennusterveysasiantuntija, ins. (AMK) Mika Pälve ja avustavana asiantuntijana insinööriopiskelija (AMK) Simo Pitkänen WSP Finland Oy:stä.

VOC-näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu [testauslaboratorio T269](#), jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemiat ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös [Ruokaviraston hyväksyntä](#) mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveys tutkimuksille.

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

2. Havainnot ja mittaustulokset

2.1. Havainnot

Tutkimushetkellä koulun tiloissa ei ole ollut päivittäistä käyttöä kahteen viikkoon. Tilojen ilmanvaihto oli kiinteistönhoitajan mukaan normaalissa käyttötilassa. Tutkittujen tilojen sisäpinnoilla ei havaittu kosteuden aiheuttamia materiaaliuutoksia tai muita rakenteiden liikkumiseen viittaavia merkkejä.

Uuden puolen tiloissa 91, 112, 127, 129, 130 ja 133 ei havaittu poikkeavia hajuja tilojen sisäilmassa. Vanhan puolen tiloissa 54 ja 58 oli aistittavissa lievästi tunkkainen sisäilma ja tilassa 6 merkittävä ylipaine.

16.7.2020

Kaikissa tutkituissa tiloissa on alaslasketut akustolevykatot. Alakattotilaa on ainoastaan noin 100 mm eikä tiloihin ole asennettu ilmanvaihtotekniikka, alakatossa on vain sähköjohdotuksia. Tarkastetuilla osin alakattotiloissa ei havaittu epäpuhtauslähteitä ja alakattolevytykset ovat pinnoitettuja.

Luokkatilan 129 käytävän puoleisella seinustalla kulkee viemärikotelointi, johon tilan pesu-
altaiden viemärointi johdetaan. Koteloinnin yläreuna on epätiivis, jolloin koteloinnista on mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Tilassa 91 on myös putkistotila, jossa kulkee lämpöjohtoja. Lattialäpiviennit ovat tiiviitä, mutta tilan alapohjan ja ulkoseinän liittymässä on rako, josta on ilmayhteys maaperään.



Kuva 2: Alakattolevytykset ovat pinnoitettuja akustolevyjä.



Kuva 3: Alakattotilaa, ei epäpuhtauslähteitä.



Kuva 4: Tilan 129 viemärikotelointiin johtava vesipisteen viemäri. Liitos on tiivis.



Kuva 5: Koteloinnin ja sitä ympäröivien seinärakenteiden liittymät ovat epätiivisiä.

16.7.2020



Kuva 6: Tilan 91 tekninen tila, jossa lämpöjohtoja.



Kuva 7: Teknisen tilan lattia-seinäliittymä on avoin, josta maaperän epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan.

2.2. Kosteusmittaukset

Tilojen lattiapinnoitteena on pääosin muovimatto, ainoastaan tilassa 54 lattiapinnoitteen on tekstiilimatto. Lattiapintojen pintakosteus arvot olivat pääosin tavanomaisina pidettäviä sekä ensimmäisessä että toisessa kerroksessa. Merkittäviä poikkeamia ei havaittu. Lievää poikkeamaa havaittiin tekstiilityön luokassa 112, jossa käytävän vastaisen väliseinän vierustalla pintakosteudet olivat hieman korkeammat kuin muualla tilassa.

Lattioiden kosteuspuiteuksia tarkennettiin viiltomittauksien avulla, jossa lattiapinnoitteen tehdyn viillon kautta mitattiin suhteellista kosteutta muovimattopinnoitteen ja betonilattian rajapinnasta. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Mittaustulokset olivat tavanomaisena pidettäviä. Mittauspisteiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1: Viiltomittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 11.6.2020.

| Mittauspiste | Sijainti | Rakenne | RH [%] | T [°C] | abs [g/m ³] |
|-----------------|---------------------------------|-----------|--------|--------|-------------------------|
| Ulkoilma | --- | --- | 53 | 21 | 10 |
| Sisäilma | --- | --- | 47 | 22 | 9 |
| VM1 | Luokka 112 väli-seinän vierestä | Alapohja | 69 | 21 | 13 |
| VM2 | 112 ulkoseinän läheisyydestä | Alapohja | 65 | 21 | 12 |
| VM3 | Luokka 58 | Alapohja | 56 | 23 | 11 |
| VM4 | Luokka 6 | Välipohja | 41 | 22 | 8 |
| VM5 | Luokka 129 | Välipohja | 41 | 22 | 8 |
| VM6 | Luokka 130 | Välipohja | 52 | 22 | 11 |

16.7.2020

2.3. Materiaalinäytteiden VOC-analyysit

Tutkimusten yhteydessä otettiin tilojen lattiapinnoitteista 3 kpl materiaalinäytteitä VOC-analyysiin (haihtuvat orgaaniset yhdisteet). Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2: VOC-materiaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 11.6.2020.

| Näyte | Tila | Selite | Tulkinta |
|-------|----------------|--------------------|-----------------------|
| MNVO1 | Luokkatila 6 | muovimatto + liima | ei viitettä vauriosta |
| MNVO2 | Luokkatila 112 | muovimatto + liima | ei viitettä vauriosta |
| MNVO3 | Luokkatila 130 | muovimatto + liima | ei viitettä vauriosta |

Näytteiden laboratoriotulokset olivat tavanomaisia eikä viitteitä vaurioitumisesta havaittu. Kerättyjen näytteiden kunto oli näytteenottohetkellä hyvä. Mattojen alapinnoilla ei havaittu värimuutoksia ja mattoliima oli tasaisesti tarttunut mattoon sekä tasoitteeseen. Näytteissä ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavaa kemiallista hajua tai värimuutoksia. Vanhalta osalta kerättyjen näytteiden yhteydessä havaittiin, että lattiatasoite on asennettu vanhan asbestia sisältävän mustan liiman päälle.



Kuva 8: Luokkatilan 6 VOC-materiaalinäytteessä ei havaittu poikkeavia VOC-pitoisuuksia.



Kuva 9: Luokkatilan 130 VOC-materiaalinäytteessä ei havaittu poikkeavia VOC-pitoisuuksia.

16.7.2020

2.4. Teolliset mineraalivillakuidut

Tiloista otettiin 14 vrk pölykertymästä mineraalikuitunäytteitä 5. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä 3 ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 3: Mineraalikuitunäytteiden tulosten tulkinta. Laskeuma-aika 28.5 – 11.6.2020.

| Näyte | Tila | Selite | Tulkinta |
|-------|----------------|-----------------------------------|--------------|
| PNML1 | Luokkatila 06 | pöydän päältä, 14 vrk pölykertymä | tavanomainen |
| PNML2 | Luokkatila 91 | pöydän päältä, 14 vrk pölykertymä | tavanomainen |
| PNML3 | Luokkatila 112 | kaapin päältä, 14 vrk pölykertymä | tavanomainen |
| PNML4 | Luokkatila 127 | kaapin päältä, 14 vrk pölykertymä | tavanomainen |
| PNML5 | Luokkatila 133 | kaapin päältä, 14 vrk pölykertymä | tavanomainen |

Huoneiden tasopintojen mineraalikuitupitoisuudet jäivät kaikkien näytteiden osalta alle määritysrajan (<0,1 kpl/cm²). Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen Asumisterveysasetuksen toimenpiderajana on 0,2 kpl/cm².

2.5. Rakenteiden tiiviystarkastelu

Tilojen alapohja- ja ulkoseinärakenteiden tiivyyttä tarkasteltiin ensimmäisessä kerroksessa tiloissa 58, 91 ja 112. Toisessa kerroksessa ulkoseinien rakenneliittymien tiivyyttä tarkasteltiin tiloissa 6 ja 127. Tiiviystarkastelua tehtiin aistinvaraisesti sekä merkkiainemittauksin. Tutkimushetkellä tilojen ilmanvaihto oli normaalissa käyttötilassa. Tilojen paine-ero ulkoilmaan ja tutkittaviin rakenteisiin nähden oli pääosin välillä 0...+7 Pa. Lisäksi selvänä poikkeuksena oli luokkatila 6 joka oli 50...30 Pa ylipaineinen ulkoilmaan ja rakenteisiin nähden. Tutkimuksen aikana painesuhde vaihteli myös alipaineen puolelle tuulesta johtuen, lukuun ottamatta tilaa 6.

Rakennuksen tutkituissa tiloissa alapohjarakenteena on maanvarainen alapuolelta eristetty betonilaatta. Ulkoseinärakenteet ovat vuonna 2006 rakennetuissa tiloissa 91, 112 ja 127 betoni-villa-tiili- rakenteisia ja vanhalla puolella tiloissa 6 ja 58 tiili-villa-tiili- rakenteisia.

Tutkimusten perusteella uuden puolen tiloissa 91, 112 ja 127 ulkoseinärakenteisiin laskeutu merkkiaine kulkeutui sisätiloihin jo ilmanvaihdon normaalissa käyttötilassa. Vuoto-kohtia olivat ikkunoiden rakenneliittymät. Liitoskohdat on massattu elastisella saumamassalla, mutta massaukset ovat haurastuneet ja niissä olevista raoista merkkiainetta pääsee kulkeutumaan sisätiloihin, vaikka tilat ovat lievästi ylipaineiset.

Uuden puolen tilojen alapohjarakenteisiin syötetty merkkiaine kulkeutui myös tilojen sisäilmaan. Vuoto-kohtia olivat lattiaseinäliittymien nurkka-alueet, joissa lattian muovimaton ylösnoston liimaus seinään tai pilareihin ei ole tiivis. Lattia-seinäliittymää tarkasteltiin lisäksi muovimaton nurkkaukseen tehdyn viillon kautta, jonka perusteella maton alla alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymässä on noin 10 mm rako.

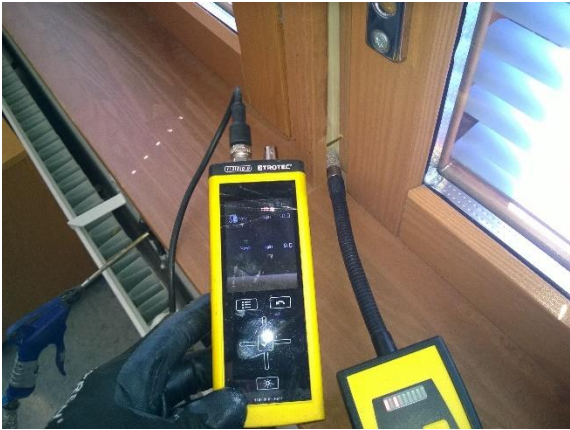
16.7.2020



Kuva 10: Luokan 112 tutkimuskohta.



Kuva 11: Vuoden 2006 rakennetun osan ikkunaliittymät on tiivistetty elastisella saumamassalla.



Kuva 12: Massauksesta huolimatta liittymistä havaittiin merkkiainevuotoa.



Kuva 13: Ikkunalaudoitusten alta havaittiin myös vuotoa.



Kuva 14: Uuden osan lattia-seinäliittymissä havaittiin vuotoa nurkkakohdilla, jossa muovimaton ylösnoston liimaus ei ole tiivis.



Kuva 15: Muovimaton alla alapohjan ja seinän liittymissä selvä rako.

16.7.2020

Vanhan puolen tilassa 58 ulkoseinärakenteisiin laskettu merkkiaine kulkeutui sisäilmaan ilmanvaihdon normaalissa käyttötilassa. Selviä vuotoja havaittiin ikkunaliittymistä, jotka ovat puulistoitusten alla tiivistämättä. Rakenneliittymistä on suora ilmayhteys sisäilmaan. Tilan alapohjaan laskettu merkkiaine kulkeutui alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymistä muovimattojen ylösnostojen takaa nurkkakohdilla. Suorilla osilla vuotoja ei havaittu. Mattoon tehdyn viillon kautta havaittiin lattia- ja seinäliittymässä noin 10 mm rako.

Vanhan puolen luokan 6 tilassa oli tutkimushetkellä merkittävä ylipaine, noin 30 Pa. Tässä tilanteessa ulkoseinärakenteisiin laskettu merkkiaine ei kulkeutunut sisäilmaan. Tilan tuuloilman päätelaitteet tulpattiin ja tilaan luotiin n. -10 Pa alipaine. Ulkoseiniin laskettu merkkiaine kulkeutui sisäilmaan ikkunoiden rakenneliittymien kautta. Ikkunalistoitusten alla oli havaittavissa massatiivistyksiä, mutta erityisesti ikkunalaudoitusten alta kulkeutui merkkiainetta sisäilmaan. Myös muiden ikkunalistoitusten alta havaittiin vuotoa.



Kuva 16: Luokkatila 58.



Kuva 17: Tilan ikkunaliittymät ovat epätiivitä.



Kuva 18: Selvää merkkiainevuotoa ikkunalistoitusten alta.



Kuva 19: Alapohjan rakenneliittymät tiiviitä, nurkkaliittymiä lukuun ottamatta. Muovimaton alla liittymissä selvä rako.

16.7.2020



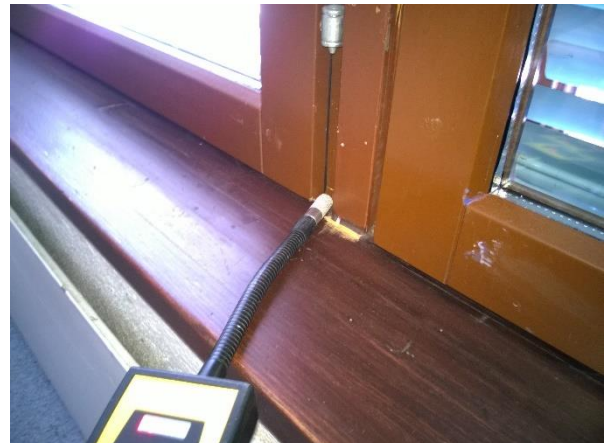
Kuva 20: Luokkatila 6. Vuotoja ei havaittu normaalissa käyttötilassa, kun tilat olivat n. +30 Pa ylipaineiset.



Kuva 21: Vuotoa tilan 6 ikkunaliittymistä, kun tilat alipaineistettiin.



Kuva 22: Vuotoa tilan 6 ikkunaliittymistä, kun tilat alipaineistettiin.



Kuva 23: Vuotoa tilan 6 ikkunaliittymistä, kun tilat alipaineistettiin.

2.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkituista tiloista kerätyissä kuitulaskeumanäytteissä ei havaittu poikkeavia kuitupitoisuuksia. Tilojen alakattorakenteissakaan ei havaittu mahdollisia kuitu- tai muita epäpuh-
tauslähteitä. Tilan 129 käytävän väliseinänurkkauksessa kulkeva viemärikotelointi on epä-
tiivis kotelon yläpohjan liittymästä. Kotelossa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet voivat kul-
keutua sisäilmaan. Levytyksen liitos yläpohjan tulee tiivistää.

Tilan 112 lattiapinnoilla havaittiin lievästi poikkeavia pintakosteusarvoja käytävän välisei-
nän läheisyydessä. Muissa tutkituissa tiloissa ei poikkeamia havaittu. Poikkeama kohdalta
sekä kahdesta muusta pisteestä kerätyissä VOC-materiaalinäytteissä ei kuitenkin havaittu
epätavanomaisia VOC-pitoisuuksia, jotka viittaisivat materiaalivaurioon. Tutkimusten pe-
rusteella lattiapinnoille ei ole tarvetta kohdistaa toimenpiteitä.

16.7.2020

Uuden osan tilojen rakenneliittymien tiiviydessä havaittiin puutteita, vaikka tilat olivat lievästi ylipaineisia ja ikkunoiden rakenneliittymät on tiivistetty elastisella saumamassalla. Massatiivisteet ovat haurastuneet, jonka seurauksena liittymien tiiviys on puutteellinen ja rakenteista on mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Ensimmäisessä kerroksessa lattia- ja seinäliittymien tiiviys on pääosin hyvä, muovimattojen ylösnostojen ansiosta. Nurkkaliittymissä on kuitenkin selviä tiiviydspuutteita, jolloin maaperän epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan. Lattia- ja seinäliittymissä on merkittävä rako alapohjabetonin kuivumiskutistumasta johtuen eikä rakenteeseen ole asennettu radon-tiivistystä. Ikkunaliittymien massatiivistykset tulee uusida sekä lattia- ja ulkoseinäliittymät korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti huomioiden rakenneliittymien tiiviys ja radonkatko.

Vanhan osalla tilojen 54 ja 58 ulkoseinien rakenneliittymien tiiviys on puutteellinen. Ikkunoiden rakenneliittymät ovat listoitusten alla avonaisia seinien eristetilaan. Seinärakenteiden epäpuhtaudet kulkeutuvat epätiiviskohtien kautta sisäilmaan. Tilojen lattia- ja seinäliittymät ovat pääosin tiiviitä muovimaton ylösnostojen ansiosta. Liittymien nurkissa on kuitenkin tiiviydspuutteita, jolloin maaperän epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Ikkunoiden ja alapohjien rakenneliittymät tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaan, huomioiden radonkatko ja rakenteiden tiiviys sekä seinärakenteiden mahdolliset mikrobivauriot.

Vanhan osan luokkatilassa 6 on merkittävä ilmanvaihdolla luotu ylipaine, joka estää ulkoseinärakenteiden mahdolliset ilmavuodot sisäilmaan. Mikäli ilmanvaihdon tilanne muuttuu ja ylipaine heikkenee lähelle alipaineista olosuhdetta, pääsee ulkoseinärakenteiden mahdolliset epäpuhtaudet kulkeutumaan sisäilmaan. Rakenteiden kannalta pidempi kestoinen ylipaineistus ei ole suositeltavaa, sillä ylipainetilassa sisäilman kosteus siirtyy rakenteisiin ja pitkällä aikavälillä mahdollisesti vaurioittaa rakenteita. Ylipaineistus tulee huomioida tilojen jatkokäytön kannalta.

Jyväskylä 16.7.2020

WSP Finland Oy

Laatinut:



Mika Pälve
rakennusterveysasiantuntija, Ins. (AMK)
C-23688-26-18

Tarkastanut:

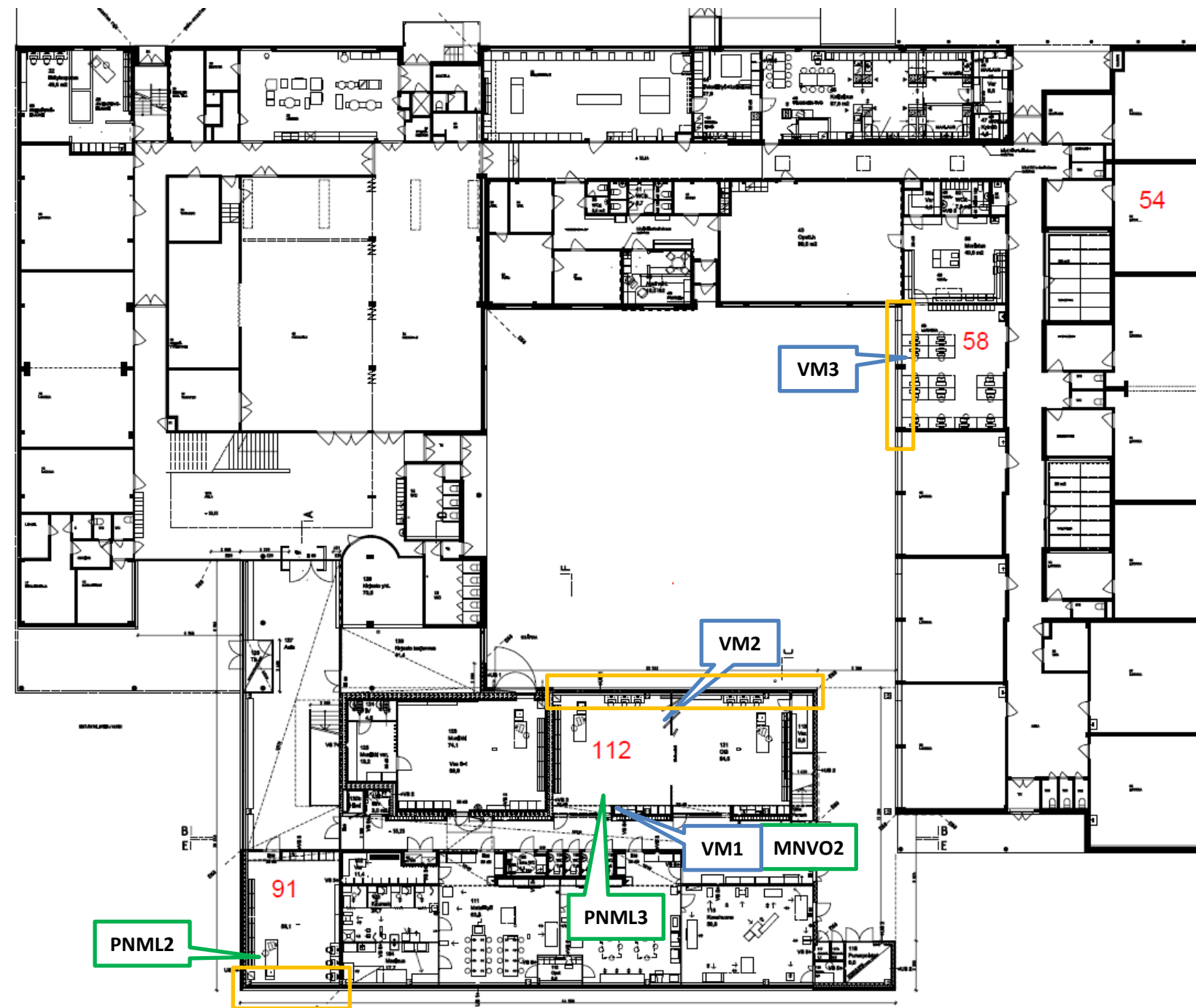


Sanna Lappi
rakennusterveysasiantuntija, FM
C-9796-26-13

Liitteet

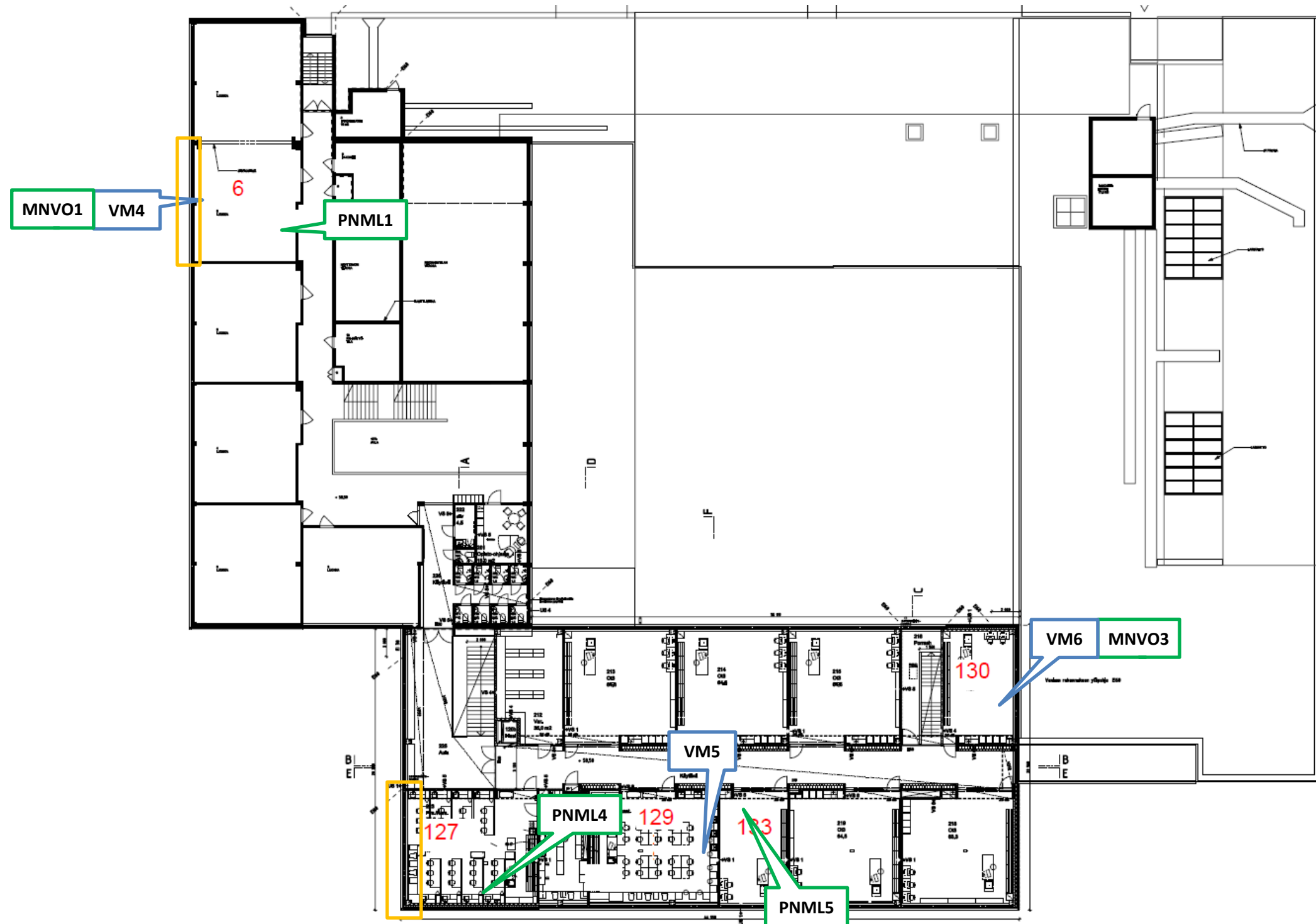
- 1) Pohjakuvat
- 2) WSP Finland Oy:n VOC-materiaalinäytteiden analyysivastaus 2006120851SS
- 3) WSP Finland Oy:n geeliteippinäytteiden kuituanalyysi 2006120843SS
- 4) Tutkimusmenetelmät, tulosten tulkinta, viitearvot ja epävarmuustarkastelu

1. Kerros



| | | | | | |
|--------------|--|--------------|--|--|-----------------------|
| MNVO# | VOC-materiaalinäyte, materiaalivaurio | PNML# | Mineraalikuitulaskeuma, kuitujen määrä ylittää asetetut raja-arvot | | Merkkiainemittausalue |
| MNVO# | VOC-materiaalinäyte, viite materiaalivauriosta | PNML# | Mineraalikuitulaskeuma, kuitujen määrä tavanomainen | | |
| MNVO# | VOC-materiaalinäyte, pitoisuus tavanomainen | VM# | Viiltomittaus | | |

2. Kerros



MNVO# VOC-materiaalinäyte, materiaalivaurio

PNML# Mineraalikuitulaskeuma, kuitujen määrä ylittää asetetut raja-arvot

Merkkiainemittausalue

MNVO# VOC-materiaalinäyte, viite materiaalivauriosta

PNML# Mineraalikuitulaskeuma, kuitujen määrä tavanomainen

MNVO# VOC-materiaalinäyte, pitoisuus tavanomainen

VM# Viiltomittaus

15.6.2020

Tilaja

WSP Finland Oy
Mika Pälve
Kympinkatu 3 B
40520 Jyväskylä

**VOC-analyysi materiaalinäytteestä**

Näytteenottaja Mika Pälve
Näytteenottoaika Riihikallion koulu
Näytteenottopäivämäärä 11.6.2020
Vastaanottopäivämäärä 12.6.2020
Näytemäärä 3 kpl
Analyysin suorituspaikka WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

Näytteenotto- ja analyysimenetelmä

Materiaalin pinnoilta kerättiin ilmanäyte VOC-analyysiä varten Markes μ CTE-250-mikrokammoliattella adsorptioputkeen (Tenax-TA). Kaasuna oli instrumenttityppi. Näyte analysoitiin TD-GC-MS -laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 (muunneltu) mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22- 55 % yhdisteistä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 5-68 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Pitoisuusalueella 1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 29-75 % yhdisteistä riippuen. Määrittämisraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ laskettuna 2,0 gramman ja 2,0 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Yhdistekohtaiset määrittämisrajat ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratorion. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Analyysi kertoo, mitä yhdisteitä ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Tällä menetelmällä analysoitujen näytteiden tulokset eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

15.6.2020

Tulokset

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| Näyte/mittauskohde: | Näyte MNVO1, Luokkatila 6, Riihikallion koulu | |
| Materiaali: | Muovimatto + liima | |
| Analysointipvm: | 12.6.2020 | |
| Keräin: | 178737 | |
| Näytepalan koko: | 2,02 g | |
| Ilmanäytteen tilavuus: | 2,03 l | |
| Yhdisteryhmä | Yhdiste | Pitoisuus (µg/m ³ g) |
| Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt | Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)* | 54 |
| Aromaattiset hiilivedyt | Styreeni | 1,7 |
| Alkoholit | 2-etyyli-1-heksanoli | 3,3 |
| TVOC _{MS} * | | 68 |

*Tolueenivaste

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| Näyte/mittauskohde: | Näyte MNVO2, Luokkatila 112, Riihikallion koulu | |
| Materiaali: | Muovimatto + liima | |
| Analysointipvm: | 12.6.2020 | |
| Keräin: | 233569 | |
| Näytepalan koko: | 1,68 g | |
| Ilmanäytteen tilavuus: | 2,02 l | |
| Yhdisteryhmä | Yhdiste | Pitoisuus (µg/m ³ g) |
| Aldehydit | Nonanaali* | 2,2 |
| Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt | Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)* | 70 |
| Alkoholit | 2-etyyli-1-heksanoli | 21 |
| | 1-nonanoli (C9-alkoholi) | 6,6 |
| | 2-metyyli-1-propanoli | 2,0 |
| | 1-butanoli* | 3,6 |
| | 6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)* | 33 |
| | Muut C9-alkoholit (seos, yht.)* | 64 |
| Glykolit | 2-butoksietanoli | 3,8 |
| TVOC _{MS} * | | 220 |

*Tolueenivaste

15.6.2020

| | | |
|--|--|--|
| Näyte/mittauskohde: | Näyte MNVO3, Luokkatila 130, Riihikallion koulu | |
| Materiaali: | Muovimatto + liima | |
| Analysointipvm: | 12.6.2020 | |
| Keräin: | 203405 | |
| Näytepalan koko: | 1,86 g | |
| Ilmanäytteen tilavuus: | 2,00 l | |
| Yhdisteryhmä | Yhdiste | Pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$) |
| Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt | Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)* | 190 |
| Aromaattiset hiilivedyt | Styreeni | 3,9 |
| Alkoholit | 2-etyyli-1-heksanoli | 12 |
| | 1-nonanoli (C9-alkoholi) | 7,1 |
| | 2-metyyli-1-propanoli | 1,5 |
| | 1-butanoli* | 1,3 |
| | 6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)* | 33 |
| | Muut C9-alkoholit (seos, yht.)* | 56 |
| Glykolit | 2-butoksietanoli | 17 |
| Ketonit | 2-dekanoni* | 1,6 |
| TVOC_{MS}* | | 340 |

*Tolueenivaste

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio



Julia Laurén
laboratorioanalyttikko

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T269, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta ja toimipaikat ovat nähtävissä verkkosivuilta www.finas.fi. Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa

Yhtiön toiminimi
WSP Finland Oy

Puhelin
0207 864 11

E-mail
etunimi.sukunimi@wsp.com

Posti- ja käyntiosoite
Kympinkatu 3 B
40320 JYVÄSKYLÄ

URL
www.wspgroup.fi

Y-tunnus
0875416-5

Tilaja

WSP Finland Oy
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

Geeliteippinäytteen kuituanalyysi

Näytteenottokohde Riihikallion koulu
Näytteenottaja Mika Pälve
Näytteenottopäivä 11.6.2020
Vastaanottopäivä 12.6.2020

1 Näytteenotto ja analysointi

Näytteet otettiin suoraan pinnoilta geeliteipille WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa (Kympinkatu 3 B, Jyväskylä). Laboratoriossa näytteistä on analysoitu mineraalikuidut (pituudeltaan >20 µm olevat lasikuidut sekä lasi- ja kivivillakuidut) polarisaatiomikroskoopilla kuitunäytteiden analysointiohjeen mukaisesti. Kuidut on analysoitu teipin koko pinta-alalta (14 cm²) 100 x suurennoksella.

2 Viitearvot ja tulokset

Geeliteippinäytteiden näytteenottokohdat ja näytteiden kuitupitoisuus on esitetty taulukossa 1. Analyysin alin ilmoitettava pitoisuus (määritysraja) on 0,1 kpl/cm². Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Sosiaali- ja terveysministeriön 23.4.2015 antaman asetuksen mukaan teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja on kahden viikon pölykertymästä otetuissa näytteissä 0,2 kuitua/cm². Säännöllisesti siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuudet < 0,2 kpl/cm² ja harvoin siivotuilla pinnoilla < 3 kpl/cm² eivät todennäköisesti aiheuta ongelmaa (Schneider, 2000). Jos pitoisuudet harvoin siivotuilla pinnoilla ovat >10 kpl/cm², tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä sekä selvittää kuitulähteet.

Työterveyslaitoksen tekemän koosteen mukaan toimistotyypisillä työpaikoilla tuloilmakanavan pinnalla saa kuituja esiintyä keskimäärin 10-30 kpl/cm² (Työterveyslaitos, 2019).

Taulukko 1. Näytteenottokohdat ja mineraalikuitujen pitoisuus geeliteippinäytteissä.

| Näytteenottopaikka | Kuitupitoisuus, kpl/cm ² | Pölykertymä, vrk |
|------------------------|-------------------------------------|------------------|
| PNML 1. Luokkatila 06 | < 0,1 | 14 |
| PNML 2. Luokkatila 91 | < 0,1 | 14 |
| PNML 3. Luokkatila 112 | < 0,1 | 14 |
| PNML 4. Luokkatila 127 | < 0,1 | 14 |
| PNML 5. Luokkatila 133 | < 0,1 | 14 |

<0,1 = alle määritysrajan, mineraalikuituja ei esiintynyt



WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Outi Tolvanen
Erikoisasiantuntija, FT

Kirjallisuusviitteet

Schneider, T. (2000) Synthetic vitreous Fibres. Teoksessa: Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, New York 2000, chapter 39.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 23.4.2015, Helsinki.

Työterveyslaitos (2019). Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

314119

Sisällysluettelo

| | |
|--|----------|
| 1. VOC-näytteet (volatile organic compounds) | 3 |
| 1.1. VOC-materiaalinäytteet | 3 |
| 1.1.1. Epävarmuustarkastelu | 3 |
| 2. Kosteusmittaukset | 4 |
| 2.1. Pintakosteuskartoitus | 4 |
| 2.2. Viiltokosteusmittaus | 4 |
| 2.2.1. Epävarmuustarkastelu | 4 |
| 3. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella | 5 |
| 3.1.1. Epävarmuustarkastelu | 5 |
| 4. Käytetyt mittalaitteet | 5 |
| 4.1. Mittalaitteiden tarkkuus | 6 |
| Viitteet | 6 |

1. VOC-näytteet (volatile organic compounds)

1.1. VOC-materiaalinäytteet

Näytteet pakattiin tiiviisti alumiinifolioon ja uudelleensuljettavaan pussiin. Laboratoriossa näytteet analysoitiin käyttäen mikrokammio- (Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ -CTE) ja TD-GC-MS -laitteistolla.

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

Materiaalinäytetulosten arviointiin on olemassa viitearvot Työterveyslaitoksen julkaisussa ”Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin”. Julkaisu on päivitetty 19.03.2019. Näytteet on analysoitu WSP Finland Oy:n laboratoriossa ja laboratorion referenssikirjaston perusteella viitearvot ovat saman suuntaisia.

Taulukko 1: VOC-materiaalinäytteiden viitearvot (Työterveyslaitos 2019).

| Materiaali | TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$] | 2-etyyli-1-hek- sanoli [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$] | C9-alkoholit [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$] | Propani- happo [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$] |
|--|--|---|--|---|
| PVC, pehmitin DEHP | 200 | 70 | --- | --- |
| PVC; pehmitin DINCH, DINP tai DIDP | 500 ⁽¹⁾ | 50 | 320 ⁽¹⁾ | --- |
| Tasoitteet ja betoni | 50 | 40 | --- | --- |
| Linoleum | 650 | --- | --- | 100 |

1) = Työterveyslaitos on asettanut osalle materiaaleista viitearvot palvelunäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Näitä viitearvoja voidaan hyödyntää bulk-emissioimenetelmällä saatujen tulosten arvioinnissa. Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

1.1.1. Epävarmuustarkastelu

Materiaaleissa on ns. primääriemissioita eli materiaalille tyypillisiä ominaispäästöjä sekä sekundääriemissioita, joita vapautuu vaurioitumisen yhteydessä. Materiaalinäytteenotossa tutkijan on varmistuttava materiaalien primääri- ja sekundääriemissioista ottamalla näytteitä niin oletetulta vauriokohdalta kuin vertailupinnalta.

Kaikista rakennusmateriaaleista vapautuu VOC-päästöjä. Virheettömistä rakennusmateriaaleista VOC-päästöt pienenevät yleisesti ajan mittaan. Jos rakennusmateriaali on kosteusvaurioitunut, VOC-päästöt voivat nousta tai niiden koostumus muuttua.

Materiaalien voivat kontaminoitua ulkoisen tekijän seurauksena ja tämä on myös huomioitava tuloksia tarkasteltaessa ja mahdollisuuksien mukaan poissuljettava ennen näytteenottoa (edellinen siivous, lattiavahaus, näytteen likaantuminen) (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

2. Kosteusmittaukset

2.1. Pintakosteuskartoitus

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

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

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

Betoni sisätiloissa:

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

2.2. Viiltokosteusmittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään hyvin vesihöyrytiiviiksi.

Liimojen ja mattojen kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetään 85 %RH päällystämisen jälkeen, jos materiaalitiedoissa ei muuta mainita. Vanhoissa rakenteissa saatuja kosteuspitoisuuksia on arvioitava erikseen, jolloin on huomioitava kosteusrasituksen kesto ja käytetty materiaali (kestääkö materiaali 75-80 %RH kosteuspitoisuutta pitkällä aikavälillä). Vanhoissa lattiarakenteissa voi olla tasoitteita, jotka eivät kestä yli 75 %RH kosteuspitoisuutta, koska ne sisältävät orgaanisia ainesosia, kuten kaseiinia. Arvioitaessa rakennekosteuden vaikutusta tilanteissa, joissa rakenne on kuivunut jo pitkään, tulee ottaa huomioon alhaisemmassa kosteuspitoisuudessa myös vähäisemmätkin kosteuspitoisuuserot (Keinänen, H. 2013).

2.2.1. Epävarmuustarkastelu

Lattiapäällysteen ja tasoitteen välistä on tehtävä useita kosteusmittauksia, joilla saadaan varmistettua pintakosteusmittauksia vastaavat todelliset kosteuslukemat. Viiltomittauksia on tehtävä siinä laajuudessa, että saadaan rajattua ns. tavanomaisen ja poikkeavan kosteuden alueet.

Viiltomittaus on tarkimmillaan +20 °C lämpötilassa. Oikean mittaustuloksen saamiseksi anturi on tiivistettävä huolellisesti kitillä. Luotettavan mittaustuloksen kannalta on myös huomioitava riittävä anturin tasaantuminen (noin 15 – 20 min). Mittausta ei saa tehdä ns. vanhaan viiltoon, vaan mittaussaukko (viilto) on tehtävä juuri ennen mittausta.

3. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella

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

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

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

Merkkiainetutkimuksessa käytettiin Trotec TS 800 SDI -vetyanturia ja Trotec T 2000 E -mittalaitetta. Paine-eromittaus tehtiin TSI DP-CALC 5815 -laitteella.

Ilmavuotojen merkittävyys on arvioitu raportissa.

3.1.1. Epävarmuustarkastelu

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

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

Merkkiaineena käytettävän syöttömäärä vaikuttaa tehtäviin havaintoihin. Rakenteen liian pienellä merkkiaineena käytettävällä ei saada ilmavuotoja esille. Kun taas liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti.

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

4. Käytetyt mittalaitteet

Mittalaitteet on kalibroitu noin vuoden välein. Tämä koskee seuraavia tutkimuksissa käytettyjä mittalaitteita:

- Vaisala HMP42- ja HMP46-mittapää ja HM40 mittalaite

4.1. Mittalaitteiden tarkkuus

Vaisala HMP42- ja HMP46-mittapää

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

HM40 mittalaite

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

GANN Hydromette RTU 600, mittapää B 50

| | |
|-------------------------------------|--|
| Tiili / höyrykarkaistu kevytbetoni: | < 50 = normaali kosteus; > 50 = kohonnut kosteus |
| Betoni: | < 80 = normaali kosteus; > 80 = kohonnut kosteus |
| Levyrakenne / puu: | < 40 = normaali kosteus; > 40 = kohonnut kosteus |

Trotec TS 800 SDI -vetyanturi ja Trotec T 2000 E -mittalaite

Käytetty kaasuseos: Formier 5

TSI DP-CALC 5815 paine-eromittalaite

| | |
|----------------------|---|
| Paineen mittausalue: | 0 ... ± 3735 Pa, tarkkuus ± 1 % tai ± 1 Pa |
| Kalibrointi: | toukokuu 2016 + kenttäkalibrointi ennen mittausta |

Viitteet

- 1) HTP-arvot, 2018. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 2) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäongelmatapauksissa. VTT julkaisu 571.
- 3) Järnström Helena, 2007. Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672.
- 4) Kallio Sanna, 2017. Sisäilmatutkimusten mittaus- ja näytteenottotapahtuman sanallinen epävarmuustarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.
- 5) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja kehittämiskeskus Aducate.
- 6) Rakennustietosäätiö RTS, 2015. RT 14-11197. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekeihin.
- 7) Rakennustietosäätiö RTS, 2018. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 8) Suomen säädöskokoelma, asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, Ympäristöministeriö.
- 9) STMa 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 2015 sekä Valviran soveltamisohjeet 2016.
- 10) Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti.

- 11) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
- 12) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
- 13) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019.