TUTKIMUSRAPORTTI

Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Otsolan koulu B-osa

Hiidenkirnuntie 2

48770 Kotka

19.9.2018

OY INSINÖÖRI STUDIO
Tornatorintie 3, PL 25
48100 Kotka
Y0811750-2
www.insinooristudio.fi

TIIVISTELMÄ

Vanhempi rakennus (B-osa) on rakennettu vuonna 1953 ja uudempi rakennus (A-osa) sekä liikuntahalli ovat valmistuneet vuonna 1985. Osat A ja B on kytketty toisiinsa. Rakennuksissa on vesikiertoinen patterilämmitys, lämpökeskuksen energianlähteenä on maakaasu. Kiinteistö kuuluu kaupungin vesi- ja viemäriverkostoon. Ilmanvaihto on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. B-osa on osin kolme ja osin kaksikerroksinen. Kantavat rakenteen ovat tiiltä ja betonia, ulkoseinät ovat paikoin rapattuja ulkopinnaltaan. B-osalla on pääosin maan pinnan alapuolella sijaitseva kellarikerros, jonka alla on A- ja B-osat yhdistävä putkikanaali. Vesikatteena on harjakattoisella osalla rivipeltikate ja tasakattoisella osuudella bitumihuopakate.

Vuonna 2004 rakennuksessa on tutkittu kellarikerroksen rakenteita sekä sisäilman kuituja ylemmissä kerroksissa. Kellarikerroksen ulkoseinärakenteet on tiivistetty ja lattiarakenteet korjattu luokkatiloissa 001-004.

2018 tehdyn tutkimuksen tavoitteena oli määrittää rakenteet, jotka sisäilman laadun parantamiseksi on korjattava ja arvioida ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa sisäilman laatua parantavana tekijänä. Tutkimukset koostuivat aistinvaraisesta arvioinnista, mittauksista, rakenneavauksista ja näytteistä. Tiloissa tehtiin rakenteiden kosteusteknisiä tutkimuksia ja välipohja-, yläpohja- sekä ulkoseinärakenteista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Rakenteiden ilmavuotoja/ tiiveyttä selvitettiin merkkiainemittausten avulla.

Kellarin luokkatilojen 001-004 lattiarakenteet on korjattu ja tiivistetty 2004 tehtyjen tutkimusten perusteella. Nyt tehdyissä tiiveysmittauksissa lattiarakenteesta havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja pilarin liitoksista. Kellarin käytävän alla on putkikanaali. Muuten alapohjarakenne on maanvarainen, eristämätön betonilaatta. Eristämätön rakenne on kosteusteknisesti ns. riskirakenne, kun lattiapinnoitteena on käytetty tiivistä pvc-pinnoitetta. Maaperän kosteus voi kulkeutua betonilaattaan kapillaarisesti tai diffuusion avulla ja kertyä tiiviin pinnoitteen alle. Rakenteen kuivuminen on hidasta tiiviin pinnoitteen takia. Pitkällä aikavälillä liimat ja/tai pinnoite voi vaurioitua kosteuden vaikutuksesta. Lattiapinnoitteen alla havaittiin paikallisia kosteuspoikkeamia siivouskeskuksen ja siivoajien sosiaalitilojen alueella. Tilan 009 lattiapinnoitteesta otetun VOC-näytteen perusteella pinnoitteessa esiintyy vaurioita. Havaitut pinnoitevauriot ja puutteet ovat laajuudeltaan pieniä ja helposti korjattavissa.

Tutkimusten perusteella rakennuksen ulkoseinät ovat pääosin kosteusteknisesti riskittömiä. Ulkoseinärakenteet ovat massiivisia (tiilirakenteisia) tai kevytbetonilla eristettyjä. Osassa luokkatiloja on ulkoseinärakenteen sisäpintaan asennettu kuitulevy. Kuitulevyihin tehdystä rakenneavauksista havaittiin paikoin poikkeavaa hajua levytyksen ja seinän rajapinnassa (luokka 139). Luokan kohdalla ulkoseinärakenne on kastunut seinärakenteeseen liitetyn katoksen kohdalta. Kuitulevyistä otetuissa näytteissä esiintyi mikrobeita vähäisenä kasvuna (luokka 139). Korjauksena suositellaan seinärakentein kuitulevyjen poistoa ja rakenteen korjausta.

Maavastaiset seinärakenteet (betoni-bitumi-villa-tiili) on eristetty sisäpuolelta mineraali- ja lasivillalla. Tällaista maanvastaista rakennetta pidetään ns. riskirakenteena sen tuulettumattomuuden ja rakenteen hitaan kuivumisen takia. Tutkimukset keskitettiin terveydenhoitajan tiloihin ja tien puoleiselle osalle. Otetuissa näytteissä esiintyi viitteitä paikallisista kosteusvaurioista. Tiiveysmittauksissa havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja lattiarakenteen ja ulkoseinän rajapinnasta sekä ikkunaliitoksista. Kellarin luokkatiloissa seinärakenteen on tiivistetty 2004 tehtyjen tutkimusten perusteella. Tässä tutkimuksessa näistä tiivistetyistä rakenteista ei otettu materiaalinäytteitä. Nyt tehdyissä tiiveysmittauksissa seinärakenteista havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja rakenneliittymien kohdalla.

Välipohjarakenteet ovat pääosin massiivisia ylälaattapalkistoja. Käytävillä rakenteen on kaksoislaattapalkisto, jossa ei havaittu olevan eristettä sisällä. Musiikinluokan esiintymislava on puukollattu alalaattapalkiston päältä ja rakenteessa on eristeenä purua. Kosteuskartoituksen tai VOC-näytteiden perusteella lattiarakenteissa ei esiinny pinnoitevaurioita. Välipohjarakenteet eivät ole ns. riskirakenteita tai merkittävä riski sisäilman kannalta. Kattopinnoissa käytetyt mineraalivillalevyt ovat mahdollinen sisäilman kuitulähde.

Rakennuksessa havaittiin olevan kolmea erilaista yläpohja rakennetyyppiä. Kosteusteknisesti rakenteet eivät ole ns. riskirakenteita, mutta havaintojen perusteella yläpohjarakenteiden tuulettuvuus on heikko. Havaintojen ja otettujen näytteiden perusteella yläpohjarakenteissa (toja-eristeissä) ei esiinny laaja-alaisia vaurioita. Luokan 222 yläpohjassa on vanhoja vuotojälkiä ja vuodon alueelta otetussa näytteessä esiintyi viitteitä rakenteen sisällä olevien eristeiden vaurioista. Merkkiainemittauksessa havaittiin paikallisia ilmavuotopaikkoja yläpohjarakenteen liitoskohdissa. Havaintojen perusteella on mahdollista, että vauriokohdista kulkeutuu epäpuhtauksia sisäilmaan vuotoilmavirtausten mukana. Yläpohjarakenteessa on tiivistämättömiä/ sulkemattomia vanhoja painovoimaisia hormeja.

Ilmanvaihtokoneen kunto ja puhtaus tarkistettiin kesällä. Syksyllä koulun alettua tehtiin ilmamäärien tarkistusmittaukset, paine-eron seuranta ja sisäilman olosuhdemittaukset (lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus).

Ilmanvaihto on vuodelta 2005 ja siistissä kunnossa. Vanhat hormit ovat auki kerrosten välillä.

Siirtymäajan korjaavat toimenpiteet:
- alakattojen kuitulevyjen poistaminen tai pinnoittaminen
- yläpohjarakenteen tiivistäminen vuotoalueella (luokka 222) ja yläpohjan läpivientien/ vanhojen hormien tiivistäminen
- yläpohja ja ullakkotilojen tuulettuvuuden parantaminen
- luokkatilojen ulkoseinärakenteiden sisäverhouslevyjen (kuitulevyjen) poistaminen (luokka 139)
- alapohjan kanaalin alipaineistaminen/ puhaltimen korjaaminen
- kellarin vanhan polttoainevaraston ja vanhan hammashoitolan tilojen alipaineistaminen
- maanvastaisten seinärakenteiden tiivistysten korjaaminen
- kellarin maanvaraisten alapohjarakenteiden korjaaminen (muovimattojen poisto)

Peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet:
- yläpohjarakenteiden kattava korjaaminen/ uusiminen
- luokkatiloissa korokelattian purkaminen
- kaksoislaattavälipohjien (käytävät) ja eristettyjen välipohjien (vanha hammashoitola) korjaaminen/ uusiminen
- kellarin maanvastaisten seinärakenteiden kattava korjaaminen/ uusiminen
- alapohjarakenteiden kattava korjaaminen/ uusiminen

Ilmanvaihdon toimenpiteet:
- raitisilmakammion lattiakaivon puhdistaminen
- lumen ja veden pääsyä tuloilman suodattimille tarkkaillaan ja tarvittaessa raittiin ilman sääsuojausta parannetaan
- avonaiset, vanhat hormit tulee tulpata molemmista päistään

Kiinteistönhoidolliset toimenpiteet:
- raitisilmakammion lattiakaivon puhdistaminen
- lumen ja veden pääsyä tuloilman suodattimille tarkkaillaan ja tarvittaessa raittiin ilman sääsuojausta parannetaan
- avonaiset, vanhat hormit tulee tulpata molemmista päistään

Sisällys

TIIVISTELMÄ ... 1

1 YLEISTIEDOT ... 4

2 KOHTEEN YLEISKUVAUS ... 4

3 LÄHTÖTIEDOT ... 5

4 TUTKIMUSMENETELMÄT ... 5

5 RAKENNETENISET TUTKIMUKSET ... 6
- 5.1 Perustukset, sokkeli- ja kellarinseinärakenteet ... 6
- 5.2 Alapohja ... 10
- 5.3 Ulkoseinät ... 14
- 5.4 Välipohjat ... 17
- 5.5 Väliseinät ... 20
- 5.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet ... 20

6 ILMANVAIHTO JA SISÄILMAN OLOSUHTEET ... 26
- 6.1 Ilmanvaihtojärjestelmien toiminta ja hygienia ... 26
- 6.2 Sisäilman olosuhteet ... 27

7 YHTEENVETO TÄRKEIMMISTÄ SUOSITELTAVISTA TOIMENPITEISTÄ ... 28

8 ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI ... 29

LIITTEET ... 29

1 YLEISTIEDOT

Kohde

Otsolan koulu B-osa
Hiidenkirnuntie 2
48770 Kotka

Tilaaja/-t ja osoitetiedot

Leila Hietala
Kauppakatu 3 B 2. krs.
48100 Kotka

Tutkimuksen tekijät ja vastuuhenkilöt

Oy Insinööri Studio
Antti Ahola, RI AMK, RTA sertif. VTT-C- 20929–26-15
Johanna Lampinen, RTA sertif. VTT H/Rakter 019/05
Otto Koski, tutkimusassistentti
Henna Rämä, olosuhde- ja kuitumittaukset
Nea Katajala, harjoittelija
Juuso Pellinen, harjoittelija

Tutkimuksen tarkoitus / tavoite

Tutkimuksilla selvitettiin kattavasti koulun sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimusten perusteella annetaan korjaustoimenpidesuosituksia kohteen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

Tutkimuksen ajankohta

Kesäkuu-syyskuu, 2018

2 KOHTEEN YLEISKUVAUS

Rakentamisvuosi (ja mahdollinen peruskorjausvuosi)

1953

Rakennuksen käyttötarkoitus

Koulurakennus

Pääasiallinen runkomateriaali

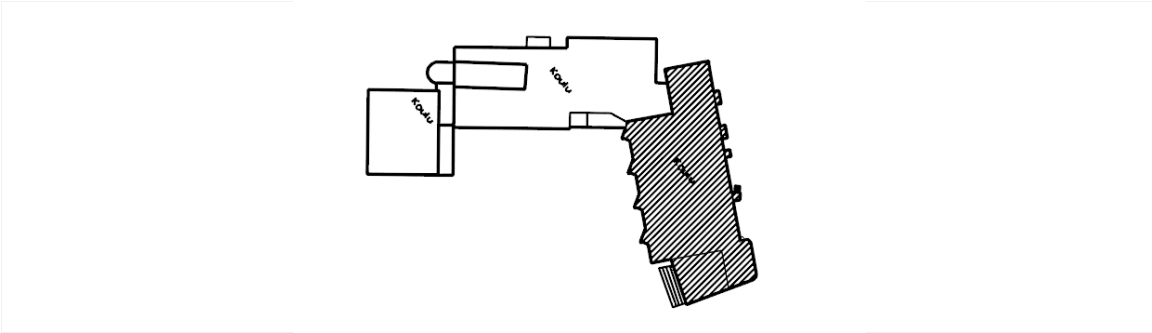
Poltettu tiili ja teräsbetoni

Kuvaus ilmanvaihtojärjestelmistä

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Tutkimusalueen rajaus

Tutkimukset kohdistuivat rakennuksen B-osaan. Tutkimusalue on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Tutkimusalue (B-osa) rasteroituna

3 LÄHTÖTIEDOT

- Muistio, A-osa ulkoseinärakenteiden tiivistyksen kontrollimittaukset 2.1.2018 (Oy Insinööri Studio)
- Tutkimusraportti, Sali, näyttämö ja kirjasto 2.5.2017 (Oy Insinööri Studio)
- Pohjakuvat
- Ilmanvaihtosuunnitelmat 18.2.2005 (Oy Insinööri Studio)
- Työselostus, sisäilmaongelman poistamiseksi tehtävät rakennetekniset korjaukset 22.3.2005 (Vahanen yhtiöt)
- Tutkimusraportti 8.11.2004 (Oy Insinööri Studio)

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Taulukossa 1 on esitetty tiivistetysti tehdyt tutkimukset ja käytetyt menetelmät. Tarkemmat menetelmäkuvaukset löytyvät liitteestä 1.

Taulukko 1. Yhteenveto tehdyistä tutkimuksista.

Tutkimus	Menetelmä/laitteet	Ajankohta
Kosteuskartoitus	Tramex Moisture Encounter	4.6.2018
Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden ja toiminnan arviointi	Arviointi tehtiin aistinvaraisesti, tutustumalla ilmanvaihtosuunnitelmiin sekä haastattelemalla kiinteistönhoitajaa	4.6.2018
Kosteusmittaukset	Viiltomittaus / Rotronic HygroLog	5.6.2018
Rakenteiden kunnon selvittäminen	Visuaalinen tarkastus, rakenneavaukset ja materiaalinäytteenotto	4.-12.6.2018
Merkkiainemittaus	Inficon Sensistor XRS9012 vetyvuodonilmaisin	6.6.2018
Olosuhdemittaukset	Jatkuva seuranta 2 viikon ajan, sisäilmassa, tuloilmassa ja ulkoilmassa. Mitattavina suureina lämpötila, suhteellinen kosteus ja paine-ero. Tinytag-loggerit.	21.8.-4.9.2018
Sisäilman kuitupitoisuuden mittaus	Näytteenotto 2 viikon aikana laskeutuneesta pölystä. Analyysi geeliteipiltä laboratoriossa*	22.8.-4.9.2018
Ilmamäärämittaukset	TSI PVM 620, Swema 125D	5.9.2018

* näytteen on analysoinut Tarjan asbesti- ja kuitulaboratorio Oy.

5 RAKENNETEKNISET TUTKIMUKSET

5.1 Perustukset, sokkeli- ja kellarinseinärakenteet

5.1.1 Rakenteet (sisältä ulospäin lueteltuna)

KS1 luokkatilat 001-004

- rappaus + maali	20 mm
- poltettu tiili	130 mm
- lasivilla	70 mm
- teräsbetoni	300 mm

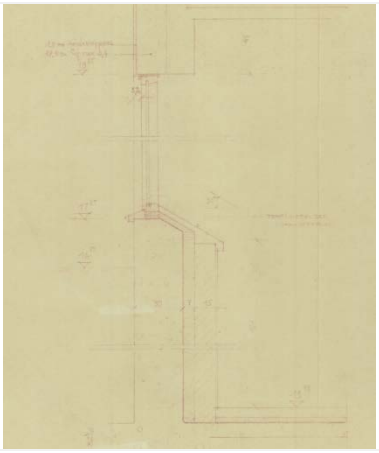
KS2 vanha hammashoitola

- kuitulevy	15 mm
- tasoite	20 mm
- poltettu tiili	300 mm
- lasivilla	20 mm
- teräsbetoni	+200 mm

KS3 (terveydenhoitajan tilat)

- tasoita + maali	20 mm
- poltettu tiili	130 mm
- lasivilla	50 mm
- bitumisively	5 mm
- teräsbetoni	+300 mm

Rakennus on perustettu betonianturoiden varaan. Sokkelit/ perusmuurit ovat teräsbetonisia, sisäpuolelta lämmön ja kosteudeneristettyjä. Vanhan polttoainevaraston, kattilahuoneen ja varastotilat sekä muuntamon seinät on sisäpuolelta eristämättömiä.



Kuva 2. kellarikerroksen maanvastainen seinärakenne KS1 luokkatiloissa. Rakenne on tiivistetty vuonna 2004.

Kuva 3. luokka 004 maanvastainen seinä (KS1)

Kuva 4. julkisivu tien puolella (kuva talvelta 2018)

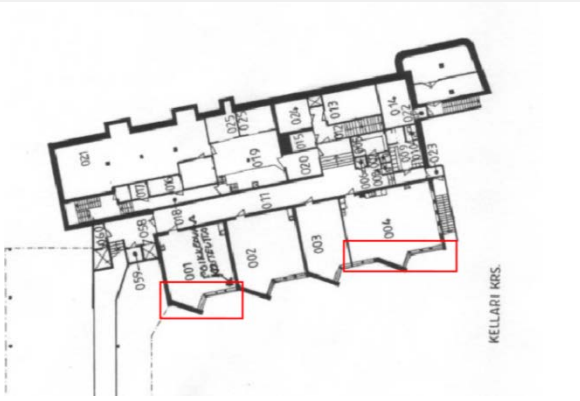
Kuva 5. julkisivu tien puolella (kuva talvelta 2018)

Kuva 6. vanhan hammashoitolan tilat

Kuva 7. kellaritilat, vanha polttoainevarasto

5.1.2 Havainnot ja mittaustulokset

Maanvastaisia seinärakenteita tutkittiin vanhan hammashoitolan tiloissa, terveydenhoitajan tiloissa sekä luokissa 001 ja 004. Vanhan hammashoitolan tilat on suljettu ja ovat nykyään käytössä lähinnä varastotilana.



Kuva 8. Tutkitut maanvastaiset seinärakenteet kellarikerroksessa

Kuva 9. Tutkitut maanvastaiset seinät 1. kerroksessa

Maanvastaiseen ulkoseinään tehtiin rakenneavauksia 7 kappaletta, joista tarkasteltiin rakennetta. Seinärakenteiden lämmöneristeistä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten, analyysivastaukset ovat liitteenä 3. Lisäksi maanvastaisen seinän tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainemittauksen avulla.

Terveydenhoitajan tilan 136 ulkoseinän rakenneavauksesta (kuva 5, punaisella merkitty avaus) välittyi poikkeava mikrobiperäinen haju. Seinärakenteesta otetussa materiaalinäytteessä esiintyi vahva viite vauriosta.

Materiaalinäytteet

Kellarinseinien lämmöneristeistä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Mikrobianalyysin tulokset ovat alla olevassa taulukoissa 2 ja analyysivastaus on liitteenä 3. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteenä 2 olevassa pohjakuvassa ja kuvassa 9.

TAULUKKO 2. Mikrobitulosten yhteenveto, ulkoseinärakenteet

Ulkoseinät	Näytteitä	Ei viitettä vauriosta	heikko viite vauriosta	viittaa vauri-oon	vahva viite vauriosta
Materiaalinäytteet	7	4	2	0	1

Tiiveysmittaukset (merkkiainemittaus)

Merkkiainemenetelmällä arvioitiin maanvastaisen ulkoseinärakenteen tiiveyttä tiloissa 001, 004, ja 136. Merkkiaine laskettiin seinärakenteen eristetilaan. Mittaukset tehtiin rakennuksen ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa (paine-ero -2… -4 Pa ulkovaipan yli).

Luokka 001:
- patteriputken kannakkeet
- patterin kannakkeet
- ikkunapenkin reuna
- sähkökouru sisään, todennäköisesti kannakoinnista
- huoneen ”erkkerin” lattian nurkka

Kuva 10. maanvastainen ulkoseinä. Havaitut vuodot merkitty punaisilla nuolilla,

Kuva 11. Havaitut vuotopaikat.

Luokka 004:
- ikkunapenkin ja väliseinän liitos
- lattian ja ulkoseinän rajapinta, jalkalistan alta
- patterikannake
- lattian ja ulkoseinän rajapinta, jalkalistan alta

Kuva 12. maanvastainen ulkoseinä. Havaitut vuodot merkitty punaisilla nuolilla

Kuva 13. Havaitut vuotopaikat.

Tila 136 (terveydenhoitaja):
- ikkunapenkin ja väliseinän liitos
- lattian ja ulkoseinän rajapinta, jalkalistan alta
- patterikannakkeet

Kuva 14. Maanvastainen ulkoseinä tilassa 136. Havaitut vuodot merkitty punaisilla nuolilla

Kuva 15. Maanvastainen ulkoseinä tilassa 136. Havaitut vuodot merkitty punaisella nuolella

5.1.3 Johtopäätökset

Sisäpuolelta eristetty maanvastainen tiili-villa-bitumi-betoni ulkoseinä luokitellaan ns. riskirakenteeksi. Talvikaudella kylmän betoniseinän sisäpinnalla voi tapahtua kosteuden tiivistymistä (sisäilman vesihöyryn tiivistyminen). Rajapinnalle tiivistynyt kosteus kertyy eristetilaan vaurioittaen sitä pitkällä aikavälillä. Sisäpuolinen vedeneristys ei pysy pitkäaikaisesti kiinni rakenteessa tai tiiviinä, koska betonista irtoaa kosteuden vaikutuksesta suoloja ja kalkkia jolloin bitumisively irtoaa paikoitellen kosteimmista kohdista. Kosteuden vaikutuksesta rikkoutunut sokkelin sisäpuolinen bitumisively ei toimi vedeneristeenä, jolloin ulkopuolinen kosteus aiheuttaa vaurioita lämmöneristeissä. Rakennusta ympäröivät piha-alueet on asfaltoitu, joka vähentää kellarinseinärakenteiden kosteuskuormaa merkittävästi.

Tämän ja aiemmin tehdyn tutkimuksen yhteydessä otettujen näytteiden ja havaintojen perusteella maanvastaisten ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä esiintyy paikallisia kosteusvaurioita.

Luokkatilojen 001 ja 004 vuonna 2004 tiivistetyissä seinärakenteissa havaittiin pistemäisiä vuotokohtia eristetilasta sisäilmaan. Tehdyissä tiivistyksissä ei kuitenkaan esiintynyt merkittäviä iän tuomia vaurioita tai heikkenemistä.

Tiivistämättömissä seinärakenteissa (terveydenhoitajan tilat) esiintyi pistemäisiä ilmavuotoja eristetilasta sisäilmaan.

5.1.4 jatkotoimenpiteet

Korjausvaihtoehtoina maanvastaisille seinärakenteille ovat raskas tai kevyt korjaus. Kevyt korjaus on siirtymäajan korjaus, ennen suurempaa peruskorjausta (1-10v.)

Raskas korjaus

Seinärakenne puretaan betonipinnalle asti, jolloin lämmöneristeet sekä bitumi poistetaan ja rakenne korjataan kosteusteknisesti toimivaksi. Tämä vaihtoehto on onnistuneen lopputuloksen ja puhtaan sisäilman kannalta varmin korjaustapa. Korjauksessa veden- ja lämmöneristys tulee siirtää betonirakenteen ulkopintaan.

Kevyt korjaus

Vuonna 2004 tehdyt tiivistykset korjataan tilojen 001-004 osalta.

Maanvastaiset seinärakenteet ja rakenneliittymät tiivistetään ilmatiiviiksi. Sisäpintojen tiiviys on tärkeää, jotta seinäeristeiden epäpuhtaudet eivät pääse heikentämään sisäilman laatua, eikä sisäilman kosteus kulkeudu ulkoseinärakenteisiin. Muurattujen ulkoseinien tiivistys on aina haasteellista. Ilmeisimmät vuotoilmareitit tulee tiivistää. Näitä ovat mm.

- ikkunakarmien liitos ulkoseinään
- lattian ja ulkoseinän liitos
- pilarin ja ulkoseinän liitokset
- välipohjan ja seinärakenteiden liitos
- kaikki halkeamat ja läpiviennit
- kannakkeet, patterit ja sähkökourut irrotetaan ja kannakoinnit uusitaan/ tiivistetään
- muuratut rakenteet suositellaan yli tiivistettäviksi
- ulkoseinän ja väliseinien liitos

Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee aina varmentaa merkkiainemittauksin työn aikana ja seurantamittauksina tulevina vuosina.

5.2 **Alapohja**

5.2.1 Rakenteet:

AP1 (porrastasanne 012, kellarikerros)
- vinyylilaatta
- betoni 50mm
- bitumi 5 mm
- betoni 50mm
- hiekka

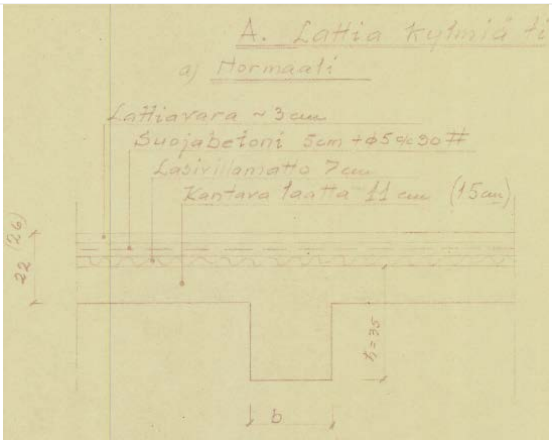
AP2 (kellarikäytävä 011, ”viemäriputken kanaali”)
- vinyylilaatta

- betoni 60 mm
- villa 20–40 mm
- betoni 70–80 mm
- muottilauta 20 mm
- ilmatila 180 mm

AP3 (kellarikäytävä 011)
- vinyylilaatta
- betoni 60 mm
- villa 20–40 mm
- bitumi 5 mm
- betoni 70–80 mm
- kanaali

AP4 (luokat 001-004)
- klinkkerilaatta
- betoni 60mm
- suodatinkangas
- leca-sora 100mm
- betonilaatta

AP5 (opettajanhuoneen 221 lattia)
- muovimatto
- pintabetoni 50mm
- teräsbetoni 70mm
- muottilauta 20mm
- koksikuona 200mm
- ohut alalaatta
-



Kuva 16. Kylmiä tiloja vasten oleva välipohja alkuperäisten suunnitelmien mukaan

5.2.2 Havainnot ja mittaustulokset

Kellarikerroksen luokkatilojen 001-004 alapohjarakenteet on korjattu/ uusittu 2004 tehdyn tutkimuksen perusteella. Lattiarakenteet on korjauksen lisäksi tiivistetty ja pinnoitettu klinkkerilaatalla. Lisäksi rakenne on varustettu lattialämmityksellä.

Kuva 17. Kellarikäytävän 011 ja luokan 004 lattiarakenteet.

Kuva 18. Kellarikäytävä 011

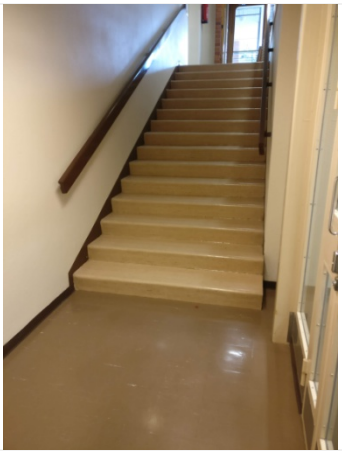
Putkikanaalin alipaineistus oli tutkimushetkellä pois päältä.

Kuva 19. Kellarikäytävän 011 alla oleva putkitunneli

Kuva 20. Putkitunnelin alipaineistus. Tutkimushetkellä puhallin oli pois päältä.

<u>Kosteuskartoitus, kosteusmittaukset ja VOC näytteenotto</u>

Kellarin alapohjarakenteet kartoitettiin pintakosteudenosoittimella. Kosteuspoikkeamia havaittiin paikallisesti kellarikäytävällä 011, sosiaalitiloissa 009 ja porrashuoneessa 012. Kosteuskartoituksen perusteella lattiarakenteista mitattiin ns. viiltomittauksena kosteus lattiapinnoitteen alta. Viiltomittausten tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa 3.



Kuva 21. Porrashuone 012

Kuva 22. Porrashuoneen 012 lattiarakenteessa

	kosteuspoikkeamia

Tilan 009 kosteusmittauksessa havaittiin kosteuden olevan lievästi koholla. Lattiapinnoitteesta otettiin materiaali VOC analyysiin. Analyysivastaus on liitteenä 4.

TAULUKKO 3: Viiltomittausten tulokset lattiapinnoitteen alta 6.6.2018

VM	Mittaussyvyys	Mittauspaikka	RH %	Lämpötila °C	Kosteus (g/m^3)
1.	muovimaton alta	009 pukuhuone	75 %	21 °C	13,8
2.	vinyylilaatan alta	012 portaiden edessä	70 %	22 °C	13,6
3.	vinyylilaatan alta	011 käytävä	54 %	21 °C	10,0
Sisäilma			26 %	22 °C	5,1
Ulkoilma			50 %	22 °C	9,7

Normaalina tuloksena pinnoitteen alapuolella vanhoissa lattioissa voidaan pitää 50 - 60 % suhteellista kosteutta. Kriittisenä pitkäaikaisena kosteutena pinnoitteen alapuolella pidetään noin 75 % suhteellista kosteutta.

TAULUKKO 4. materiaalinäytteiden VOC- analyysin tulokset

Näyte	2-EH µg/m3g	C9-alkoholit µg/m3g	TVOC µg/m3g
VOC 1 (Kellarin sosiaalitila)	380	-	1200

5.2.3 Johtopäätökset

Kellarin luokkatilojen 001-004 lattiarakenteet on korjattu ja tiivistetty 2004 tehtyjen tutkimusten perusteella. Tilan 001 korjatun ja tiivistetyn alapohjarakenteen tiiveysmittauksessa havaittiin pistemäisiä vuotoja eristetilasta sisäilmaan rakenteen reuna-alueilta. Maaperän ja/tai alapohjan eristetilan epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan rakennuksen ilmanvaihdon luoman alipaineen vaikutuksesta.

Kellarin käytävän alla on putkikanaali. Kanaalissa havaittiin poikkeavaa tunkkaista hajua ja tutkimushetkellä kanaalin poistoilmapuhallin oli pois päältä. Kanaalin epäpuhtaudet voivat kulkeutua ylempiin kerroksiin epätiiviiden läpivientien, luukkujen ja rakenteiden epäjatkuvuuskohtien kautta.

Muuten alapohjarakenne on maanvarainen, eristämätön betonilaatta. Eristämätön rakenne on kosteusteknisesti ns. riskirakenne, kun lattiapinnoitteena on käytetty tiivistä pvc-pinnoitetta. Maaperän kosteus voi kulkeutua betonilaattaan kapillaarisesti tai diffuusion avulla ja kertyä tiiviin pinnoitteen alle. Rakenteen kuivuminen on hidasta tiiviin pinnoitteen takia. Pitkällä aikavälillä liimat ja/tai pinnoite voi vaurioitua kosteuden vaikutuksesta. Lattiapinnoitteen alla havaittiin paikallisia kosteuspoikkeamia siivouskeskuksen ja siivoajien sosiaalitilojen alueella. Kellarin alapohjan lattiapinnoitteesta otetun materiaalinäytteen VOC-analyysin perusteella lattiapinnoitteet ja/tai liimat ovat vaurioituneet kosteuden vaikutuksesta havaituilla kosteilla alueilla. TVOC- pitoisuudet (=haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus) oli sosiaalitilan 009 näytteessä koholla. Runsaana esiintyvät 2-etyyli-1-heksanoli on viite materiaalin vaurioitumisesta kosteuden vaikutuksesta. Vaurioituneista lattiapinnoitteista sisäilmaan vapautuvat orgaaniset yhdisteet voivat aiheutua ärsytysoireita sekä allergisia oireita herkille ihmisille. Yleisesti lattiapinnoitteiden vauriot aiheuttavat sisäilman

tunkkaisuutta. Yhdisteiden vaikutus sisäilman laatuun riippuu ilmanvaihdon tehokkuudesta. Tehokas ilmanvaihto laimentaa sisäilman pitoisuuksia.

5.2.4 Toimenpide-ehdotukset

Kevyt korjaus

Maanvaraisen alapohjan tiiviit muovimatto- ja vinyylilaattapinnoitteet poistetaan ja pintamateriaalit uusitaan vesihöyryä läpäiseviksi.

Maanvaraisen alapohjan reuna-alueet, kantavien seinälinjojen lattialiitokset ja muut ilmavuotopaikat tulee tiivistää ilmatiiviiksi. Ilman kulkeutuminen alapohjasta ja kanaaleista sisätiloihin tulee estää. Kosteuspoikkeamien alueilta tulee poistaa pinnoitteet ja rakenteet puhdistaa epäpuhtauksista ja betonipinnat kapseloida.

Kanaaleihin alipaineistus uusitaan ja sen toiminta varmistetaan savukokein. Lisäksi alapohjaan voidaan asentaa erillinen radonpoistojärjestelmä. Näin kanaalin ja maaperän epäpuhtaudet eivät jatkossa pääse kulkeutumaan sisätiloihin.

Raskas korjaus

Alapohjarakenteet puretaan ja rakenteet uusitaan kosteusteknisesti toimiviksi. Kanaali alipaineistetaan ja alapohjaan asennetaan radonpoistojärjestelmä.

5.3 Ulkoseinät

Ulkoseinät on osittain rapattuja ja osittain puhtaaksi muurattuja.

Kuva 23. Kuva sisäpihan puolelta

Kuva 24. Kuva pääsisäänkäynnin edestä, opettajan huone sisäänkäynnin päällä.

Kuva 25. Kuva tien puolelta

Kuva 26. Kuva tien puolelta, opettajan huoneen ja terveydenhoitajan tilan kulmasta

5.3.1 Rakenteet:

US1 (luokka 139)

- kipsilevy	13mm
- kuitulevy	15 mm
- massiivitiili	400mm

US2 (luokkatilat, liikuntasali)

- betoni	120mm
- siporex	250mm
- rappaus	20 mm

US3 (terveydenhoitajan tila)

- maalattu kipsilevy	13 mm
- pikipaperi	
- runko+ mineraalivilla	50 mm
- Siporex	300 mm
- Rappaus	20 mm

US4 (opettajan huone)

- Kuitulevy	15 mm
- Massiivitiili	400 mm

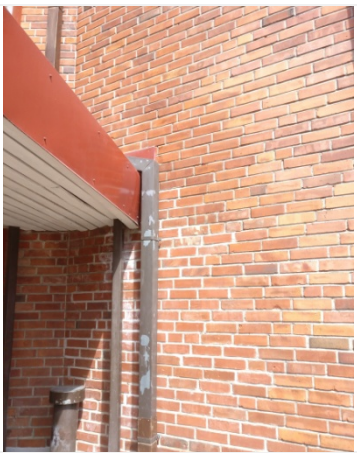
Kuva 27. Ulkoseinärakenne US3 terveydenhoitajan huoneessa (sisäpihan puoli)

5.3.2 Havainnot ja mittaustulokset

Ulkoseinärakenteet ovat rakenteiltaan puhtaaksi muurattua poltettua tiiltä tai betonikuorisia missä on lämmöneristyksenä siporex ja ulkopinta rapattu. Sisäverhouksena on pääsoin kuitulevyä, kuitu- ja kipsilevyä tai maalattu pinta. Puhtaaksi muuratussa ulkopinnassa havaittiin paikoin tiilien rapautumista.

Luokan 139 sisäpihan puoleisten seinän rakenneavauksen ja näytteenoton yhteydessä kuitulevyn ja tiilirakenteen pinnassa havaittiin poikkeava mikrobiperäinen haju. Ulkopuolella on pääsisäänkäynnin katos, jonka kohdalla seinärakenteessa on viitteitä rakenteen kastumisesta.

Kuva 28. Ulkoseinärakenteen sisäpinnan levytykset luokassa 139.



Kuva 29. A-osan pääsisäänkäynnin katoksen liitos B-osan seinärakenteeseen. Tiilipinnassa merkkejä kosteudesta.

<u>Materiaalinäytteet</u>

Ensimmäisen kerroksen ulkoseinärakenteista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Sisäverhouslevyistä (kuitulevyistä ja kipsilevyistä) 8 kpl ja terveydenhoitajan ulkoseinän mineraalivillaeristeestä 1 kpl. Mikrobianalyysin tulokset ovat alla olevassa taulukoissa 3 ja analyysivastaus on liitteenä 3. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteenä 2 olevassa pohjakuvassa.

TAULUKKO 5. Mikrobitulosten yhteenveto, ulkoseinärakenteet

Ulkoseinät	Näytteitä	Ei viitettä vauriosta	heikko viite vauriosta	viittaa vauri-oon	vahva viite vauriosta
Materiaalinäytteet	9	6	3	0	0

Luokan 139 ulkoseinärakenteen pintaan asennetusta kuitulevyistä otettiin 2 näytettä. Otetuissa näytteistä molemmissa esiintyi heikko viite vauriosta. Vaurioituneissa näytteissä esiintyi heikkona kasvuna kosteusvaurioon indikoivia aktinobakteereita (*Streptomyces*) sekä näytteessä 2. *A. versicolor* sukuisia homeita.

Terveydenhoitajan tilasta 137 ulkoseinärakenteesta otetussa näytteessä esiintyi heikko viite vauriosta. Rakenne on sisäpuolelta eristetty kevytbetonirakenne. Lämmöneristeestä otetussa näytteessä esiintyi heikkona kasvuna kosteusvaurioon indikoivia aktinobakteereita (*Streptomyces*).

Tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Oy Insinööri Studion kirjallisella luvalla.

5.3.3 Johtopäätökset

Ulkoseinärakenteiden sisäverhouslevyistä (kuitulevy) otetuissa näytteissä esiintyi viitteitä paikallisista kosteusvaurioista. Seinärakenteet ovat massiivitiiltä, jossa vesihöyry liikkuu rakenteen läpi vallitsevien olosuhteiden mukaan. Sisäpuolelta eristettynä (orgaanisella eristeellä) ja tiiviillä maalilla pinnoitettuna rakenteen vesihöyryn läpäisevyys heikkenee ja rakenteen sisäänpäin kuivuminen on hidasta. Ulkoseinärakenteen kastuessa sateella voi kuitulevyn ja tiilirakenteen rajapintaan kertyä kosteutta. Vaurioalueella ulkoseinärakenteen ulkopinnassa havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä.

Yleisesti seinärakenteet ovat kosteusteknisesti toimia, massiivisia rakenteita.

5.3.4 Jatkotoimenpiteet

Seinärakenteiden sisäpintojen kuitulevyt tulee poistaa ja rakenne korjata kosteusteknisesti toimivaksi. Korjaus voidaan toteuttaa puhdistamalla seinäpinnat kiviainekselle saakka, tasoittamalla pinnat sementtipitoisella tasoitteella ja maalaamalla vesihöyryä läpäisevällä maalilla.

Lisäksi jatkotoimenpiteinä suositellaan puhtaaksi muurattujen seinärakentein ulkopuolista korjaamista esimerkiksi rappaamalla.

5.4 **Välipohjat**

5.4.1 Rakenteet

VP1 (luokkatilat)
- muovimatto
- tasoite
- betonilaatta
- palkisto

VP2 (luokkien korotettu lattia)

- muovimatto	
- betoni	30mm
- lahonnut muottilauta	20mm
- ilmaväli	100mm
- betonilaatta	

VP3 (käytävät)

- vinyylilaatta	
- tasoite	
- betonilaatta	150mm
- ilmaväli	
- alalaatta	

VP4 (terveydenhoitajan tila 136)

- muovimatto	
- tasoite	
- betoni	80mm
- lasivilla (painunut)	20mm
- betoni	100mm

VP5 (käytävä 116)

- vinyylilaatta ”hovilaatta”	
- tasoite	10mm

- punainen vanha tasoite 20mm
- betoni 80mm
- pohjalaatta

VP6 (opettajanhuone 220 lattia / terveydenhoitajan tila katto)
- muovimatto
- betoni 100mm
- muottilauta 20mm
- ilmaväli 200mm
- alalaatta 40 mm

VP7 (2.krs katto, käytävä)
- kuitulevy 10mm
- betoni 50mm
- ilmaväli 300mm
- muottilaudat 20 mm
- betonilaatta 40 mm

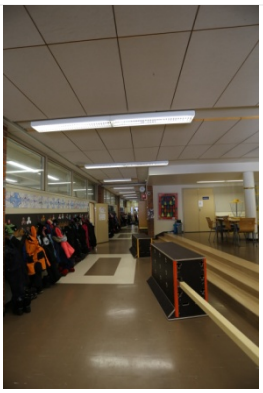
VP8 (liikuntasalin näyttämö)
- lautalattia 30 mm
- koolaus ja ilmaväli 500-700 mm
- betonipalkisto ja sahanpurua 400 mm
- alalaatta 50 mm

5.4.2 Havainnot ja mittaustulokset

Välipohjarakenteina on ylälaattaholveja, kaksoislaattaholveja ja massiivibetonilaattoja. Kaksoislaattaholveissa ei ole havaintojen perusteella eristystä, mutta muottilaudat ovat rakenteessa paikallaan.

Käytävien ja luokkien alakatoissa on akustoivana materiaalina villalevyä, jotka ovat pääosin reunapinnoittamattomia.

Kuva 30. luokkatiloissa ylälaattapalkisto



Kuva 31. käytävällä kaksoislaattaholvi välipohjana

Kuva 32. vanhan hammashoitolan katto / liikuntasalin näyttämön lattia. Välipohjassa eristeenä sahanpurua

Kuva 33. luokan 139 korokelattian avaus

Mikrobinäytteet

Luokan 139 korokelattian muottilaudasta otettiin näyte mikrobianalyysiin. Analyysivastaus on liitteenä 3. Rakenneavauksen paikka on esitetty liitteenä 2 olevassa pohjakuvassa.

Otetun näytteen perusteella muottilaudassa ei esiintynyt mikrobikasvua.

Kosteuskartoitus ja VOC-näytteenotto

Kerrosten lattiarakenteet kartoitettiin pintakosteudenosoittimella. Lattiarakenteissa ei havaittu kosteuspoikkeamia. Pinnoitteista otettiin sattumanvaraisesti, pistokoeluontoisesti 3 näytettä VOC-analyysiin. Analyysivastaus on liitteenä 4 ja tulokset esitetty alla olevassa taulukossa 6.

TAULUKKO 6. materiaalinäytteiden VOC- analyysin tulokset

Näyte	2-EH µg/m3g	C9-alkoholit µg/m3g	TVOC µg/m3g
VOC 2 (Luokka 142)	6	-	30
VOC 3 (ATK 222)	6	5	40
VOC 4 (Kuvaamataito 309)	7	5	50

Työterveyslaitoksen analyysivastauksen liitteessä olevan tulosten tarkastelun viitearvot vaurioituneelle lattiapinnoitteelle nykyisin on 200/500 µg/m^{3}g riippuen pinnoitteessa käytetyistä pehmitteistä. Liitteessä on myös annettu kosteusvaurioon viittaaville yhdisteille (2-EH ja C9-alkoholit) viitearvot.

Otetuissa näytteissä ei esiintynyt viitteitä pinnoitevaurioista.

5.4.3 Johtopäätökset

Välipohjarakenteita on useita erilaisia. Rakenteet ovat pääosin eristämättömiä betonirakenteita. Ainoastaan liikuntasalin näyttämön alla, vanhan hammashoitolan tiloissa sekä terveydenhoitajan tiloissa lattiarakenteessa havaittiin eristeitä (puru tai lasivilla). Käytävien kaksoislaattavälipohjissa sekä luokkatilojen korokelattiassa havaittiin olevan vanhat lahonneet muottilaudat paikallaan.

Kosteuskartoituksen tai VOC-näytteiden perusteella lattiarakenteissa ei esiinny pinnoitevaurioita.

Välipohjarakenteet eivät ole ns. riskirakenteita tai merkittävä riski sisäilman kannalta. Kattopinnoissa käytetyt mineraalivillalevyt ovat mahdollinen sisäilman kuitulähde.

5.4.4 Jatkotoimenpiteet

Alakattojen akustoivat mineraalivillalevyt tulee poistaa tai pinnoittaa.

Puru ja lasivilla eristetyt välipohjarakenteet sekä kaksoislaattarakenteiset välipohjarakenteet suositellaan purettaviksi ja korjattaviksi suuremman peruskorjauksen yhteydessä.

5.5 Väliseinät

5.5.1 Rakenteet

- Kantavat väliseinät normaalikokoista poltettua tiiltä.
- Kevyet väliseinät sahajauho- tai kahi-tiiltä 1/ 4 tai 1/ 2 kiven vahvuisena.

Kaksinkertaiset äänieristetyt seinät on muurattu 4cm ilmaraolla. Luokan puolella seinärakenteissa on pintamateriaalina maalattu kuitulevy. Luokkien ja käytävän väliseinässä on yläikkunat.

5.5.2 Havainnot ja mittaustulokset

Väliseinärakenteissa ei tehty poikkeavia havaintoja

Kuva 34. Väliseinärakenne luokassa 139

5.5.3 Johtopäätökset ja suositeltavat toimenpiteet

Väliseinärakenteet eivät ole merkittävä riski sisäilman kannalta.

Ei jatkotoimenpiteitä.

5.6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

5.6.1 Rakenteet (alhaalta ylös lueteltuna):

YP1 (opettajan huone 221)

- rappaus
- villalevy/kuitulevy
- betoni 60 mm
- koolaus + puru 400 mm
- tuuletusrako 100 mm
- laudoitus 20 mm
- bitumikermi

YP2 (luokkatilat 2krs.)
- alakatossa villalevy
- betoni + palkisto 100 mm + 350 mm
- lastuvillalevy 100 mm
- betoni (palopermanto) 20- 40 mm
- mineraalivilla 100–200 mm
- ullakko/ kattokannakkeet
- ruodelaudoitus
- peltikate

YP3 (liikuntasali)
- palkisto +betonilaatta 300 mm + 100 mm
- purueristys 300 mm
- mineraalivilla 0- 100 mm
- ullakko
- vesikattorakenteet

5.6.2 Havainnot ja mittaustulokset

Luokan 222 katossa / yläpohjarakenteissa havaittiin vanhoja vuotojälkiä. Havaintojen perusteella vuodot ovat kastelleen palopermannon lastuvillaeristeitä.

Kuva 35. Luokan 222 katossa vuotojälkiä

Kuva 36. Luokkien yläpohjassa palopermannon alla lämmöneristeenä lastuvillalevy

Kuva 37. Liikuntasalin/ musiikkiluokan yläpohja. Permannon päällä lisälämmöneristys

Kuva 38. Luokkatilojen lisälämmöneristetty palopermanto

Kuva 39. Liikuntasalin/ musiikkiluokan näyttämön yläpohja. Eristeenä mm. purua

Kuva 40. Liikuntasalin/ musiikkiluokan näyttämön yläpohja. Purua noin 300 mm rakenteessa.

Opettajan huoneen 221 yläpohja on, kevytrakenteinen ja purueristeinen. Seinärakenteessa on yläpohjan tuuletusputket pihan puolella.

Kuva 41. Opettajanhuone 221 yläpohjan rakenneavaus.

Kuva 42. Opettajanhuone 221 yläpohjan rakenneavaus

Kuva 43. Opettajanhuoneen 221 vesikatto

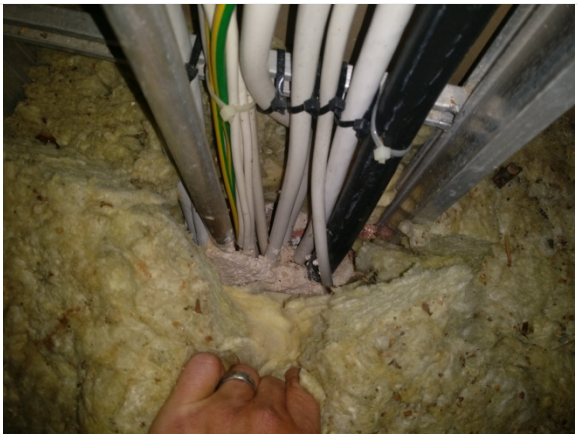
Kuva 44. Opettajanhuoneen 221 räystäslinja. Seinärakenteessa yläpohjan tuuletusventtiilit.

Yläpohjassa havaittiin sulkemattomia vanhoja painovoimaisia ilmanvaihtohormeja. Osa hormeista on otettu koneellisen ilmanvaihdon kanavien käyttöön. Havaintojen perusteella läpiviennit on kanavien osalta valettu umpeen.

Kuva 45. Yläpohjarakenteessa vanha painovoimaisia hormeja tukittu mineraalivillalla

Kuva 46. Yläpohjarakenteessa vanha painovoimainen tukkimatta

Kuva 47. Tien puolen yläpohja, ilmanvaihto-konehuoneen takana.



Kuva 48. Yläpohjan läpivientejä on tiivistetty

Yläpohjan tuulettuvuus on havaintojen perusteella heikko. Räystäslinjalta yläpohja on suljettu, eikä harjalla havaittu tuuletusventtiileitä.

Kuva 49. Yläpohjassa jätettä ja muuta roskaa

Kuva 50. Yläpohjan räystäslinja tuulettumaton

Vesikatto on kohtalaisessa kunnossa. Katteessa ei havaittu reikiä tai muita merkittäviä puutteita.

Kuva 51. Opettajanhuone 221 yläpohjan rakenneavaus	Kuva 52. Opettajanhuone 221 yläpohjan rakenneavaus

Materiaalinäytteet

Yläpohjarakenteiden lämmöneristeistä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Luokkien 222 ja 223 lastuvillalevyistä 4 kpl ja opettajanhuoneen 221 purusta 3 kpl. Mikrobianalyysin tulokset ovat alla olevassa taulukoissa 4 ja analyysivastaus on liitteenä 4. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteenä 2 olevassa pohjakuvassa.

TAULUKKO 4. Mikrobitulosten yhteenveto, ulkoseinärakenteet

Ulkoseinät	Näytteitä	Ei viitettä vauriosta	heikko viite vauriosta	viittaa vauri-oon	vahva viite vauriosta
Materiaalinäytteet	7	6	0	1	0

Luokan 222 vesivuodon alueelta otetussa näytteessä esiintyi viite vauriosta. Näytteessä esiintyi niukasti kosteusvaurioon indikoivia homeita (*A. versicolor ja Chaetomium*) sekä kohtalaisesti aktinobakteereita (*Streptomyces*).

Merkkiainemittaus (rakenteen tiiveys)

Yläpohjarakenteen tiiveyttä ja mahdollisia vuotoilmavirtauksia tutkittiin tilassa 309 merkkiainemenetelmällä. Merkkiaine laskettiin yläpohjarakenteen eristetilaan. Huoneen ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa (paine-ero ulkovaipan yli -2…-5 Pa) havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan korvausilman mukana eristekerroksesta huonetilaan mm.

- pilarin ja katon liitoksesta

Kuva 53. Tilan 309 yläpohjan tiiveysmittaus. Ilmavuotoa pilarin ja katon liitoskohdasta.

5.6.3 Johtopäätökset

Tutkimuksissa havaittiin rakennuksessa olevan kolmea erilaista yläpohja rakennetyyppiä. Kosteusteknisesti rakenteet eivät ole ns. riskirakenteita, mutta havaintojen perusteella yläpohjarakenteiden tuulettuvuus on heikko.

Havaintojen ja otettujen näytteiden perusteella yläpohjarakenteissa ei esiinny laaja-alaisia vaurioita. Luokan 222 yläpohjassa on vanhoja vuotojälkiä ja vuodon alueelta otetussa näytteessä esiintyi viitteitä rakenteen sisällä olevien eristeiden vaurioista. Merkkiainemittauksessa havaittiin paikallisia

ilmavuotopaikkoja yläpohjarakenteen liitoskohdissa. Havaintojen perusteella on mahdollista, että vauriokohdista kulkeutuu epäpuhtauksia sisäilmaan vuotoilmavirtausten mukana.

Yläpohjarakenteessa on tiivistämättömiä/ sulkemattomia vanhoja painovoimaisia hormeja, joiden vaikutusta ilmanvaihdon toimintaan tai sisäilmaan ei tässä tutkimuksessa selvitetty.

5.6.4 Jatkotoimenpiteet

Jatkotoimenpiteinä suositellaan alakattopinnan, rakenteiden liittymien ja läpivientien tiivistämistä havaitulla vuotoalueella (luokka 222). Yläpohjan tuulettuvuutta tulee parantaa erillisten venttiileiden avulla korkealla osalla. Lisäksi yläpohjasta läpimenevät vanhat hormirakenteet on suositeltavaa tiivistää vuotoilmavirtausten estämiseksi.

Suuremman peruskorjauksen yhteydessä kaikki yläpohjarakenteet suositellaan korjattaviksi erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

6 ILMANVAIHTO JA SISÄILMAN OLOSUHTEET

Nyt tehdyissä tutkimuksissa tarkastettiin ilmanvaihtokoneiden kunto, hygienia, toiminta ja mahdolliset mineraalikuitulähteet. Syksyllä 2018 koulun alettua tehtiin tutkimussuunnitelman mukaiset ilmamäärämittaukset, paine-eron seuranta ja sisäilman olosuhdemittaukset (lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus).

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmien toiminta ja hygienia

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. Lähtötietoina saadut ilmanvaihtokuvat ovat ajantasaiset vuodelta 2005. Aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että B-osan vanhan painovoimaisen ilmanvaihdon hormit ovat auki mm. näyttämöllä, entisissä hammashoitolan tiloissa ja ullakolla. Avonaiset, vanhat hormit on suositeltu tulpattavaksi molemmista päistään.

6.1.1 Havainnot ja mittaukset

<u>TK/PK5, luokkahuoneet (+4,5/-4,1 m^3/s)</u>

Otsolan koulun vanhan osan ilmanvaihtokone vuodelta 2005. Aiemmissa tutkimuksissa (Tutkimusraportti 2.5.2017) tiloista on mitattu kuituja 2 viikon pölylaskeumasta. Tulosten perusteella sisäilmassa on tavanomaista enemmän mineraalikuitupölyä. Ilmanvaihtokoneessa ei havaittu kuitulähteitä.

Kone oli tarkastushetkellä pois käytöstä koulussa käynnissä olevien kunnostustöiden takia. Normaalisti kone käy täydellä nopeudella 24/7.

Raitisilmakammio oli tarkastushetkellä siisti, mutta RI-kammion lattiakaivo likainen. Tulosuodattimet ovat pitkät pussisuodattimet luokkaa F7. Suodatinkammion pohjalla on kuivuneita vesijälkiä. Patterit ovat siistissä kunnossa. Puhallin on suorakäyttöinen. Poistopuolen suotimet ovat pussisuodattimet luokkaa F6/M6.

Ilmamääriä mitattiin pistokoeluonteisesti 13 tilasta. Mittausten perusteella ilmamäärät ovat osassa tiloja suunniteltua suuremmat. Tämä saattaa aiheuttaa ilman kulkeutumista eri tilojen välillä. Mittauspöytäkirja on liitteenä

<u>PF5.2, wc-tilat (0,46 m^3/s)</u>

Wc-tilojen poistoilman huippuimuri sijaitsee vesikatolla. Puhaltimen kuntoa ei tarkastettu.

6.1.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Raitisilmakammion lattiakaivo puhdistetaan.

Lumen ja veden pääsyä tuloilman suodattimille tarkkaillaan ja tarvittaessa raittiin ilman sääsuojausta parannetaan.

Avonaiset, vanhat hormit tulee tulpata molemmista päistään.

6.2 Sisäilman olosuhteet

Kiinteistön olosuhteita seurattiin 2 viikon ajan. Mittausten keskeiset tulokset on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Sisäilman olosuhdemittausten keskeiset tulokset.

Mittauspaikka / tila	Lämpötila (^{o}C), keskiarvo	Suhteellinen kosteus (%), keskiarvo	Hiildioksidi (ppm), keskiarvo	Paine-ero (Pa), keskiarvo
Tila 004	sisäilma 22 tuloilma 21	55	61 (max 607)	-2
Luokka 224	sisäilma 22 tuloilma 21	56	505 (max 906)	-2
Akkuhuone - putkikuilu				-0,2
Lämpökeskus - putkikuilu				-0,2
Ulkoilma	17	77		-0,2

Kellarikerroksen tilan 004 pistokkeesta ei saatu sähköä kuin työaikoina, joten viikonloppu- ja iltaaikojen paine-ero- ja hiilidioksidiseurannan mittaustulokset ovat arkipäiviltä päiväsaikaan saatuja.

Akkuhuoneen ja lämpökeskuksen paine-erot putkikuiluihin nähden olivat tasapainossa. Luokkatilojen paine-erot ulkoilmaan oli lähellä tasapainotilaa, molemmissa sisätilat olivat ulkoilmaan nähden noin -2 Pa alipaineisia. Paine-eroon vaikuttavat ulkoilman olosuhteet, rakenteiden tiiveys ja ilmanvaihdon toiminta.

Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus olivat vuodenaikaan nähden tavanomaiset. Suhteellisen kosteuden tulisi olla välillä 20-60 % ja lämpötilan talvella 20-22 astetta, kesäaikana toimenpideraja huonelämpötilalle on 30-32 ^{o}C.

Hiilidioksidipitoisuudet eivät ylitä toimenpiderajoja. Yli 800 ppm:n pitoisuudet aistitaan ilman tunkkaisuutena. Toimenpideraja-arvo on 1150 ppm + ulkoilman hiilidioksidipitoisuus eli noin 1500 ppm (Asumisterveysasetus 2015). Hiilidioksidi on ihmisistä peräisin oleva päästö, jonka pitoisuuteen vaikuttaa tilan koko, käyttö, ihmisten määrä ja ilmanvaihto. Yli 1200 ppm pitoisuus on yleensä merkki riittämättömästä ilmanvaihdosta tilan käyttöön nähden.

6.2.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tilat ovat ulkoilmaan nähden keskiarvoltaan -2 Pa alipaineiset, mikä on hyvä sisäilman laadun kannalta. Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet sekä sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus olivat tavanomaisia.

7 YHTEENVETO TÄRKEIMMISTÄ SUOSITELTAVISTA TOIMENPITEISTÄ

Lista tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

Siirtymäajan korjaavat toimenpiteet:
- alakattojen kuitulevyjen poistaminen tai pinnoittaminen
- yläpohjarakenteen tiivistäminen vuotoalueella (luokka 222) ja yläpohjan läpivientien/ vanhojen hormien tiivistäminen
- yläpohja ja ullakkotilojen tuulettuvuuden parantaminen
- luokkatilojen ulkoseinärakenteiden sisäverhouslevyjen (kuitulevyjen) poistaminen
- alapohjan kanaalin alipaineistaminen/ puhaltimen korjaaminen
- maanvastaisten seinärakenteiden tiivistysten korjaaminen
- kellarin maanvaraisten alapohjarakenteiden korjaaminen (muovimattojen poisto)

Peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet:
- yläpohjarakenteiden kattava korjaaminen/ uusiminen
- luokkatiloissa korokelattian purkaminen
- kaksoislaattavälipohjien (käytävät) ja eristettyjen välipohjien (vanha hammashoitola) korjaaminen/ uusiminen
- kellarin maanvastaisten seinärakenteiden kattava korjaaminen/ uusiminen
- alapohjarakenteiden kattava korjaaminen/ uusiminen

Ilmanvaihdon toimenpiteet:
- raitisilmakammion lattiakaivon puhdistaminen
- lumen ja veden pääsyä tuloilman suodattimille tarkkaillaan ja tarvittaessa raittiin ilman sääsuojausta parannetaan
- avonaiset, vanhat hormit tulee tulpata molemmista päistään
- kellarin vanhan polttoainevaraston ja putkitunnelin alipaineistaminen

8 ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

Altistumisolosuhteita arvioitiin Työterveyslaitoksen ohjeen mukaan käyttäen apuna pääkriteereitä, jotka kuvaavat tavanomaisesta poikkeavaa olosuhdetta (Ohje työterveyshuollon toimintaan ja potilasvastaanotolle kun työpaikalla on sisäilmasto-ongelma, Työterveyslaitos 2017). Tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen todennäköisyyttä arvioidaan neliportaisella asteikolla:
1) epätodennäköinen, 2) mahdollinen, 3) todennäköinen, ja 4) erittäin todennäköinen.

Arvioon vaikuttavat tekijät on arvioitu tiivistelmässä. Arvioon vaikuttaa vaurioiden laajuus sekä tilojen käyttötarkoitus. Rakenneteknisten tutkimuksen perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde tilassa on mahdollinen.

Kotkassa 19.9.2018

Oy Insinööri Studio

Antti Ahola	Johanna Lampinen
RI, RTA VTT-C- 20929–26-15	tutkimusins., RTA VTT H/Rakter 019/05

LIITTEET

1. Käytetyt tutkimusmenetelmät
2. Pohjakuva, johon on merkitty mittaus- ja näytteenottopaikat
3. Analyysivastaus materiaalien mikrobeista
4. Analyysivastaus VOC
5. Mittauspöytäkirja, ilmanvaihtoverkosto

MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT

Yleistä

Tilojen ja rakenteiden kuntoa sekä sisäilman laatua arvioitiin aistivaraisesti paikan päällä sekä haastattelemalla kiinteistönhoitajaa ja tilojen käyttäjiä.

Kosteuskartoitus

Rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioitiin pistokoeluonteisesti käyttäen pintakosteudenilmaisimia Tramex Moisture Encounter. Kartoitus tehtiin noin neliön tarkkuudella rakenteen pinnalta tapahtuvilla havainnoilla. Pintakosteusmittauksen lukemat ovat suhteellisia arvoja, eivätkä anna todellista tietoa rakenteen kosteudesta. Tulokseen vaikuttavat rakenteen pinnan epätasaisuus, kosteus, rakenteen sisällä oleva metalli sekä rakenteen epähomogeenisuus (erilaiset materiaalikerrokset). Kartoituksessa mahdollisesti havaituista kosteuspoikkeamista on mainittu raportissa.

Rakenteiden kosteusmittaus

Kosteuskartoituksen yhteydessä rakenteesta mitattiin suhteellinen kosteus ja lämpötila ns. viiltomittauksena lattiapinnoitteen alta, mittalaitteena Rotronic HygroLog -kosteusanturit. Mittauspaikoiksi valittiin kosteuskartoituksen perusteella pintakosteudenilmaisimen osoittamat kosteimmat kohdat.

Rakenneavaukset

Rakenteita ja niiden kuntoa tutkittiin avaamalla rakenteita sisäpuolelta käsin. Lisäksi rakenteisiin porattiin pienempiä reikiä, joiden kautta rakennetta selvitettiin endoskoopin avulla.

Mikrobit materiaalinäytteissä

Rakenteiden mikrobiologista kuntoa tutkittiin materiaalinäytteiden avulla. Näytteenottopaikat olivat rakenteellisia riskipaikkoja. Lisäksi materiaalinäytteitä otettiin ilmanvaihdon raitisilmakammiosta. Analyysivastauksessa on arvioitu elinkyisten mikrobien määrää suhteellisella asteikolla. Näytteet on analysoitu suoraviljelymenetelmällä käyttäen Hagem-, DG18-, M2- ja THG-kasvatusalustoja. Analysoinnista vastasi Työterveyslaitos.

Merkkiainemittaukset

Rakenteiden tiiveyttä ja rakenteissa olevia vuotoilmareittejä selvitettiin merkkiainemenetelmällä. Merkkiaineena käytettyä typpi-vety -seoskaasua laskettiin tutkittavien rakenteiden eristetilaan pienellä tilavuusvirralla, jotta rakenne ei muodostuisi paineelliseksi. Sisätiloissa rakenteen epäjatkuvuuskohtia tutkittiin vetypitoisuutta suoraan osoittavalla mittalaitteella (Inficon Sensistor XRS9012 vetyvuodonilmaisin). Mittausten aikana rakennuksen ilmanvaihto toimi normaalitilassa, tiloja ei alipaineistettu.

Ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ja hygienia

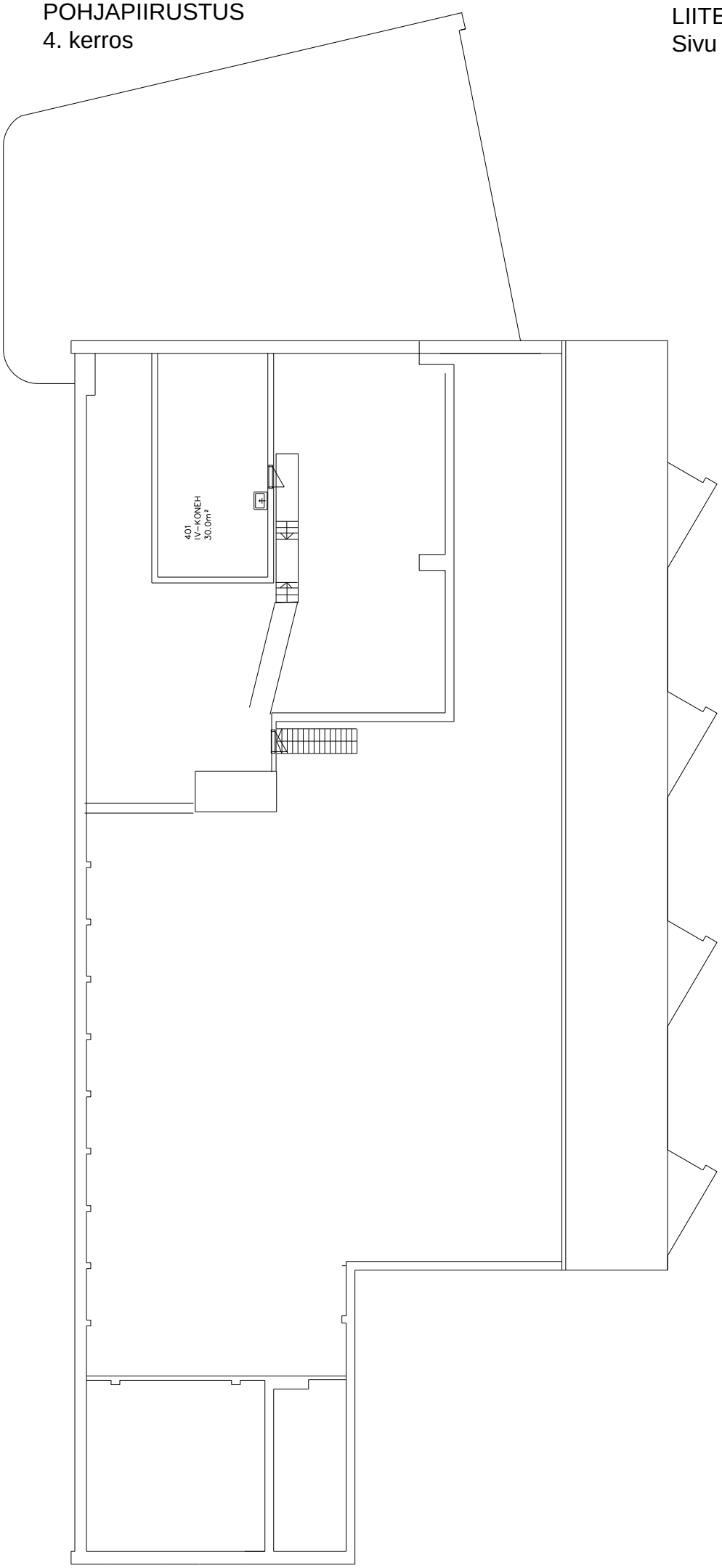
Ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa ja hygieniaa selvitettiin aistinvaraisesti. Aistinvaraisessa arvioinnissa järjestelmän puhtautta arvioitiin visuaalisen arvosteluasteikon (KH 28-00389, LVI 39-10409) mukaan tarkastusluukkujen ja päätelaitteiden kautta. Ilmamääriä mitattiin pistokoeluonteisesti ja mittauksista laadittiin pöytäkirja. Mittalaitteina TSI PVM 620 ja Swema 125D.

Sisäilman olosuhteet

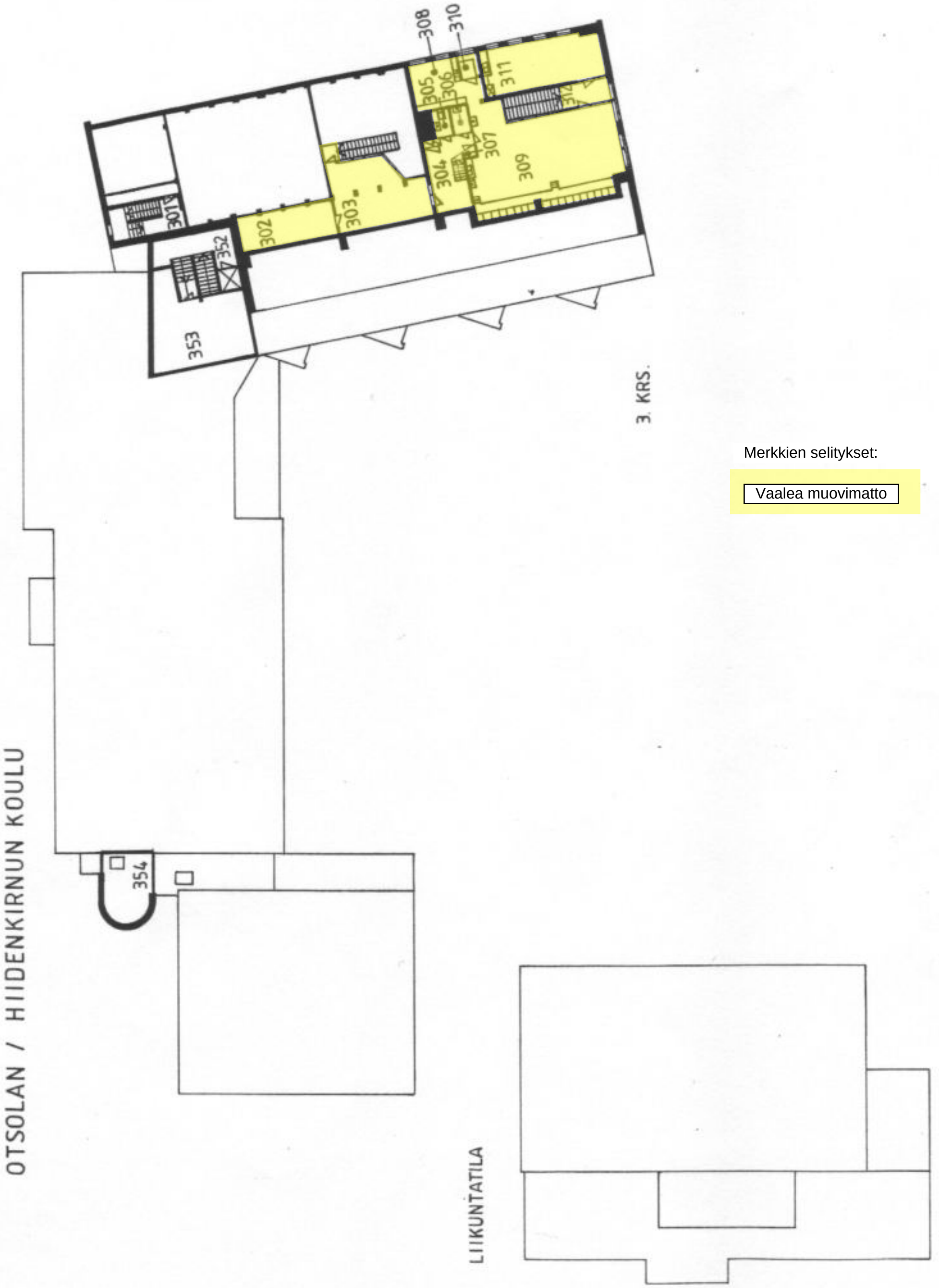
Sisäilmaolosuhteita arvioitiin aistinvaraisesti, hetkellisillä olosuhdemittauksilla sekä haastattelemalla rakennuksen käyttäjiä. Mittalaitteena Rotronic Hygropalm HP21. Sisäilman ja ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta sekä rakennuksen painesuhteita seurattiin yhtäjaksoisena mittauksena. Lisäksi seurattiin tuloilman lämpötilaa ja hiilidioksidipitoisuutta. Mittalaitteena olivat Tinytag-loggerit. Painesuhteita ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan mitattiin myös hetkellisenä mittauksena. Mittalaitteena oli mikromanometri TSI PVM620.

T4033-6
Kotka
Otsolan koulu
B-osa

POHJAPIIRUSTUS
4. kerros



POHJAPIIRUSTUS
3. kerros

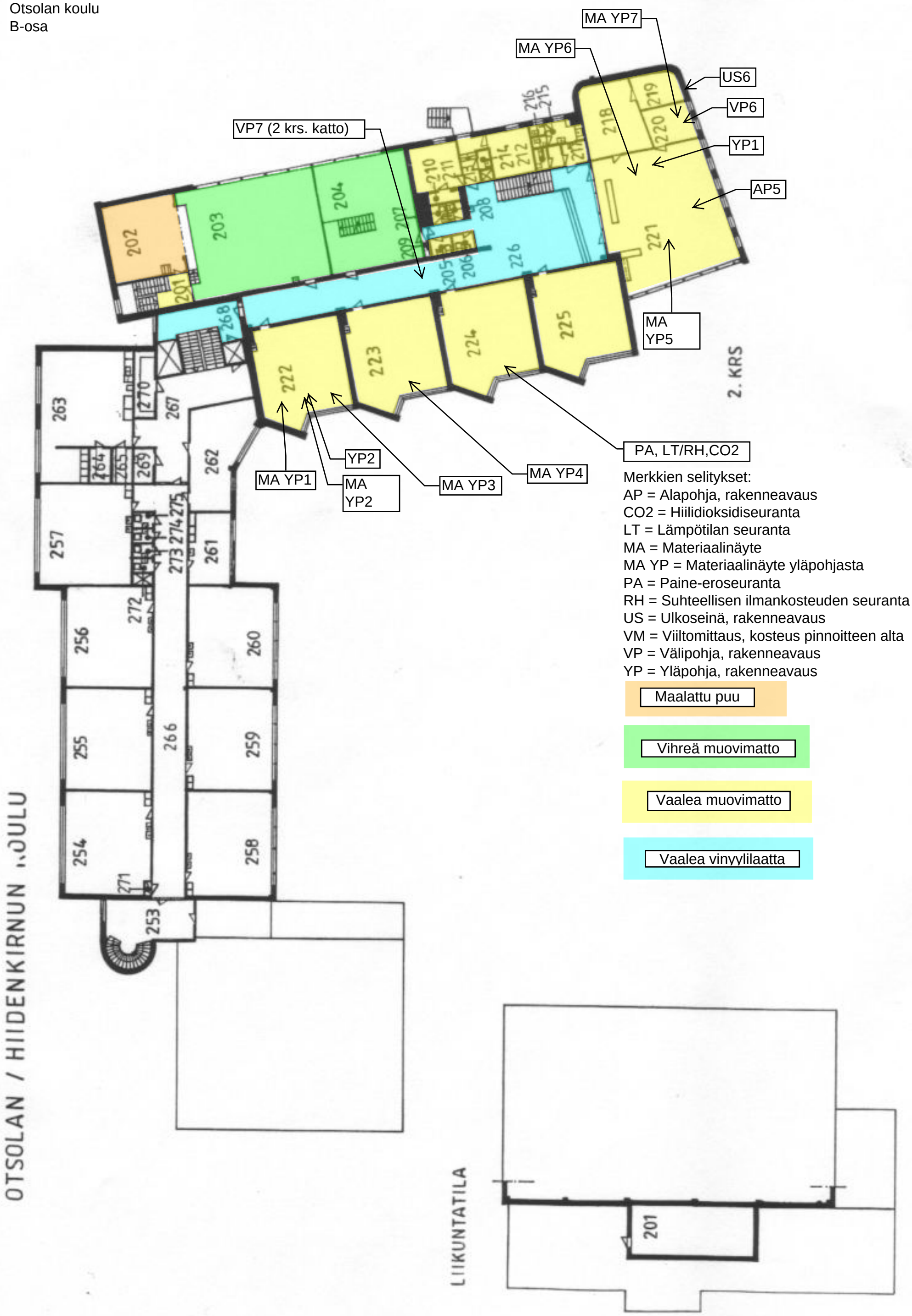


Merkkien selitykset:

Vaalea muovimatto

T4033-6
Kotka
Otsolan koulu
B-osa

POHJAPIIRUSTUS
2. kerros

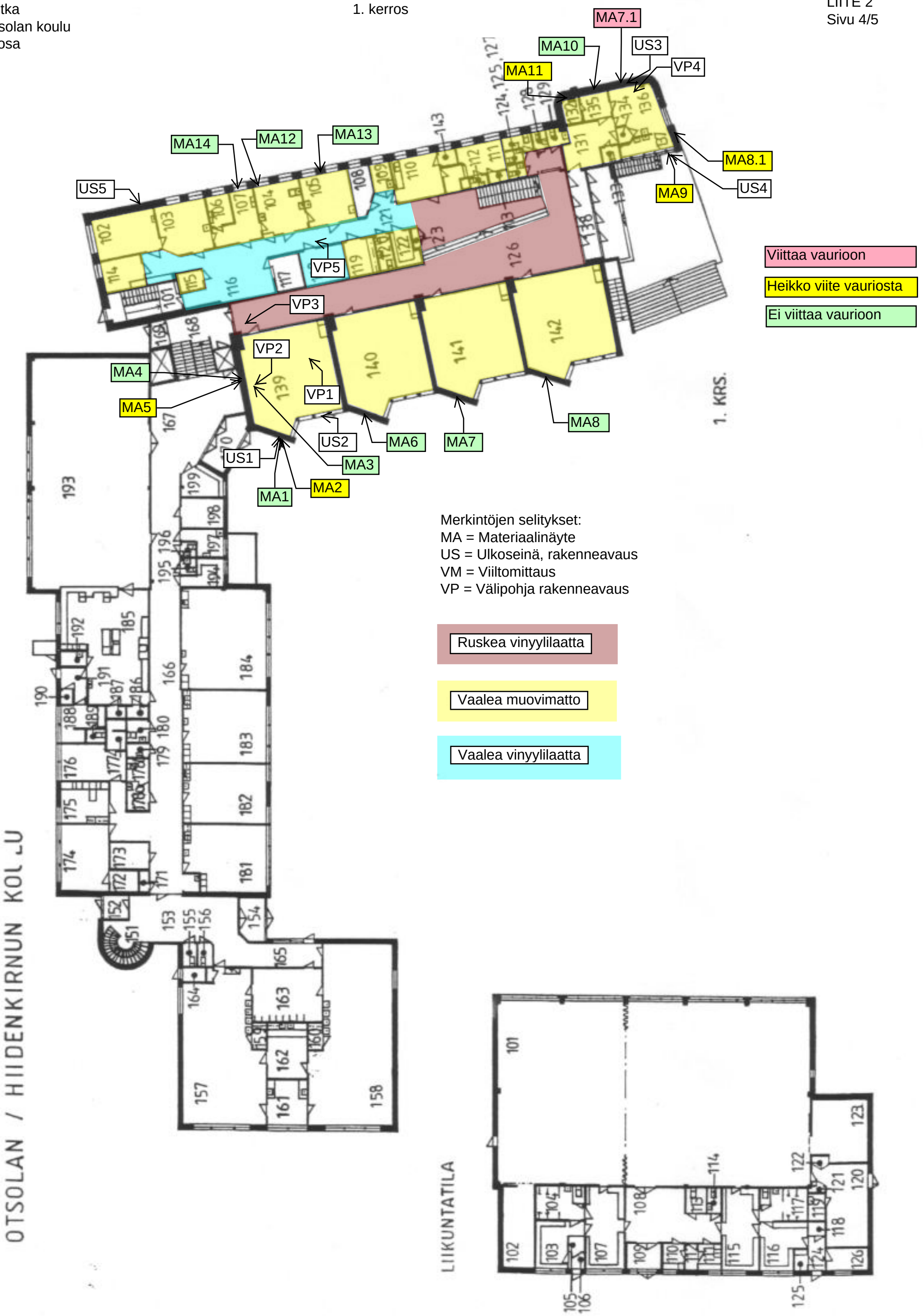


Merkkien selitykset:
AP = Alapohja, rakenneavaus
CO2 = Hiilidioksidiseuranta
LT = Lämpötilan seuranta
MA = Materiaalinäyte
MA YP = Materiaalinäyte yläpohjasta
PA = Paine-eroseuranta
RH = Suhteellisen ilmankosteuden seuranta
US = Ulkoseinä, rakenneavaus
VM = Viiltomittaus, kosteus pinnoitteen alta
VP = Välipohja, rakenneavaus
YP = Yläpohja, rakenneavaus

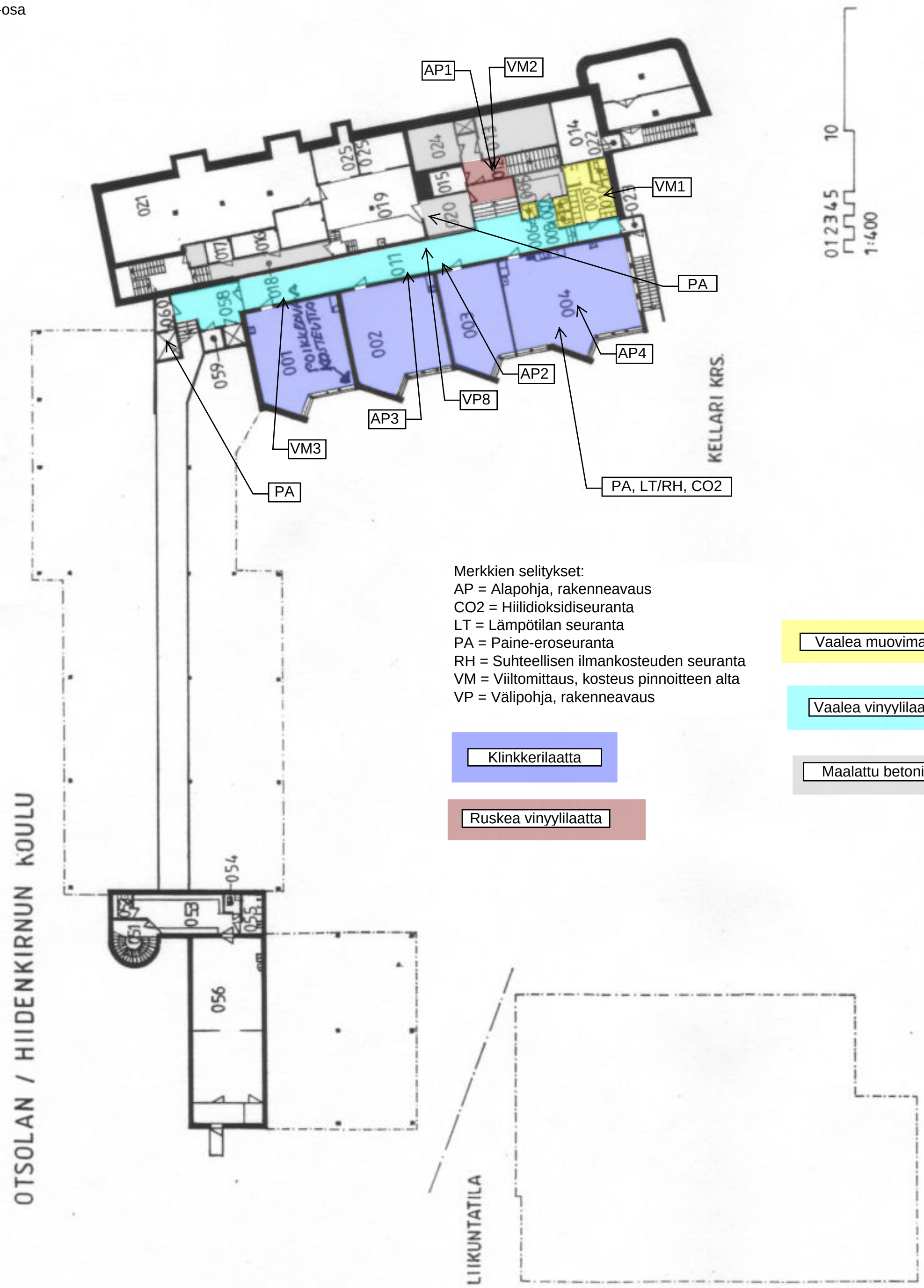
T4033-6
Kotka
Otsolan koulu
B-osa

POHJAPIIRUSTUS
1. kerros

LIITE 2
Sivu 4/5



POHJAPIIRUSTUS
kellarikerros



Merkkien selitykset:
AP = Alapohja, rakenneavaus
CO2 = Hiilidioksidiseuranta
LT = Lämpötilan seuranta
PA = Paine-eroseuranta
RH = Suhteellisen ilmankosteuden seuranta
VM = Viiltomittaus, kosteus pinnoitteen alta
VP = Välipohja, rakenneavaus

Vaalea muovimatto

Vaalea vinyylilaatta

Klinkkerilaatta

Maalattu betoni

Ruskea vinyylilaatta

Osakeyhtiö Insinööri Studio
Antti Ahola
Tornatorintie 3
48100 KOTKA

FINAS
Finnish Accreditation Service
T013 (EN ISO/IEC 17025)

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Ahola
Näytteenottopaikka: Otsolan koulu
Näytteenottopäivämäärä: 6.6.2018
Vastaanottopäivämäärä: 8.6.2018
Näytemäärä: 16 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus-lämpötila	Kasvatus-aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

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

Tutkitut näytteet	Tulosten tulkinta
1. Ulkoseinä, huone 139, kipsilevyn paperi	ei viitettä vauriosta
2. Ulkoseinä, huone 139, kuitulevy	heikko viite vauriosta
3. Välipohja (lattian koroke), huone 139, muottilauta	ei viitettä vauriosta
4. Ulkoseinä, huone 139, kipsilevyn paperi	ei viitettä vauriosta
5. Ulkoseinä, huone 139, kuitulevy	heikko viite vauriosta
6. Ulkoseinä, huone 140, kuitulevy	ei viitettä vauriosta
7. Ulkoseinä, huone 141, kuitulevy	ei viitettä vauriosta
8. Ulkoseinä, huone 142, kuitulevy	ei viitettä vauriosta
9. Ulkoseinä, huone 137, mineraalivilla	heikko viite vauriosta
10. Ulkoseinä, huone 135, lasivilla	ei viitettä vauriosta
11. Ulkoseinä, huone 132, lasivilla	heikko viite vauriosta
12. Maanvastainen seinä, vanha hammashoitola, lasivilla	ei viitettä vauriosta
13. Maanvastainen seinä, vanha hammashoitola, lasivilla	ei viitettä vauriosta
14. Maanvastainen seinä, vanha hammashoitola, lasivilla	ei viitettä vauriosta
15. (7.1) Maanvastainen seinä, huone 134, lasivilla	vahva viite vauriosta
16. (8.1) Ulkoseinä, huone 136, lasivilla	heikko viite vauriosta

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

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Analyysitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
2.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	++
	Penicillium	+	*A. versicolor**	+(1)	*A. versicolor**	+(1)	Muut bakteerit	+
	Syncephalastrum	+	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	+(17)
3.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-
	Penicillium	+			*Penicillium*	+	Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
4.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. versicolor**	+(1)	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
	Syncephalastrum	+	*Penicillium*	+			*Streptomyces**	-
5.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	+(6)
6.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
7.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
8.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
					Penicillium	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
9.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+			*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	+(3)
10.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
11.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	+(8)
12.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
13.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
14.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-
					Penicillium	+	Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-

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

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
15.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	+++
16.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. penicillioides**	+(1)	*Chaetomium**	+(1)	Muut bakteerit	-
			Penicillium	+			*Streptomyces**	+(2)

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot

Sirpa Pennanen
johtaja
Kuopio

Virpi Turunen
laboratoriomestari
Kuopio

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

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

ANALYYSIVASTAUS
Tilaus: 380227
16.07.2018

Osakeyhtiö Insinööri Studio
Juuso Pellinen
Tornatorintie 3
48100 KOTKA

ilac-MRA
FINAS
Finnish Accreditation Service
T013 (EN ISO/IEC 17025)

VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite:	T4033-06
Näytteen kerääjät:	Juuso Pellinen
Analyysin kuvaus:	VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammiolla,
Tulopvm.:	09.07.2018
Käsittelijä(t):	Susanna Viitasaari, Hanna Hovi

Analysointimenetelmä
Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammiolaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, µCTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa 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 (µg/m³g).

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

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS
Tilaus: 380227
16.07.2018

CK18-02931-1 Näyte/keräin: 253179
Mittauspaikka: Otsolan koulu
Mittauskohde: Kellarin sos.tila P: 5,57 g
Analysointipvm.: 10.07.2018/SMA
Näytteenottoaika: 03.07.2018
Ilmamäärä: 4,76 dm³

Yhdiste		Tulos	Yksikkö
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET			
Junipeeni**		49	µg/m³g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT			
Bentsyylialkoholi		6	µg/m³g
1-Butanoli		2	µg/m³g
2-Etyyli-1-heksanoli	1)	380	µg/m³g
FENOLIT			
Fenoli	2)	14	µg/m³g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT			
2-Fenoksietanoli		3	µg/m³g
ALDEHYDIT			
Bentsaldehydi		2	µg/m³g
MUUT			
Alkoholien ja hiilivetyjen seos**	3)	800	µg/m³g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)		1200	µg/m³g

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

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

3) Seos sisältää pääasiassa aromaattisia, alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä sekä C9-alkoholeja. Kiehumispisteväli on noin 165°C-235°C.

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS
Tilaus: 380227
16.07.2018

CK18-02931-2 Näyte/keräin: 252864
Mittauspaikka: Otsolan koulu
Mittauskohde: 1.krs,lk 142 P: 6,57 g
Analysointipvm.: 10.07.2018/SMA
Näytteenottoaika: 03.07.2018
Ilmamäärä: 4,89 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni**	9	µg/m³g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
2-Etyyli-1-heksanoli	6	µg/m³g
FENOLIT		
Fenoli	3	µg/m³g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	30	µg/m³g

CK18-02931-3 Näyte/keräin: 241611
Mittauspaikka: Otsolan koulu
Mittauskohde: 2.krs. ATK 222 P: 5,38 g
Analysointipvm.: 10.07.2018/SMA
Näytteenottoaika: 03.07.2018
Ilmamäärä: 4,72 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni**	15	µg/m³g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
C9-alkoholit**	5	µg/m³g
2-Etyyli-1-heksanoli	6	µg/m³g
FENOLIT		
Fenoli	2	µg/m³g
KETONIT		
3-Heptanoni**	1	µg/m³g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	40	µg/m³g

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS
Tilaus: 380227
16.07.2018

CK18-02931-4 Näyte/keräin: 254772
Mittauspaikka: Otsolan koulu
Mittauskohde: 3.krs.kuvaamataito 309 P: 5,62 g
Analysointipvm.: 10.07.2018/SMA
Näytteenottoaika: 03.07.2018
Ilmamäärä: 3,95 dm^3

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni**	24	$\mu g/m^3g$
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
C9-alkoholit**	5	$\mu g/m^3g$
2-Etyyli-1-heksanoli	7	$\mu g/m^3g$
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	50	$\mu g/m^3g$

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS
Tilaus: 380227
16.07.2018

Tulosten tarkastelu

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

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

ISO 16000-6 -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-etyyliheksyyliftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliftalaatti)

- TVOC 500[1] µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320[1] 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: 380227
16.07.2018

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

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Susanna Viitasaari
laboratorioanalyytikko
Helsinki

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

INSINÖÖRI STUDIO OSAKEYHTIÖ
TORNATORINTIE 3
48100 KOTKA
Puh. (05) 2255 500

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

ILMANVAIHTOVERKOSTO

LIITE 5

KOHDE:	**Otsolan koulu, B-osa**	**TYÖ n:o :**	T4033-06	**MITTAAJA:**	OK, NK
		Pvm:	22.8.2018	**MITTALAITE:**	TSI PVM 620, Swema 125D

Huone n:o tai tila	TULO									POISTO									
	Mittaus-kohde	Koko	k	dp (Pa)	ES	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %	Mittaus-kohde	Koko	k	dp (Pa)	ES	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %
KELLARI																			
TK1																			
Luokka 001	IRIS 250	250	34,5	65,0	3,5	165	278	69	20	IRIS 250	250		2	0	150	-		20
Luokka 002	IRIS 250	250	30,7	48,0	4	165	213	29	20	IRIS 250	250	34,5	31	4	150	192	28	20
Luokka 003	IRIS 250	250	12,8	104,0	7	120	131	9	20	IRIS 250	250	10,9	112	8	100	115	15	20
Luokka 004	IRIS 315	315		0,0	0	220	-		20	IRIS 250	250	45,6	31	2	200	254	27	20
1. KERROS																			
Luokka 139	IRIS 315	315	21,8	80,0	7,0	180	195	8	20	IRIS 250	250	45,6	32	2	180	258	43	20
Luokka 140	IRIS 315	315	21,8	67,0	7,0	180	178	-1	20	IRIS 250	250	27,3	67	4,5	180	223	24	20
Luokka 141	IRIS 315	315	17,4	94,0	7,75	180	169	-6	20	IRIS 250	250	21,4	90	5,5	180	203	13	20
Luokka 142	IRIS 315	315	25,9	43,0	6,5	180	170	-6	20	IRIS 250	250		2	0	180	-		20
2. KERROS																			
Luokka 222	IRIS 315	315	21,8	170,0	7	180	284	58	20	IRIS 250	250	45,6	20	2	180	204	13	20
Luokka 223	IRIS 315	315	23,9	57,0	6,75	180	180	0	20	IRIS 250	250	21,4	67	5,5	180	175	-3	20
Luokka 224	IRIS 315	315	19,0	86,0	7,5	180	176	-2	20	IRIS 250	250	21,4	80	5,5	180	191	6	20
Luokka 225	IRIS 315	315	30,0	38,0	6	180	185	3	20	IRIS 250	250	32,6	25	3,75	180,0	163	-9	20
Opettajat 221	IRIS 315	315	49,1	26,0	3,75	200	250	25	20	KSO	200	huppu			50	55	9	20
										KSO	200	huppu			50	43	-14	20
										KSO	200	huppu			50	48	-4	20
										KSO	200	huppu			50	46	-8	20

INSINÖÖRI STUDIO OSAKEYHTIÖ
TORNATORINTIE 3
48100 KOTKA
Puh. (05) 2255 500

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

ILMANVAIHTOVERKOSTO

LIITE 5

KOHDE:	**Otsolan koulu, B-osa**	**TYÖ n:o :**	T4033-06	**MITTAAJA:**	OK, NK
		Pvm:	22.8.2018	**MITTALAITE:**	TSI PVM 620, Swema 125D

Huone n:o tai tila	TULO									POISTO									
	Mittaus-kohde	Koko	k	dp (Pa)	ES	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %	Mittaus-kohde	Koko	k	dp (Pa)	ES	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %
														Yht.	200	192	-4	20
3. KERROS																		
Tila 309	RSKP-200	200				92	84	-9	20	KSO	200	7,3	52	19	55	53	-4	20
	RSKP-200	200				92	86	-6	20	KSO	200	6,8	53	17	55	50	-10	20
	RSKP-200	200				92	81	-12	20	KSO	200	7,0	42	18	55	45	-18	20
										KSO	200	6,5	70	16	55	54	-1	20
										KSO	200	6,5	80	16	55	58	6	20
Tila 311	IRIS 250	250	8,9	100,0	8,0	100	89	-11	20	KSO	160	3,8	117	1	33	41	23	20
										KSO	160	3,8	100	1	33	38	14	20
										KSO	160	2,8	105	-5	33	29	-14	20
														Yht.	100	108	8	20

HUOM !