

Ilmajoen lukio

Rakenne- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

8.12.2025 (päivitys 16.2.2026)

Työnro 32-1479

Sami Mustajoki, RTA, Ins. AMK

Petteri Pitkäaho, RTA, RI

DI Jukka Lehtinen



Tiivistelmä

Tutkimusten kohteena oli Ilmajoen lukio, joka sijaitsee osoitteessa Ollilantie 7, Ilmajoki. Lukio koostuu kolmesta eri aikoina rakennetuista osista. 50-luvun luokkaosa on kaksi kerroksinen rakennus, jota on laajennettu 2011 kahdelle sivulle 1-kerroksisena. Kaksi-kerroksisella 60-luvun osalla on liikuntatiloja, luokkia ja hallinnollisia tiloja. Tälle osalle on tehty 2-kerroksinen laajennus vuonna 2011, jossa on hissi ja WC-tiloja.

Käytettävissä olevien lähtötietojen perusteella rakennuksen vanhoissa osissa on tehty vuonna 2011 laajennushankkeen yhteydessä kattava peruskorjaus, jonka yhteydessä on uusittu 60-luvun alapohjarakenteet ja 50- ja 60-lukujen osien levyrakenteiset ulkoseinät 2. kerroksessa. Ala-, väli- ja yläpohjarakenteissa esiintyviä orgaanisia eristekerroksia ei ole poistettu peruskorjauksessa ja myöskään kivirakenteisten ulkoseinien mineraalivillaeristeitä ei ole uusittu peruskorjauksen yhteydessä. Lattioiden muovimatopinnoitteet ovat yhteneviä, minkä vuoksi lattiapinnoitteet ovat todennäköisesti myös ko. ajalta. Yläpohjat ovat alkuperäisiä 50- ja 60-lukujen osilla, mutta niihin on lisätty puhalluseriste, joka on myös laajennusosan yläpohjan eristeenä. Kohteen vesikattona oleva peltikate on uusittu samassa peruskorjauksessa koko rakennuskokonaisuudessa.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tutkittavien tilojen rakenteiden toteutustapaa ja kosteusteknistä kuntoa sekä arvioida sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksia tehtiin myös mahdollisen sisäilmakorjaus- tai peruskorjaushankkeen lähtötiedoiksi ja korjaussuunnittelun tueksi. Vesikaton kuntoa arvioitiin drone-kuvauksella ja havainnoimalla yläpohjatilasta.

50-luvun osalla rakennuksen ulkopuolisessa kosteudenhallinnassa esiintyy puutteita ja ryömintätilan maaperä on eristämätön ja kostea, minkä takia alapohjan ryömintätilassa on poikkeavat kosteusolosuhteet. Ryömintätilaa voidaan pitää epäpuhtaana tilana. Alapohjan ryömintätila oli tutkimuksen aikana alipaineinen suhteessa käyttötiloihin, joten alapohjan ryömintätilan sisältämien epäpuhtauksien siirtyminen käyttötiloihin ei ole todennäköistä. Ryömintätilan riittävä alipaineisuus tulee jatkossa varmistaa. Ryömintätilaa vasten olevia rakenteita tulee tiivistää ja ryömintätilan kosteusteknistä toimintaa

parantaa. Kellarin ja ryömintätilan maata vasten oleva perusmuuri tulee kosteus- ja lämmöneristää ulkopuolelta.

Ryömintätilan yläpuolinen alapohjalaatta on eristetty Toja-levyllä, jossa havaittiin yleisesti mikrobivaurioita ja rakenteessa havaittiin mahdollisia ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Vaurioitunut eristekerros on suositeltavaa poistaa peruskorjaushankkeessa. Käyttöä turvaavana toimenpiteenä rakenteen tiiveyttä tulee parantaa tiivistyskorjauksella.

1. kerroksen ja kellarin välisen välipohjarakenteen orgaanisessa täyttömateriaalissa havaittiin yleisesti mikrobivaurioita, minkä vuoksi ilmavuotojen ehkäisemiseksi rakenteen ilmatiiveyttä tulee parantaa tiiveyskorjauksilla ja orgaaniset täyttömateriaalit tulee poistaa seuraavassa, laajemmassa korjaushankkeessa. 1. kerroksen ulkoseinissä on ikkunoiden alareunaan asti alkuperäistä mineraalivillaeristettä, jossa havaittiin mikrobivaurioita. Ulkoseinärakennetta ja välipohjarakennetta tulee tiivistää, jotta mikrobieläpuhtaudet eivät pääse sisäilmaan.

50-luvun osan kellarin alapohjarakenteen alkuperäinen kosteuseristys on kosteusmittausten perusteella ohittanut elinkaarensa. Kellarin lattiat suositellaan uusittavaksi lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi ja seinien alareunojen kapillaarisen kosteuden nousu katkaistavaksi. Lämmönjakomontun alapohjan korjaamista tulee selvittää, sillä rakenteena on lähtötietojen perusteella vesipaine-eristetty alapohjarakenne. Lämmönjakomontussa on myös harmaavesien pumppukaivo, joka voi vaikuttaa pohjaveden tasoon. Pohjaveden pinnan lasku voi aiheuttaa puupaaluille lahoamisriskiä, jos pohjaveden pinta laskee liikaa.

60-luvun osan alapohjarakenne on uusittu vuoden 2011 peruskorjaushankkeessa ja siinä ei havaittu yksittäisiä kohonneita kosteuksia ja rakennepoikkeamia lukuun ottamatta korjaustarpeita. 60-luvun osan 1. kerroksessa esiintyy kosteusteknisesti riskialttiita ulkoseinärakenteita. Riskialtteimpia rakenteita ovat ulkoseinän alimmat osat (sokkelit), jossa sokkelin mineraalivillaeriste jatkuu maanpinnantason alapuolelle ja alimmana eristehalkaisussa on Toja-levyä. Ulkoseinien alaosien vaurioihin viittaa myös ulkoseinien alaosien rakenneavauskohdista aistittu selkeä poikkeava mikrobiperäinen haju. 60-luvun osan ulkoseinien lämmöneristeissä ei muuten havaittu viitteitä mikrobivaurioista. Ulkoseinän ja alapohjan liittymässä ja ulkoseinän alaosissa havaittiin ilma-

vuotoreittejä, joiden kautta sisäilmaan voi sekoittua epäpuhtauksia. Ulkoseinärakenteiden tiiveyttä tulee parantaa.

60-luvun osalla kantavien väliseinien alareunoissa havaittiin poikkeavaa kosteutta ja seinän alareunan muovimattonoston alla tasoitteessa mikrobikasvua, joka voi johtua rakenteeseen maaperästä nousseesta kosteudesta. Lattia-seinäliittymien tiivistämisen yhteydessä tulee vaurioituneet tasoitteet poistaa ja parantaa seinien alaosien kosteusteknistä toimintaa pinnoittamalla seinän alareunat kosteutta läpäisevällä materiaalilla.

Tehtävät tiivistyskorjaukset on tehtävä erillisen korjaussuunnittelijan laatiman suunnitelman mukaan. Ennen aloitettavia tiivistyskorjauksia ja niiden edellyttämiä purkutöitä, rakenteiden haitta-ainepitoiset materiaalit on selvitettävä.

50- ja 60-lukujen 2. kerroksen levyrakenteisissa seinäosuuksissa ei havaittu sisäilmaan vaikuttavia vaurioita ja niihin ei kohdistu välittömiä korjaustarpeita. Yläpohjarakenteissa havaittiin vähän vaurioita. 50-luvun osalla tulee pohjoispäädyn yläpohjan kuntoa tulee selvittää vielä tarkemmin. Käyttöä turvaavana toimenpiteenä tulee yläpohjan tiiveyttä parantaa. Yläpohjarakenteiden eristeet on suositeltavaa purkaa viimeistään seuraavassa peruskorjaushankkeessa.

Vesikatteena oleva peltikatto on hyvässä kunnossa. Hormien kohdilta puuttuu vasta-kaatoja ja varjoisissa kohdissa on jäkälä- ja leväkasvustoja. Vesikatot on suositeltavaa pestä. Räystäskouruissa on monin paikoin ruostevaurioita. Ruustumisen edetessä räystäskourut voivat vuotaa. Räystäskourut on suositeltavaa uusia.

Vuoden 2011 laajennusosan alapohjarakenteessa havaittiin poikkeavaa kosteutta, joka voi aiheuttaa muovimaton vaurioitumista. Betonilaatan pinta suositellaan kuivattavaksi ja rakenteet tulee kuivata ennen uuden pinnoitteen asentamista.

Rakenteellisten epäpuhtauksien lisäksi sisäilmaolosuhteita voivat heikentää pinnoittamattomat mineraalivillaeristeet. Havaintojen mukaan pinnoittamatonta mineraalivillaa on vähän väliseinärakenteen yläosissa ja läpivienneissä. 60-luvun osalla välipohja- ja yläpohjarakenteiden alapinnoissa todettiin myös rakentamisaikaisia muottilautojen rippeitä. Mineraalivillakuidut ja muottilautojen epäpuhtaudet voivat siirtyä alempiin ja vie-reisiin käyttötiloihin epätiivien alakattorakenteiden ja väliseinän yläosien epätiivey-

kohtien kautta. Alakattojen päällä ja tekniikkakoteloitien sisällä havaittiin paljon rakentamisen aikaista pölyä.

Kuitulaskeumanäytteissä ei havaittu toimenpiderajan ylittäviä sisäilman kuitupitoisuuksia ja ilmanvaihtokanavien tuloilmakekanavissa mineraalivillakuitujen määrät olivat normaaleja.

Alakattokorjausten yhteydessä on suositeltavaa tiivistää myös yläpohjien ja huonetilojen väliset epätiivit läpiviennit ja poistaa muottilautojen rippeet rakenteista. Läpivientien tiivistyksissä tulee muistaa palo-osastointirajat.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on kokonaisuutena toimintakuntoinen ja automaatio ohjaa sitä pääosin oikein. Ilmanvaihtokoneet (v. 2011) ovat vielä käyttöikänsä puolesta palvelukelpoisia, mutta järjestelmässä on havaittavissa useita kunnossapitotarpeita, kuten raitisilmakammioiden ja lämmön talteenottokeinojen puhdistamista sekä yksittäisiä teknisiä vikoja. Kanaviston puhtaus on pääosin hyvä, mutta TK1:n tuloilmakekammion suojaamaton mineraalivilla muodostaa selkeän kuitulähteen ja vaatii korjaustoimenpiteitä. Kanaviston äänenvaimentimet ovat suojattuja eikä niissä todettu kuituriskejä, ja päätelaitteet toimivat normaalisti ilman oikosulkuvirtauksia. Ilmamäärät vastaavat pääosin suunnitteluarvoja.

Kokonaisuutena järjestelmä toimii tyydyttävästi, mutta pitkäaikainen toimintavarmuus edellyttää puhaltimien kunnostusta, raitisilmakammioiden ja kanaviston puhdistusta, TK1:n kuitulähteen poistamista sekä automaation nimikkeistövirheiden korjaamista.

Ilmajoen lukio

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot	10
1.1	Tutkimuskohde	10
1.2	Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat	10
1.3	Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt	11
1.4	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus	11
1.5	Tutkimuksen ajankohta	11
2	Kohteen yleiskuvaus	11
3	Lähtötiedot	15
3.1	Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot	15
3.2	Tutkimusten aikana saadut tiedot	16
3.3	Tiedossa oleva korjaushistoria	16
3.4	Aikaisempien tutkimusten tulokset	16
4	Tutkimusmenetelmät	17
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	17
5.1	Piha-alueet, salaoja- ja sadevesijärjestelmät	17
5.1.1	Rakenne	17
5.1.2	Havainnot	18
5.1.3	Johtopäätökset	20
5.1.4	Toimenpide-ehdotukset	20
5.2	Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet	20
5.2.1	Rakenne ja sijainti	20
5.2.2	Havainnot	22
5.2.3	Kosteusmittaukset	23
5.2.4	Johtopäätökset	23
5.2.5	Toimenpide-ehdotukset	24
5.3	Alapohjarakenteet	24
5.3.1	Rakenne ja sijainti	24

5.3.1.1	1950-luvun alkuperäisosa	26
5.3.1.2	1960-luvun laajennusosa	28
5.3.1.3	Vuoden 2011 laajennusosa	29
5.3.2	Havainnot	29
5.3.3	Kosteusmittaukset	34
5.3.4	Mikrobianalyysit	35
5.3.5	Muovimaton VOC-emission mittaus BULK-menetelmällä	36
5.3.6	Merkkiainekokeet	36
5.3.7	Johtopäätökset	38
5.3.8	Toimenpide-ehdotukset	39
5.4	Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet	40
5.4.1	Rakenne ja sijainti	40
5.4.1.1	1950-luvun alkuperäisosa	43
5.4.1.2	1960-luvun laajennusosa	46
5.4.1.3	Vuoden 2011 laajennusosa	49
5.4.2	Havainnot	49
5.4.3	Mikrobianalyysit	55
5.4.4	Merkkiainekokeet	57
5.4.5	Johtopäätökset	60
5.4.6	Toimenpide-ehdotukset	61
5.5	Välipohjarakenne	62
5.5.1	Rakenne ja sijainti	62
5.5.2	Havainnot	64
5.5.3	Kosteusmittaukset	66
5.5.4	Muovimaton VOC-emission mittaus BULK-menetelmällä	66
5.5.5	Mikrobianalyysit	66
5.5.6	Merkkiainekokeet	67
5.5.7	Johtopäätökset	68
5.5.8	Toimenpide-ehdotukset	68
5.6	Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet	68
5.6.1	Rakenne ja havainnot	68
5.6.2	Havainnot	70
5.6.3	Kosteusmittaukset	73

5.6.4	Mikrobianalyysit.....	74
5.6.5	Johtopäätökset.....	75
5.6.6	Toimenpide-ehdotukset.....	76
5.7	Yläpohjarakenne ja vesikatto	76
5.7.1	Rakenne ja sijainti	76
5.7.1.1	1950-luvun alkuperäisosa	78
5.7.1.2	1960-luvun laajennusosa	79
5.7.1.1	Vuoden 2011 laajennusosa.....	81
5.7.2	Havainnot	81
5.7.3	Mikrobianalyysit.....	84
5.7.4	Johtopäätökset.....	85
5.7.5	Toimenpide-ehdotukset.....	86
5.8	Alakatot.....	86
5.8.1	Rakenne ja havainnot.....	86
5.8.2	Johtopäätökset.....	89
5.8.3	Toimenpide-ehdotukset.....	90
6	Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimusten tulokset.....	90
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus	90
6.1.1	Ilmanvaihdon käyntiajat.....	91
6.1.2	Yleishavainnot ilmanvaihtokoneista, kanavista ja päätelaitteista.....	92
6.2	IV-konekohtaiset havainnot.....	92
6.2.1	TK1/PK1, palvelualue: Luokkasiipi	92
6.2.2	TK2/PK2, palvelualue: Sali	94
6.2.3	TK3/PK3, palvelualue: Opettajat	96
6.2.4	TK4/PK4, palvelualue: ATK-luokat	97
6.2.5	TK5/PK5, palvelualue: Sosiaalitilat.....	99
6.2.6	TK6/PK6, palvelualue: Terveystoiminta.....	100
6.3	Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät.....	101
6.3.1	Ilmamäärämittausten tulokset.....	102
6.4	Ilmanvaihtokanavat	103
6.5	Johtopäätökset, ilmanvaihtojärjestelmä	104
6.6	Toimenpide-ehdotukset, ilmanvaihtojärjestelmät	105

7	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset.....	106
7.1	Paine-ero	106
7.1.1	Mittaustulokset	106
7.1.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset.....	108
7.2	Hiilidioksidipitoisuus	108
7.2.1	Mittaustulokset	108
7.2.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset.....	109
7.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	110
7.3.1	Mittaustulokset	110
7.3.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset.....	111
7.4	Teolliset mineraalikuidut ja pölyt	111
7.4.1	Mittaustulokset, laskeumanäytteet	111
7.4.2	Mittaustulokset, näytteet IV-kanavistosta	112
7.4.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset, mineraalikuidut.....	113
8	Olosuhdearviointi.....	114
8.1	Yleistä olosuhdearvioinnista.....	114
8.2	Olosuhdearviointi	116
9	Yhteenveto	124
9.1.1	Johtopäätökset	124
9.1.2	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa	127
10	Päiväys ja allekirjoitukset.....	128

LIITTEET:

- Liite 1 Pohjapiirustukset
- Liite 2 Kosteusmittauspöytäkirja
- Liite 3 Mikrobinäytteiden analyysivastaukset, BULK-analyysien analyysivastaukset ja mineraalikuitunäytteiden analyysivastaukset
- Liite 4 Olosuhde- ja paine-eromittausten kuvaajat
- Liite 5 Rakennetyypit
- Liite 6 Tutkimusmenetelmät ja viitearvot
- Liite 7 IV-mittauspöytäkirja

JAKELU:

Sari Saarinen, rakennuttajainsinööri

sari.saarinen@ilmajoki.fi

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohde:	Ilmajoen Lukio
Osoite:	Ollilantie 7, Ilmajoki
Kiinteistötunnus:	145-410-4-117, 145-410-4-84
Tehtävä:	Rakenne- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
Työnumero:	32-1479

1.2 Tilaaja

Nimi:	Ilmajoen kunta
Osoite:	Ilkantie 17, 60800 Ilmajoki
Yhteyshenkilö:	Sari Saarinen
Puhelin:	0444191305
Sähköposti:	sari.saarinen@ilmajoki.fi

1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite:	Päivölänkatu 2, 60120 Seinäjoki
Sähköposti:	etunimi.sukunimi@ains.fi
Vastuuhenkilö:	Jarno Jaakkola
Puhelin:	041 731 3540
Tutkimushenkilöt:	Sami Mustajoki Janika Jaakkola Jukka Lehtinen Petteri Pitkäaho Elina Manelius

1.4 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt

Rakenneavaukset ja rakenneavausten ennallistamisen kohteessa suoritti Ilmajoen kunta.

1.5 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tutkittavien tilojen nykyistä sisäilman laatua, rakenteiden kosteusteknistä kuntoa ja toteutustapaa sekä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä kuten ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa. Tutkimusten pohjalta rakennukseen laaditaan olosuhdearviointi. Tutkimusten tarkoituksena on toimia myös tulevien korjaushankkeiden lähtötietoina.

1.6 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset suoritettiin 13.10.2025 ja 20.11.2025 välisenä aikana.

2 Kohteen yleiskuvaus

Koulurakennus koostuu kolmesta eri osasta (kuva 3). Alkuperäinen vanhin osa on rakennettu 1950-luvulla. Ensimmäinen laajennus on tehty 1960-luvulla ja toinen laajennus on toteutettu 1950-luvun osan kahdelle sivulle vuonna 2011. Lisäksi vanhoja osia on peruskorjattu vuonna 2011. Rakennuksen lämmitysmuoto on kaukolämpö. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on kaikissa osissa koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

1950-luvun osan rakenteet

Rakennuksen alkuperäisosa on valmistunut 1950-luvulla. Rakennusosalla on osittainen kellari, jossa pannuhuonetilat ovat muuta kellaria syvemmällä ja ne on lähtötietojen mukaan vesipaine-eristetty. Maanpäällisiä kerroksia on kaksi. Rakennusosa on perustettu puupaalujen varaan ja osalla 1. kerroksen tilojen alla on ryömintätila. Ryömintätilallisten alapohjien lämmöneristeenä on Toja-levy. Ulkoseinärakenteet ovat pääosin massiivisia tiiliseiniä. 1.kerroksessa ikkunoiden alapuolisella osalla on korkea betonisokkeli, ja rakenteessa on eristekerroksena paperipintainen mineraalivilla. 2. kerroksessa ikkunoiden alapuolella on levyrakenteista ulkoseinää. Yläpohjarakenteena on betoninen alalaattapalkisto, jonka päällä on palopermanto, puurakenteinen ullakotila

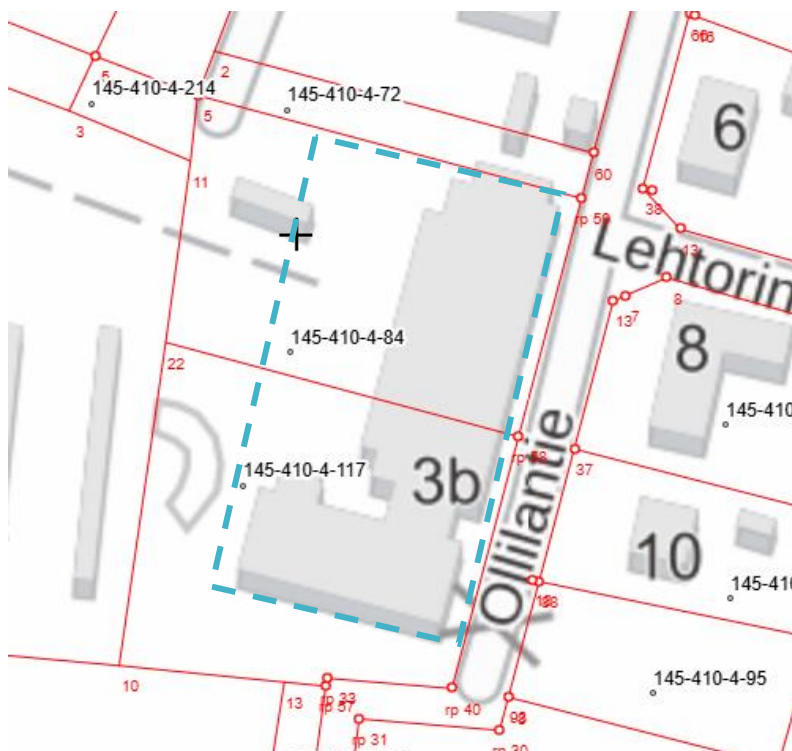
ja peltikate. Yläpohjaan on lisätty puhallusvillaeriste vanhan orgaanisen eristeen ja pa-lopermantolaatan päälle. Ullakkotilaan on toteutettu korjausten yhteydessä 2011 vuonna IV-konehuone. Kellarin ja 1. kerroksen välinen välipohja on ala- ja ylälaatta-palkisto, jonka täytteenä on orgaaninen materiaali. Välipohjat ovat muilta osin betoni-sia massiivilaattoja.

1960-luvun osa

1960-luvun laajennusosa on 2- kerroksinen ja betonirunkoinen. Rakennus on perustet-tu puupaalujen varaan. Alapohjarakenne on uusittu vuoden 2011 korjauksessa maan-varaiseksi lämmöneristetyksi betonilaataksi. Julkisivumateriaalina on pääosin rapattu tiili ja lämmöneristeenä on mineraalivilla. Sokkelin kosteusvauriolle herkkiä rakenteita (valesokkeli) ei ole korjattu alapohjarakenteen uusimisen yhteydessä. Yläpohja on lämmöneristetty Toja-levyllä ja puhalluseristeellä. 60-luvun rakennusosa liittyy 1950-luvun osaan yhdyskäytävällä, jonka julkisivumateriaalina on levy. Rakennuksen sivuun on tehty hissilaajennus 2011 vuoden peruskorjauksen yhteydessä.

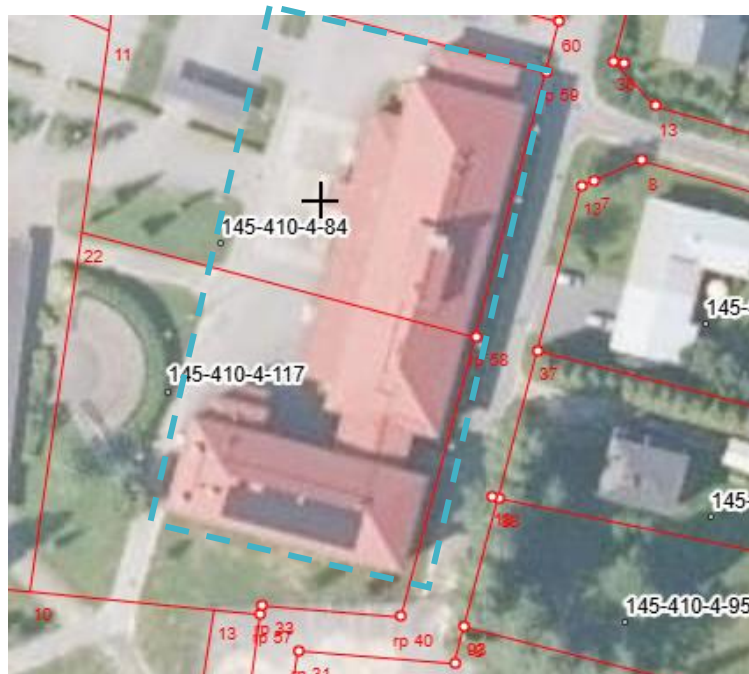
Laajennus vuonna 2011

Alkuperäisen 1950-luvun osan pohjois- ja länsipuolelle on tehty 1-kerroksiset laajen-nusosat vuonna 2011. Vanhat ulkoseinät ovat jääneet väliseiniksi ja niitä on aukotettu lisää. Laajennusosan ulkoseinät ovat betonirunkoisia rapatulla julkisivumuurauksella ja alapohja on kantava lämmöneristetty teräsbetonilaatta. Yläpohjarakenteen ontelolaa-tasto on eristetty puhalluseristeellä.



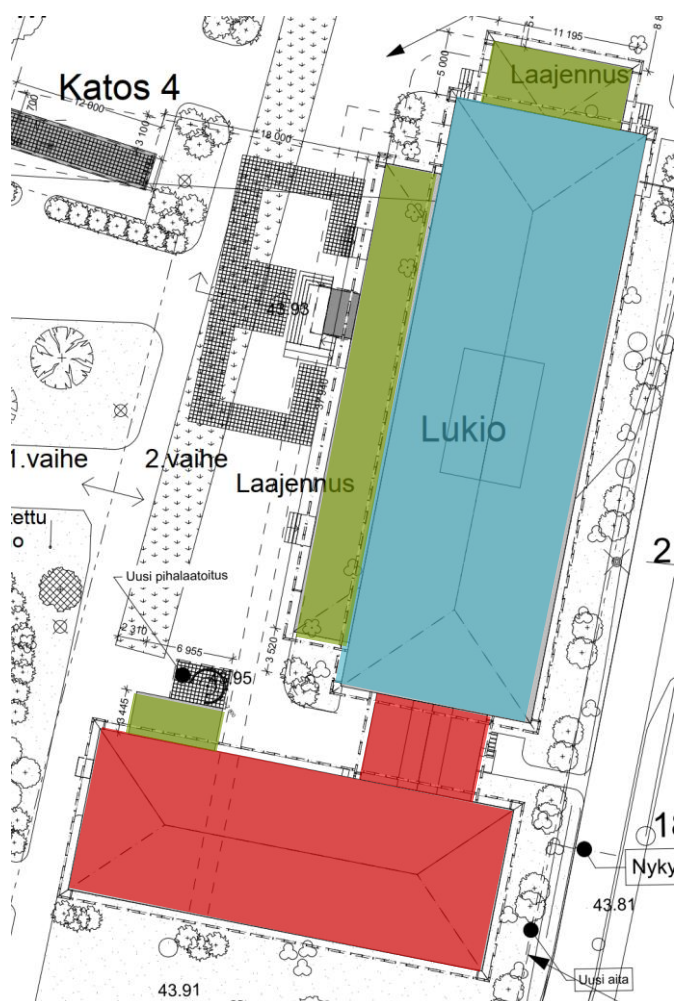
Kuva 1

Tutkimusalue korostettuna sinisellä katkoviivalla karttakuvassa (Lähde: Karttapaikka, Maanmittauslaitos).



Kuva 2

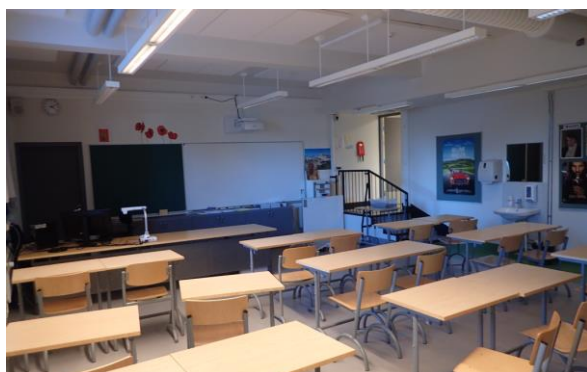
Tutkimusalue korostettuna sinisellä katkoviivalla karttakuvassa (Lähde: Karttapaikka, Maanmittauslaitos).



Kuva 3

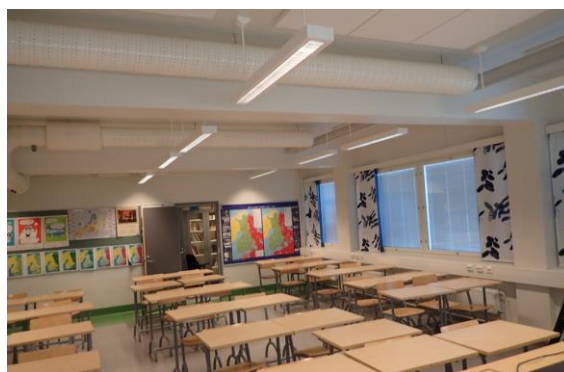
Lukiorakennuksen eri vuosikymmenillä rakennetut osat korostettuna kuvassa.

- 1950-luvulla rakennettu osa
- 1960-luvulla rakennettu osa
- 2011 vuoden laajennusosat



Kuva 4

Yleiskuva 50-luvun osan 1. kerroksen luokasta.



Kuva 5

Yleiskuva 60-luvun osan 1. kerroksen luokasta.

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot

Lähtötietona käytössä oli seuraavat asiakirjat:

Pääpiirustuksia

- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 20.9.1955, kellari
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 10.10.1955, 1. krs
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 10.10.1955, 2. krs
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 11.6.1956, ullakko
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy ??, Yhteiskoulun lisärakennus ja vanha rakennus, 1. krs 18.7.1960
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy ??, Yhteiskoulun lisärakennus ja vanha rakennus, 2. krs 18.7.1960

Rakennepiirustuksia

- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, perustustenleikkauksia, 26.10.1955
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 1. krs:n katto, 26.10.1955
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, ei päivämäärää, perustuksen leikkauksia 1950-luku
- Insinööritoimisto Perkka Oy, 11.4.2011, laajennuksen luokkaosa, paalutus
- Insinööritoimisto Perkka Oy, 11.4.2011, laajennuksen luokkaosa, alapohja, mita+raudoitus
- Insinööritoimisto Perkka Oy, 11.4.2011, laajennuksen luokkaosa, yläpohja
- Insinööritoimisto Perkka Oy, 11.4.2011, laajennuksen luokkaosa, vesikatto
- Insinööritoimisto Perkka Oy, 11.4.2011, laajennuksen luokkaosa, leikkaukset 1-1 ja 2-2
- Insinööritoimisto Perkka Oy, 11.4.2011, 50-luvun ryömintätilan korjaus
- Insinööritoimisto Perkka Oy, 11.4.2011, laajennuksen luokkaosa, 50-luvun osan uusi IV-kone ullakolla
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 12.10.1960, perustukset
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 15.10.1960, perustukset, leikkauksia

- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 26.10.1960, 1. kerroksen katto
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 26.10.1960, 2. kerroksen katto
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 26.10.1960, 2. kerroksen katto. leikkauksia
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 5.11.1960, 2. kerroksen katto
- Maaseudun keskusrakennustoimisto Oy, 26.10.1960, vesikatto
- LVIS-piirustuksia, 2011, Insinööritoimisto Sartekno Oy

3.2 Tutkimusten aikana saadut tiedot

50-luvun osan kellaritilassa ja sen viereisessä porraskuilussa oli havaittavissa mikrobi-peräistä hajua.

Käyttäjät ovat havainneet poikkeavaa hajua luokassa 114 väliseinän lähellä.

3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria

Rakennus on otettu käyttöön 1950-luvun puolivälin jälkeen. Rakennuksessa on valmistumisen jälkeen suoritettu laajennuksen rakentaminen ja kattava peruskorjaus vuonna 2011.

- Ikkunat karmeineen on uusittu 2011 peruskorjauksessa.
- 60-luvun osan alapohjarakenne on uusittu 2011
- IV-konetila toteutettu 50-luvun osan ullakko tilaan ja 60-luvun osalla tehty välipohjan muutos ja IV-konetila toteutettu 2. kerrokseen
- Pihatöiden osalta asfaltointi on uusittu ja rakennuksen sisäpihan puolelle on asennettu suunnitelmien mukaan salaojitus. 60-luvun osalla ja 2011 vuoden laajennusosilla perusmuuri on eristetty patolevyllä. 50-luvun osalla takapihan puolella on vain sorastus sokkelin vierellä.

3.4 Aikaisempien tutkimusten tulokset

Käytössämme ei ollut aikaisempia sisäilmatutkimuksia tai sisäilmasto- ja kosteusteknisiä kuntotutkimuksia.

4 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- Pintakosteuskartoitus
- Viiltomittaukset muovimattopinnoitteen alta 11 kpl
- Rakenneavaukset (US 19 kpl, AP 11 kpl, MVS 3 kpl, VP 6 kpl, VS 2 kpl, YP 5 kpl).
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi yht. 35 kpl
- Muovimattojen emissiomittaukset BULK-menetelmällä 2 kpl
- Ilmamäärämittaukset
- pinnoilla esiintyvien mineraalivillakuitujen selvitys, 8 kpl
- Mineraalivillakuitujen esiintyminen tuloilmakanavien sisäpinnoilla 7 kpl
- Sisäilman olosuhdemittaukset

Tutkimusmenetelmien tarkemmat kuvaukset, tulosten tulkintaperusteet, käytetyt mittalaitteet, mittalaitteiden kalibrointitiedot ja virhetarkastelu on esitetty liitteessä 6. Rakenneavausten rakennetyypit on esitetty liitteessä 5.

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Piha-alueet, salaoja- ja sadevesijärjestelmät

5.1.1 Rakenne

Rakennuksen sisäpihan puolella maanpinta on asfaltoitu ja muualla ympäröivä alue on nurmikkopintaista. Maanpinnan kaadot pois päin rakennuksesta ovat nurmikkoalueilla hyvin pieniä tai maasto on tasainen.

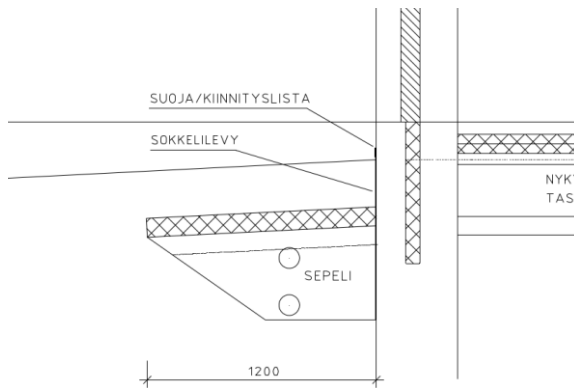
Havaintojen ja lähtötietojen perusteella on arvioitu, että salaojat on tehty vuoden 2011 peruskorjauksen yhteydessä sisäpihan alueelle ja 60-luvun osalle. Näillä alueilla on myös sokkelissa patolevy. 50-luvun osan salaojista ei ole tietoa. Rakennuksen kattovedet on ohjattu koko rakennuksessa asianmukaisesti rännikaivoihin.



Kuva 6
Sisäpihan alue on asfalttipintaista aluetta. Valumavedet on ohjattu sadevesikaivoihin.



Kuva 7
Rakennuksen takapiha on nurmikkopintaista. Maa viettää poispäin rakennuksesta vain vähän.



Kuva 8
Vuoden 2011 korjaussuunnitelmien mukaan 60-luvun osalle on tehty salaojitus, perusmuurin eristys sokkelilevyllä ja maaperän routasuojaus.



Kuva 9
Sokkelin vierustalle on laitettu sorastus (50-luvun osa).

5.1.2 Havainnot

Sokkeleihin ei kohdistu merkittävää kosteusrasitusta katolta tulevista sadevesistä tai pintavesistä. 50-luvun osan itäpuolen sokkelissa on kosteusrasituksesta johtuvia jälkiä, jotka ovat aiheutuneet pitkäaikaisesta pintavesien rasituksesta. 50-luvun osalla ei havaittu sokkelissa ulkopuolista lämmön- tai kosteuseristystä takapihan puolella.

Salaojien tarkastuskaivoja havaittiin laajennusosien ja 60-luvun nurkillä. 50-luvun osalla ei kaivoja havaittu.

Pohjoispäädyn laajennusosan sisäänkäyntikorokkeissa ei ole kallistusta ulospäin rakennuksesta ja reunoilla ei ole betonista koroketta, joka estäisi sade- tai sulamisvesien valumisen 50-luvun osan sokkeliä päin.

60-luvun osalla sokkelin urituksessa havaittiin yksittäinen avoin ura, josta voi valua vettä seinärakenteeseen.



Kuva 7
Kattovedet on ohjattu rännikaivoihin. 50-luvun osan sokkelirakenteissa näkyy kosteusrasituksesta johtuvia jälkiä.



Kuva 10
Pohjoispäädyn laajennusosan sisäänkäyntiportaat eivät kaada ulospäin ja sade- ja sulamisvesiä voi ohjautua sokkeliä päin.



Kuva 11
Sokkelissa ei ole ulkopuolista veden- ja lämmöneristettä (50-luvun osa).



Kuva 12
Eteläpuolen sokkelissa on avoin saumakohta, josta voi päästä vettä seinärakenteeseen.

5.1.3 Johtopäätökset

60-luvun ja vuoden 2011 laajennusosien perusmuurit on kosteuseristetty patolevyllä ja suunnitelmien ja havaintojen mukaan näillä osilla on salaojitus. Näiltä osin rakennuksen ulkopuolisessa kosteudenhallinnassa ei havaittu merkittäviä puutteita. Sisäänkäyntiportaiden puutteelliset kaadot voivat aiheuttaa kosteusrasitusta viereisille sokkelirakenteille.

50-luvun osalla perusmuuria ei ole veden- ja lämmöneristetty ja salaojien kunnosta ja olemassaolosta ei ole varmuutta. Sokkelissa on paikoin näkyvissä kosteusrasitukseen viittaavaa pintavauriota.

5.1.4 Toimenpide-ehdotukset

Salaoja- ja sadevesijärjestelmät tulee kartoittaa ja tarvittaessa rakentaa niille alueille, joissa niitä ei ole tai ne ovat alkuperäisiä 50-luvulta. Salaojien suunnittelussa tulee huomioida että 50- ja 60-lukujen osat on rakennettu puupaaluille. Pohjavesipinnan liiallinen lasku voi johtaa paalujen lahoamiseen ja rakennuksen kantavuuteen. Puupaalujen kunto tulee tarkistaa.

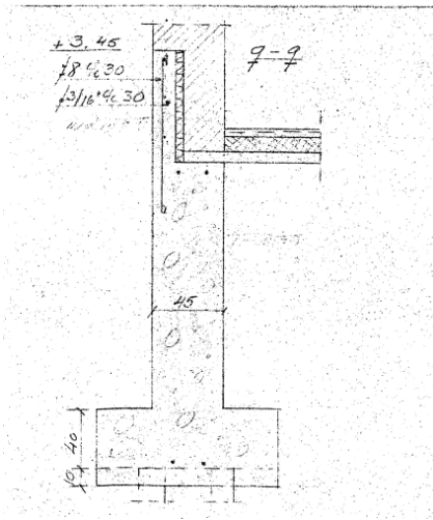
Rakennusta ympäröivät maanpinnat on ohjattava rakennuksesta pois päin nurmipintaisilla alueilla ja 1950-luvun osalle on tehtävä sokkelin kosteus- ja lämmöneristys.

Pohjoispuolen sisäänkäyntiportaiden valumavesiä tulee hallita rakentamalla korokkeet seinää vasten tai muuten johtaa vedet pois sokkelin vierustasta. 50-luvun osan sokkelin eristehalkaisussa on rakenneavausten mukaan Toja-eristettä, joka on erittäin herkkä kosteusrasitukselle.

5.2 Perustukset ja maanvastaiset seinärakenteet

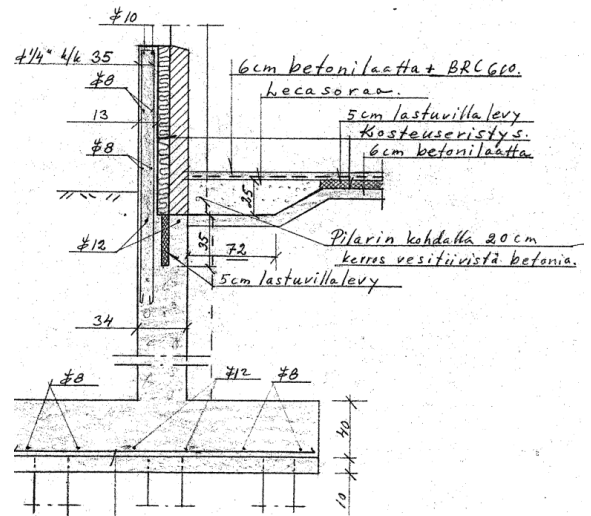
5.2.1 Rakenne ja sijainti

Lähtötietojen mukaan 50- ja 60-lukujen osat on perustettu puupaaluille. 2011 vuoden laajennus on perustettu teräspaaluille. Betonisten anturoiden päältä nousevat kantavat väli- ja ulkoseinärakenteet.



Kuva 13

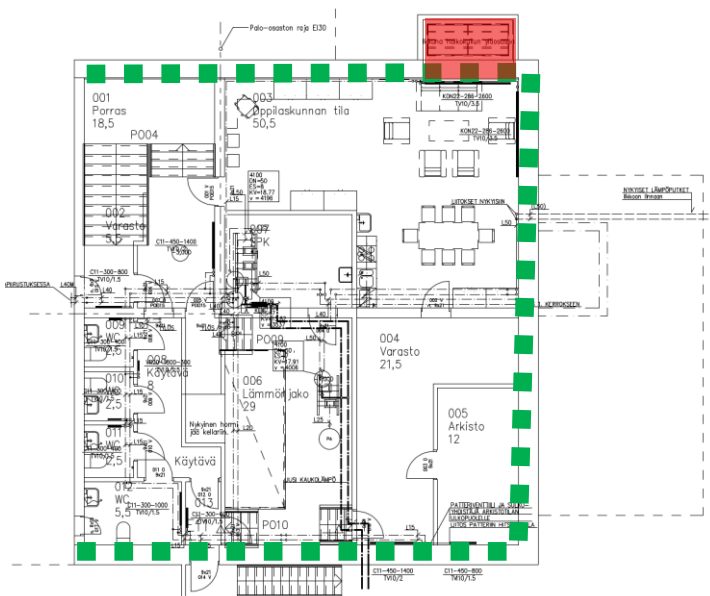
Yleiskuva 50-luvun ryömintätilallisen alapohjan perustusleikkauksesta. Rakennus on perustettu puupaalujen varaan.



Kuva 14

Yleiskuva 60-luvun maanvaraisen alapohjan perustusleikkauksesta. Alapohjarakenne ei vastaa nykyseilläään kuvan tilannetta, koska se on uusittu. Sokkeli-rakenne pääosin suunnitelmaa vastaava. Rakennus on perustettu puupaalujen varaan.

Maanvastaisia seiniä esiintyy 50-luvun kellarin alueella. Maanvastaisiin seiniin tehtiin kolme rakenneavausta.

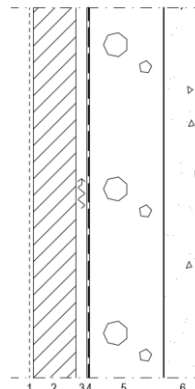


Kuva 15

1950-luvun osan kellarin maanvastaiset seinät pohjapiirustuksessa ja punaisella hal-koluiska.

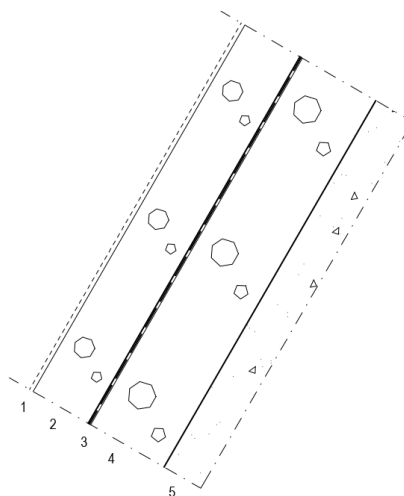
Maanvastaisen seinän rakenne on rakenneavausten (MVS1, MVS3) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraavanlainen.

- maali
- umpipunatiili 115 mm
- ilmarako / laastipursetta 30 mm
- bitumisively
- betoni
- maatayttö



Kellarin vanhan halkoluiskan rakenne on rakenneavaus MVS2 perusteella seuraava sisältä ulospäin lueteltuna:

- maali
- betoni 150 mm
- bitumisively
- -betoni



5.2.2 Havainnot

Maanvastaisiin seiniin tehtiin kolme rakenneavausta. Rakenteessa ei havaittu kosteudelle herkkiä eristemateriaaleja. Perusmuurin bitumisively on paikoin irronnut alustastaan. Bitumisively on alkuperäinen ja se on ohittanut teknisen käyttöikänsä (noin 50 vuotta).


Kuva 16

Rakenneavaus MVS1. Verhomuurauksen takana on perusmuuri, jonka bitumisively oli ikäänsä nähden hyvässä kunnossa.


Kuva 17

Rakenneavaus MVS3. Verhomuurauksen takana on perusmuuri, jonka bitumisively on irronnut pohjastaan kosteusrasituksen vuoksi.

5.2.3 Kosteusmittaukset

Kellarin maanvastaisiin seiniin tehtiin pintakosteuskartoitus. Maanvastaisille seinille on nostettu seinien alareunoihin oppilaskunnan tiloissa muovimatto. Näillä alueilla havaittiin paikoin kohonneita pintakosteuslukemia. Halkokuilun luiskassa ja sen pystyreunoissa havaittiin kohonneita pintakosteuslukemia. Korkeat pintakosteuslukemat viittaavat rakenteeseen nousevaan kosteuteen.

Pintakosteushavainnot on esitetty liitteessä 1.

5.2.4 Johtopäätökset

Maanvastaiset seinärakenteet ovat lämmöneristämättömiä ja kosteuseristeenä oleva bitumisively on paikoin irronnut ja se on ylittänyt teknisen käyttöikänsä. Maanvastaisissa seinissä ei havaittu kosteusherkkiä materiaaleja, joiden vaurioituminen voisi heikentää sisäilman laatua. Kosteusmittauksien perusteella seinien alareunoissa esiintyy maakosteuden nousua. Muovimattoylösnostot ja seinien alaosien tasoitteet ovat todennäköisesti vaurioituneet kosteusrasituksen vuoksi.

5.2.5 Toimenpide-ehdotukset

50-luvun osan perusmuurin kosteusteknistä toimivuutta tulee parantaa lisäämällä kosteuden ja lämmöneristys ulkopuolelle. Tässä yhteydessä poistetaan rakenteen sisäpuolinen tiilimuuraus ja bitumisively tai varmistetaan rakenteen tiiveys.

Käyttöä turvaavana toimenpiteenä maanvastaisten seinien alareunojen sisäpintojen pinnoitteet suositellaan uusittaviksi kosteutta läpäiseviksi. Työ on suositeltavaa toteuttaa alapohjan korjauksien yhteydessä. Seinien alareunoihin ei tule asentaa tiiviitä tai kosteudelle herkkiä materiaaleja (esim. muovimatto tai puiset jalkalistat).

5.3 Alapohjarakenteet

5.3.1 Rakenne ja sijainti

Rakennuksen alkuperäisosalla alapohjarakenteet ovat lähtötietojen ja tehtyjen rakenneavausten perusteella pääosin ryömintätilallisia. Alkuperäisosan kellarikerroksessa alapohjarakenteet ovat pääosin lämmöneristämättömiä maanvaraisia betonilaattoja. 60-luvun osalla alapohjarakenne on pääosin uusittu maanvaraiseksi lämmöneristetyksi betonilaataksi. Vuoden 2011 laajennusosalla alapohjarakenteena on lämmöneristetty kantava maanvarainen betonirakenteinen alapohja.

Alla alapohjarakenteiden pääasialliset sijainnit.



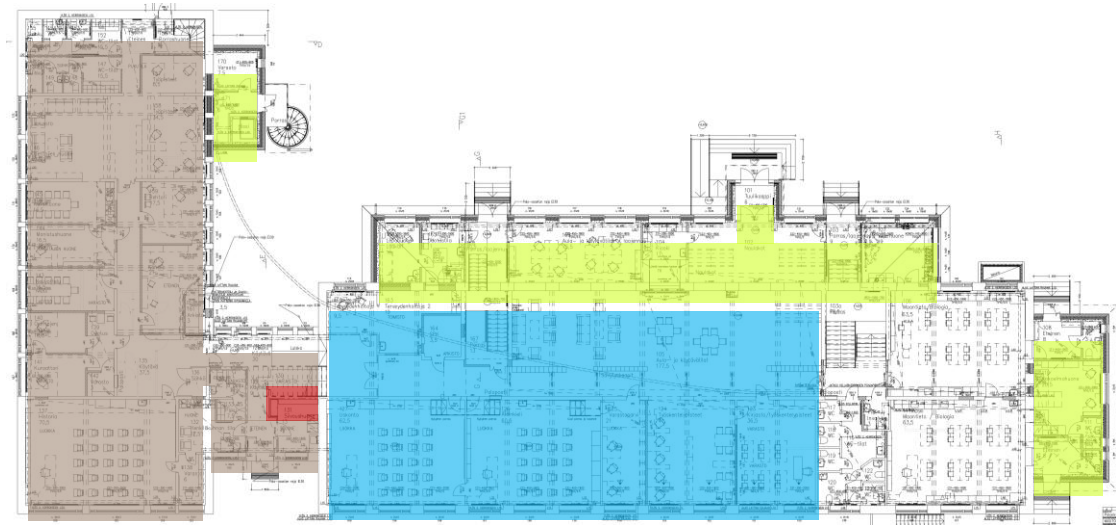
Kuva 18

1950-luvun osan kellarikerroksen alapohjarakenteiden rakennetyypit pohjapiirustuksessa.

1950-luvun alkuperäinen osa, maanvarainen tuplalaatta, bitumisively välissä

1950-luvulla rakennettu osa, lämmönjakotila, vedenpaine-eristetty, lämmöneristämätön maanvarainen alapohja

Kellarin uusittu maanvarainen alapohja vuodelta 2011, betonilaatta ja EPS-muovieriste



Kuva 19

1. kerroksen alapohjarakenteiden rakennetyypit pohjapiirustuksessa.

1960-luvulla rakennettu osa, alapohja uusittu vuonna 2011, maanvarainen betonilaatta ja EPS lämmöneristys

1960-luvulla rakennettu osa, alapohja alkuperäinen, maanvarainen betonilaatta, Toja-levy lämmöneristeenä

1950-luvulla rakennettu osa, ryömintätilallinen alapohja, ylälaattapalkisto, Toja-levy, pintalaatta

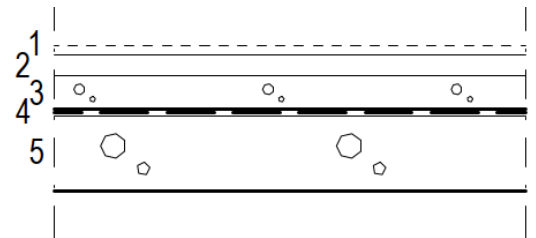
2011 vuoden laajennusosat, kantava maanvarainen betonilaatta, EPS lämmöneristys

5.3.1.1 1950-luvun alkuperäisosa

Alapohjarakenteiden pääasialliset rakennetyypit ovat esitettynä alla. Kellarin lämmönjakosyvennyksen vedenpaine-eristettyyn alapohjaan ei tehty rakenneavausta, sillä alapohja voi olla pohjavesipinnan tasossa.

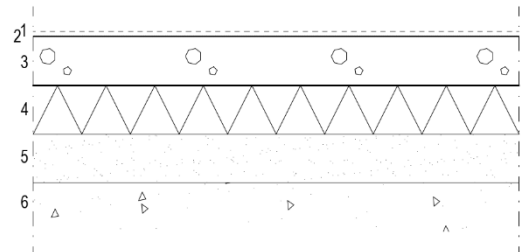
Kellarin alapohjarakenne yleisesti on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava rakenneavausten AP7 ja AP9 perusteella:

- maalipinnoite/muovimatto
- karkeatasoite 22 mm/pintavalu 20 mm (osalla alueista)
- pintabetonilaatta 35...70 mm
- bitumisively 2 mm
- betonilaatta n. 40...50 mm (ei läpäisty)
- täyttömaa



WC-tilaan 012 tehdyn rakenneavauksen perusteella alapohjarakenne on uusittu ja siinä on uusi lämmöneristekerros. Rakenne oli seuraava rakenneavaus AP8 mukaan:

- muovimatto
- tasoite 2 mm
- betonilaatta 10 mm
- EPS-eriste 100 mm
- hieno hiekka 100 mm
- täyttömaa





Kuva 20

Rakenneavaus AP9 kellarin oppilaskunnan tilan lattia. Rakenteena on tuplalaatta, jossa on paksu bitumisively kosteuseristeenä.

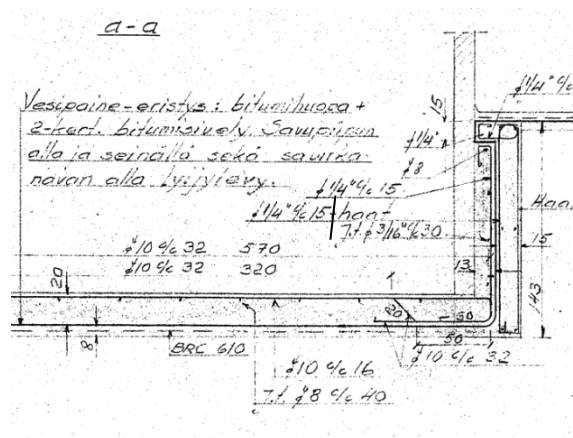


Kuva 21

Rakennevaus AP8 WC-tilassa 012.
Alapohja on uusittu.

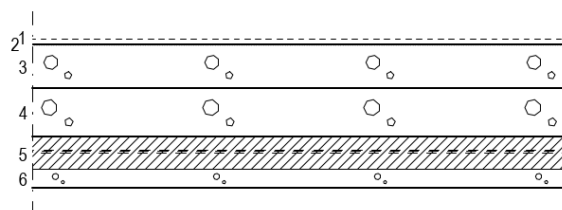
Lämmönjakotilan syvennyksen alapohjarakenne on vedenpaine-eristetty ja alkuperäisen suunnitelman mukaan seuraava (rakenneavausta ei tehty):

- maali
- betonilaatta
- bitumikermi ja 2x bitumisively
- betonilaatta



1. kerroksen ryömintätilallisen alapohjan rakenne on rakenneavausten (AP1, AP3) perusteella seuraava sisältä ulospäin:

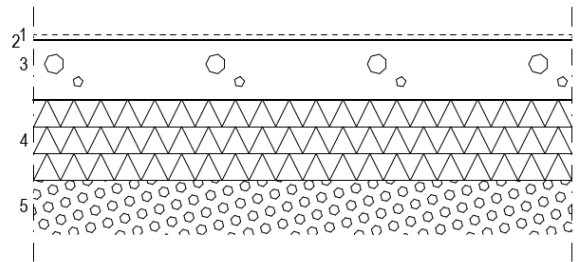
- muovimatto+liima
- tasoite 2..3 mm
- teräsbetoni pintalaatta 70...170 mm
- Toja-levy 60-100 mm (tummunut)
- betonilaatta 35...50 mm
- ryömintätila n. 1400....1700 mmm
- perusmaa savi/siltti



5.3.1.2 1960-luvun laajennusosa

Rakenneavausten perusteella alapohjarakenne on peruskorjattu lähes kokonaan ja se on rakenneavaushavaintojen (AP3, AP4, AP5) mukaan nykyään maanvarainen lämmöneristetty betonilaatta (esitettyinä alla). Ulkoseinien lähellä havaittiin paksumpi EPS-eristekerros (AP3).

- muovimatto
- tasoite 1 mm
- teräsbetonilaatta 85...110 mm
- alapohjan eriste EPS 150..200 mm
- sepelitäyttö (suunnitelmien mukaan 200 mm)
- perusmaa



Keskellä rakennusta rakenneavauksessa AP6 havaittiin poikkeava rakenne, jossa oli betonilaatan vahvuus 230 mm, minkä jälkeen betonirakenne jatkui vielä 200 mm, johon poraus lopetettiin. Näyteliერიონ kyljessä on vain pieni kaista EPS-eristettä, minkä perusteella alapohjassa on kaista, joka on lämmöneristämätön.

Varaston 130 alapohjarakenne tarkastettiin poraamalla, sillä tilan lattia on korkeammalla ympäröiviä tiloja ja tilassa on mikrobiperäinen haju. Porauksessa havaittiin alapohjassa alkuperäinen Toja-levyeriste.



Kuva 22

Rakenneavauskohdassa AP6 on pinta-
laatan vahvuus 230 mm, minkä jälkeen
betonirakenne jatkui vielä n. 200 mm.



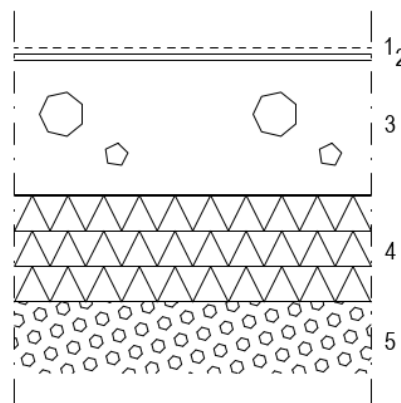
Kuva 23

Rakenneavaus AP4, joka vastaa yleisesti 60-luvun osan alapohjarakennetta.

5.3.1.3 Vuoden 2011 laajennusosa

Rakenneavauksen (AP7) perusteella laajennusosan alapohjarakenne on seuraava

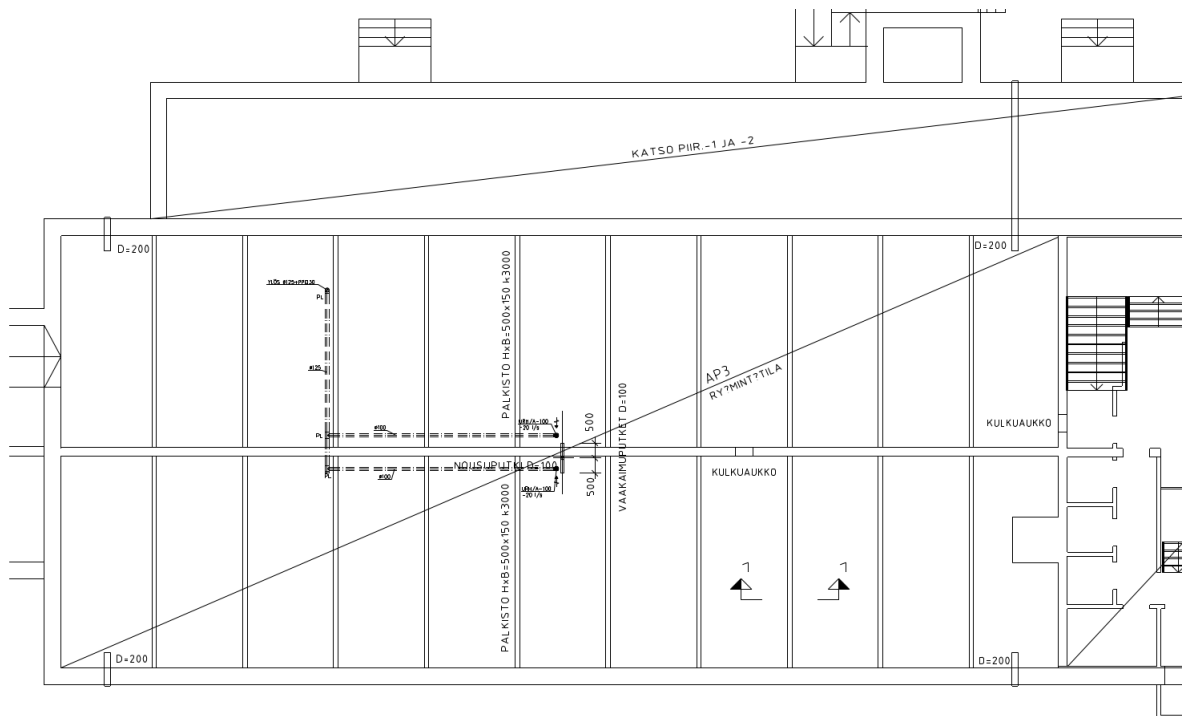
- muovimatto
- tasoite 8 mm
- teräsbetoni-laatta 190 mm
- EPS-levyt 150 mm
- sepeli



Lattian teräsbetoni-laatta on lähtötietoihin verrattuna 40 mm paksumpi kuin rakenne-suunnitelmissa.

5.3.2 Havainnot

Alapohjan ryömintätilaan tehtiin tarkastuskäynti kellarissa olevien tarkastusluukkujen kautta. Alapohjarakenteen alla todettiin n. 1,4...1,7 m korkuinen ryömintätila. Ryömintätila on korkeampi ulkoseinien vierustoilla kuin rakennuksen keskiosalla. Ryömintätila jakautuu kahteen osaan keskellä olevan väliseinän perustuksen vuoksi. Ryömintätilan maaperä on lämmöneristämätön. Molemmissa osissa ryömintätilaa on alipaineistava puhallin, joka on suunnitelmien mukaan rakennettu vuonna 2011. Tuuletusputkia on neljä kappaletta sokkelissa.



Kuva 24

Ryömintätilan tuuletusputket ja ilmanvaihto vuoden 2011 suunnitelman mukaan.

Ryömintätilan maaperä on hiekkaa / savea. Maaperä on kosteaa koko rakennusallalla. Ulko- ja väliseinien perustusrakenteet ovat monin paikoin vasten kosteaa/märkää maaperää. Ulkoseinien perustusrakenteet ovat osittain takapihan puolella näkyvästi märkiä ulkopuolisen kosteudenhallinnan puutteiden takia. Sisäpihan puolella vanhan osan vieressä on vuoden 2011 laajennusosa, minkä vuoksi siellä pintavesistä johtuva kosteusrasitus on vähäisempi.

Maaperän pinnalla kasvaa monin paikoin näkyvää mikrobikasvua. Ryömintätalassa ei ole jätemateriaaleja ja kantavan ylälaattapalkiston muottipuut on purettu pois. Sisäpihan puoleisella ryömintätilan osuudella väliseinän perustuksen vieressä on vanha tekniikkakanaali, jossa on nykyään uusia sähkö- ja muita johtoja. Tekniikkakanaalissa sisäpinnoilla on seinissä ja katossa Toja-levyä, jossa ei ollut näkyviä vaurioita. Alapohjan ryömintätilan ilma oli ensimmäisellä tutustumiskäynnillä elokuussa kostean oloinen.

Ulko- ja väliseinien perustusrakenteissa ja alapohjan kantavan laatan alapinnassa todettiin monin paikoin ruostuneita teräksiä, mutta kantavuuden heikkenemiseen viittaavia vaurioita, kuten halkeamia, ei todettu. Ryömintätilan palkkirakenteita on

vahvistettu rakentamisen jälkeen yleisesti, joka näkyy palkkien alapinnassa olevissa valurakenteissa. Ryömintätilasta on runsaasti tekniikkaläpivientejä, joita ei ole tiivistetty alapuolelta. Nämä voivat olla ilmavuotoreittejä yläpuolisiin tiloihin. Lisäksi ryömintätilaan on kaksi kulkuaukkoa ja yksi muuraamalla ummistettu aukko, joiden epätiiveyksien kautta voi vuotaa epäpuhdasta ilmaa kellarin käyttötiloihin.


Kuva 25

Ryömintätilassa ulkoseinän perustusrakenteessa/sokkelissa näkyi vähän kosteita alueita takapihan puolella. Perustuksesta nouseva kosteus on estetty sokkelin ja perusmuurin välissä olevalla bitumisivelyllä.


Kuva 26

Ryömintätilan laatan betonivalu on harvaa. Laatan teräsverkko näkyvillä ja ruostunutta. Palkin alapintaan on tehty rakennetta vahvistava betonivalu myöhemmin.


Kuva 27

Ryömintätilassa olevassa alkuperäisessä tekniikkakanaalissa on katossa ja sivuseinillä Toja-levyä. Kanaalissa on myös vanhoja putkiläpivientejä, jotka voivat olla epätiivisiä ja niistä voi olla ilmayhteys yläpuolisiin tiloihin.


Kuva 28

Ulkoseinällä on vanha haalausaukko, joka on ummistettu valulla. Reiästä valuu vettä ryömintätilaan.



Kuva 29

Ryömintätilan molemmat sivut on kaivettu syvemmiksi ja näillä alueilla savi-pohja on märkä.



Kuva 30

Ryömintätilan maanpinnassa on suolakertymää ja/tai mikrobikasvustoa.



Kuva 31

Ryömintätilan ja kellarin välisessä seinässä on umpeen muurattu aukko WC-tiloja vasten. Muuraus on mahdollisesti epätiivis.



Kuva 32

WC-tilaan on tehty myöhemmin käyntiluukku ryömintätilaan. Oven rakenteet ovat mahdollisesti epätiivisiä.


Kuva 33

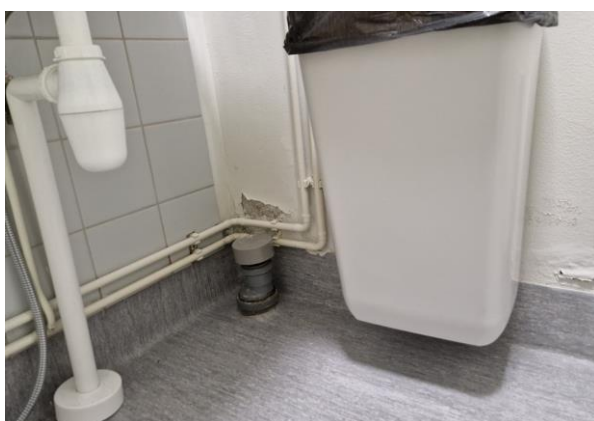
Ryömintätilasta on uusia tekniikkaläpivientejä, jotka ovat mahdollisesti epätiivitä ja ilmavuotoreittejä.


Kuva 34

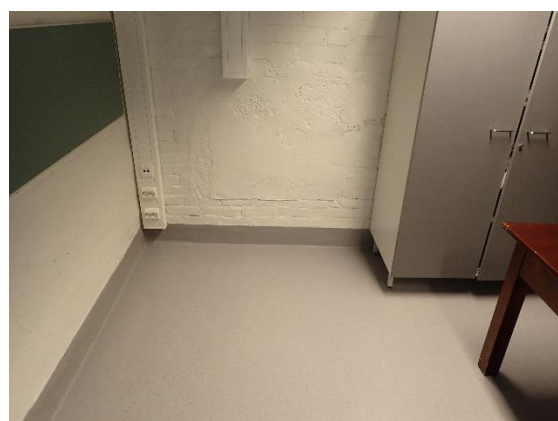
Ryömintätilan tuulettumista on parannettu alipaineistavalla puhaltimella, joka kattaa molemmat osat ryömintätilasta.

Kellarissa oleskelutilojen ja WC-tilojen pinnoitteena on muovimatto ja teknisten tilojen lattiat on maalattu. Lämmönjakotilan maalipinnat ovat yleisesti hilseilleet ja tilassa on selvä mikrobiperäinen haju. Hajun leviämistä on estetty tilaan rakennetulla alipaineistavalla ulospuhaltimella. Lämmönjakotilassa on harmaiden vesien pumppauskaivo, joka voi vaikuttaa pohjavesipinnan tasoon.

Kellaritiloissa on nostettu lattian muovimatto ulko- ja väliseinille. Seinien alaosissa esiintyy kosteuden nousuun viittaavaa pinnoitteen irtoamista.


Kuva 35

Kellarin WC-tilan seinän alareunassa on maaperäkosteudesta johtuvia kosteusvauriojälkiä.


Kuva 36

Kellarin lattiapinnoitteena on oleskelutiloissa muovimatto, joka on nostettu seiniä vasten.



Kuva 37
Lämmönjakotilan rakenteissa näkyy kosteusrasitus.



Kuva 38
Lämmönjakotilassa on pohjavesipumppu / harmaiden vesien pumppu, josta voi mahdollisesti aiheutua liiallista pohjavedenpinnan tason laskua, jos puupaalujen yläosat jäävät pohjavesipinnan yläpuolelle.

Alkuperäisosan 1. kerroksen alapohjien yleisin pintamateriaali 50-luvun osalla on muovimatto, jonka arvioidaan olevan uusittu vuoden 1997 korjauksessa.

60-luvun osalla lattiapinnoitteena on muovimatto, joka on uusittu vuonna 2011 peruskorjauksen yhteydessä. Muovimattopinnat ovat tyydyttävässä kunnossa.

5.3.3 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteiden kosteutta kartoitettiin pintakosteusmittauksella ja viiltomittauksilla. Kosteusmittaushavainnot ja viiltomittauspisteet on esitetty liitteessä 1 ja viiltomittauksien tulokset liitteessä 3.

Kellarin lattioissa pintakosteuslukemat olivat koholla. Lattian muovimatto on nostettu noin 15 cm väli- ja ulkoseinille ja näillä kohdilla havaittiin myös yleisesti kohonneita pintakosteuksia. Kellarin lattioihin tehtiin yksi viiltomittaus lattiaan ja yksi mittaus väliseinään ylösnostetun muovimaton taakse. Lattian kosteus oli 100,0 % RH ja väliseinän alareunan muovimattoston taakse tehdyn mittauksen kosteus oli 97,3 %RH.

1. kerroksen ryömintätilan osuudella lattian pintakosteudet olivat normaalilla tasolla lattiassa.

60-luvun alapohjan pintakosteudet olivat pääsääntöisesti normaalia tasoa. Alapohjassa havaittiin myös selkeästi korkeampia pintakosteusarvoja ja näihin tehtiin viiltomittauksia. Tilojen 157-158 (työpisteet) lattiassa oli kaistamainen alue, jossa pintakosteudet olivat korkeammat. Kohtaan tehdyn rakenneavauksen AP6 perusteella kohonnut kosteus liittyy rakenteen lämmöneristämättömyyteen ja paksuun betonirakenteeseen. Tähän kohtaan tehdyn viiltomittauksen kosteus 93,4 %RH on korkea. Myös viereisen opettajien huoneen 146 lattiassa oli vastaava kaista, jonka pintakosteuslukemat olivat korkeita. Muilla alueilla kohonneiden pintakosteusalueiden viiltomittaukset alittivat muovimatolle kriittisenä kosteutena pidetyn kosteuden 85% RH.

2011 tehtyjen laajennusosien pintakosteuslukemat olivat yleisesti lievästi kohonneita. Laajennusalueelle tehtiin kolme viiltomittauksia. Viiltomittauksien kosteudet vaihtelivat 79,9...89,0 %RH. Viiltomittauksien sijainnit on esitetty pohjakuvassa ja tulokset on koottu kosteusmittauspöytäkirjaan, joka on liitteenä 2.

5.3.4 Mikrobianalyysit

1. kerroksen ryömintätilallisen alapohjaan tehtiin yhteensä kaksi rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet 1. kerroksen ryömintätilallisen alapohjan lämmöneristeestä (Toja-levy), joka on kahden betonilaatan välissä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjakuvissa.

Taulukko 1

Alapohjarakenteiden (1. krs) materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näytenumero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RA (AP1)	Aula 105	AP1	Toja-levy	Vahva viite vauriosta
RA (AP2)	Luokka 126	AP2	Toja-levy	Vahva viite vauriosta

Tutkituissa Toja-levyissä havaittiin poikkeavaa tummentumaa, muttei selkeää mikrobi-peräistä hajua. Laboratorion analyysitulosten perusteella Toja-levyissä on vahva viite mikrobivauriosta.



Kuva 39
Rakenneavaus AP1. Toja-levyn pinnassa näkyy tummentumia.



Kuva 40
Rakenneavaus AP2. Toja-levyn pinnassa näkyy vähän tummentumia.

5.3.5 Muovimaton VOC-emission mittaus BULK-menetelmällä

Vuoden 2011 laajennusosan muovimatosta tutkittiin muovimaton VOC-emissioita BULK-menetelmällä lattian alueelta, jossa oli todettu yli 85% suhteellinen kosteus viiltomittauksessa. Tällöin on riski, että muovimatto alkaa hajoamaan kemiallisesti korkean kosteuden ja betonin alkalisuuden yhteisvaikutuksesta. Tutkitun muovimatonäytteen (BULK1) VOC-emissio oli matala ja alittaa viitevarjot. Korkein kosteus (89,0 %RH) havaittiin mittauspisteessä V1, jonka vierestä otettu näyte BULK-analyysiin. Laboratorion analyysivastaus on liitteessä 3.

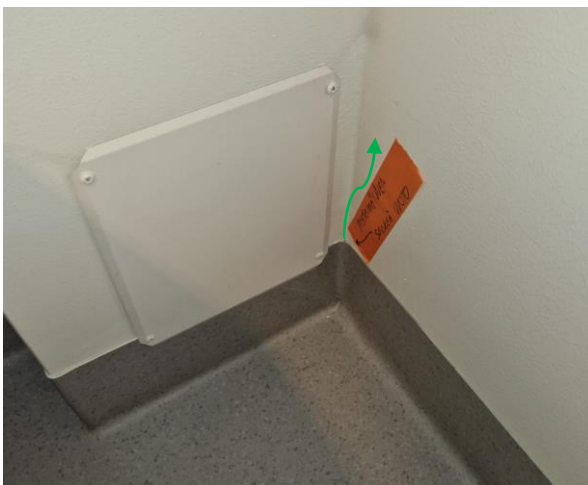
5.3.6 Merkkiainekokeet

Merkkiainekokeita tehtiin 50-luvun osalla kellarin oppilaskunnan tilaan, luokan 126 alapohjan Toja-levyeristeeseen ja terveydenhoitajan alapohjan Toja-levyeristetilaan. 60-luvun osalla tehtiin alapohjaan merkkiainekokeet luokkaan 137 ja opettajien huoneeseen. Vuoden 2011 laajennusosalla tehtiin merkkiainekoe lääkärin huoneeseen 166. Merkkiainekokeet tehtiin vallitsevassa paine-erossa, jos tila oli alipaineinen tai alipaineisuutta lisättiin tilaan ilmanvaihtoa säätämällä. Paine-ero oli tutkimushetkellä -3...-6 pascalia. Merkkiainetutkimuksen havainnot on esitetty alla olevissa valokuvissa ja merkkiainepisteet liitteessä 1.

Merkkiainekokeissa havaittiin 50-luvun kantavan alapohjan Toja-levyeristeestä vain vähäisiä pistemäisiä merkkiainevuotoja.

60-luvun osalla merkkiainevuotoa havaittiin heikkoa merkkiainevuotoa seinälle nostetun muovimaton yläreunassa ja ulkoseinän pilari-lattialiittymän kohdassa muovimaton takaa.

Vuoden 2011 laajennuksen lääkärin huoneessa 166 havaittiin heikkoa merkkiainevuotoa viemärin läpiviennin ympäristössä ja väliseinän muovimattonoston takaa.



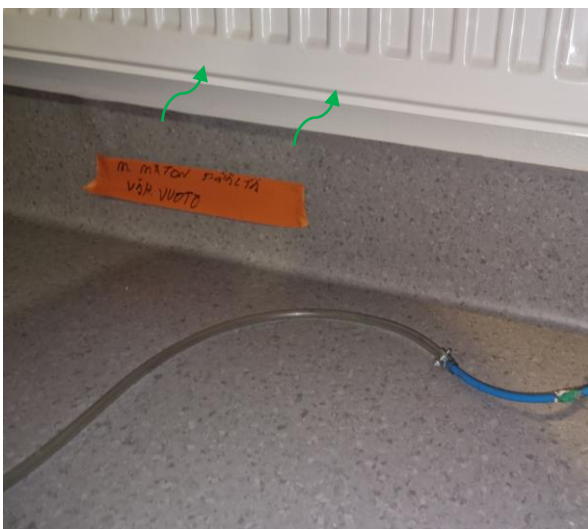
Kuva 41

Terveystoimittajan huoneen nurkassa on putkikotelointi, jonka nurkassa havaittiin pistemäinen selkeä vuotokohta muovimaton noston takaa.



Kuva 42

Luokan 126 alapohjan Toja-levyeristeestä havaittiin pistemäinen vuotokohta kaiteen kiinnityskohdasta ja muovimaton ylösnoston saumakohdassa.



Kuva 43

Opettajien huoneen lattian muovimatonoston takaa havaittiin vähäinen merkkiainevuoto.

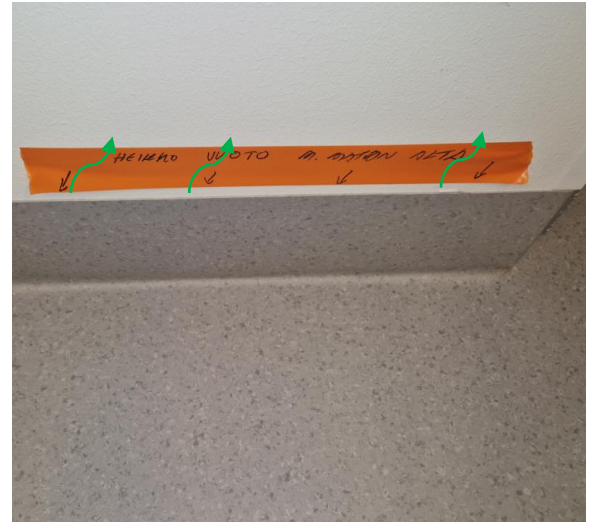


Kuva 44

Opettajien huoneen lattian muovimatonoston takaa havaittiin pistemäinen vuoto pilarin kohdalla.



Kuva 45
Vuoden 2011 laajennuksen lääkärin huoneessa havaittiin heikko pistemäinen vuotokohta viemärin läpiviennin kohdalla.



Kuva 46
Vuoden 2011 laajennuksen lääkärin huoneessa havaittiin heikkoa merkkiainevuotoa väliseinälle nostetun muovimaton takaa.

5.3.7 Johtopäätökset

Kellarin alapohjarakenne alkuperäisellä muovimattopintaisella alapohjarakenteen alueella yleisesti hyvin kostea ja kosteutta on noussut myös väli- ja ulkoseinien alareunoihin. Muovimatto on havaintojen perusteella vaurioitunut ja voi heikentää sisäilman laatua.

Tutkimusten perusteella alapohjan ryömintätilassa on poikkeavat kosteusolosuhteet. Poikkeavat kosteusolosuhteet ryömintätilassa johtuvat ulkopuolisen kosteudenhallinnan puutteista ja maaperän eristämättömyydestä. Kosteusrasitus on aiheuttanut näkyvää mikrobikasvustoa ja suolakertymää ryömintätilan maaperän pinnalle, minkä vuoksi ryömintätila voi toimia epäpuhtauksien lähteenä, jos sieltä on ilmavuotoja sisätiloihin.

Ryömintätilan yläpuolinen alapohjalaatta on lämmöneristetty Toja-levyllä ja siinä havaittiin mikrobivaurioita. Merkkiainekokeiden perusteella ja tehdyn kahden viikon mittaisen paine-eromittauksen perusteella ryömintätilasta ja Toja-levyeristekerroksesta ei tule sisäilmaan merkittäviä määriä ilmavuotoja sisäilmaan nykytilanteessa. Merkkiainevuotokohtia havaittiin vähän putkien ja johtojen läpivientikohdissa ja alapohjan ja väli- sekä ulkoseinien liittymissä.

60-luvun osan alapohjarakenteet ovat pääsääntöisesti kosteusteknisesti toimivia ja niistä ei aiheudu sisäilmaan vaikuttavia riskejä. Alapohjarakenteessa on paikallisia poikkeavia betonirakenteita, joissa ei ole yhtenäistä lämmöneristekerrosta ja viiltomittauksien perusteella rakenteessa on poikkeavaa kosteutta. Nämä rakenteet ovat todennäköisesti aiempaan alapohjarakenteeseen tai vanhoihin perustusrakenteisiin liittyviä rakenteita. Poikkeavilla alapohjarakennealueilla muovimattopäällysteet ovat vaurioituneet ja niillä voi olla vaikutusta sisäilman laatuun.

60-luvun osalla lattian muovimattonestot olivat merkkiainekokeen perusteella melko tiiviisti seinää vasten ja vuotokohdat olivat pieniä. Merkkiainekokeiden perusteella maaperän epäpuhtauksilla on mahdollista vähäisessä määrin kulkeutua sisäilmaan alapohjan ja seinärakenteiden epätiivelyskohtien kautta, kuten läpivientien ja kantavien väliseinä- ja ulkoseinä- rakenteiden liittymien kautta.

Vuoden 2011 laajennusosan kosteusmittauksissa havaittiin poikkeavaa kosteutta yhdessä tutkimuspisteessä (tila 169), jossa alapohjan rakenne on pääsääntöisesti kosteusteknisesti toimiva. Rakenteessa oleva kosteus voi olla rakentamisen aikaista kosteutta, jos muovimatto on asennettu liian kostealle alapohjalle ja rakenne ei ole sen jälkeen päässyt kuivumaan. Muovimatossa ei kuitenkaan havaittu poikkeavia emissioita, minkä perusteella matto ei ole alkanut vaurioitumaan kemiallisesti.

5.3.8 Toimenpide-ehdotukset

Alapohjan ryömintätilan tuulettumisedellytyksiä on parannettava. Ryömintätilan kosteusolosuhteita tulee parantaa mm. ulkopuolista kosteudenhallintaa parantavilla toimenpiteillä (perusmuurin vedeneristys, salaojat). Lisäksi ryömintätilan maaperä voidaan lämmöneristää, joka vähentää maaperän kosteudenhaihtumista.

Käyttöä turvaavana korjaustoimenpiteenä ryömintätilallisen alapohjan ilmavuotoreiitit Toja-eristekerroksesta ja ryömintätilasta tiivistetään korjaussuunnitelman mukaisesti. Seuraavassa peruskorjaushankkeessa Toja-eristekerros puretaan.

Peruskorjauksen yhteydessä alapohjan ryömintätilasta poistetaan kaikki rakennusjätteet ja kanaalitilan Toja-levyeristeet puretaan. Alapohjan terästen ruostevauriot korjataan.

Kellarin alkuperäiset alapohjarakenteet suositellaan uusittaviksi siten että ne ovat kosteus- ja lämpöteknisesti toimivia. Käyttöä turvaavana toimenpiteenä lattioiden ja seinänostojen muovimattopinnoitteet ja tasoitteet poistetaan. Pinta käsitellään kosteutta läpäisevällä pinnoitteella.

60-luvun osalla tiivistetään alapohjan lattia- ja seinäliittymät ja muut ilmavuotoreitit. Alapohjarakenteet, joissa on poikkeavaa kosteutta, korjataan lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi.

Vuoden 2011 laajennuksen alueella poistetaan lattian muovimatto ja rakenne kuivataan.

5.4 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

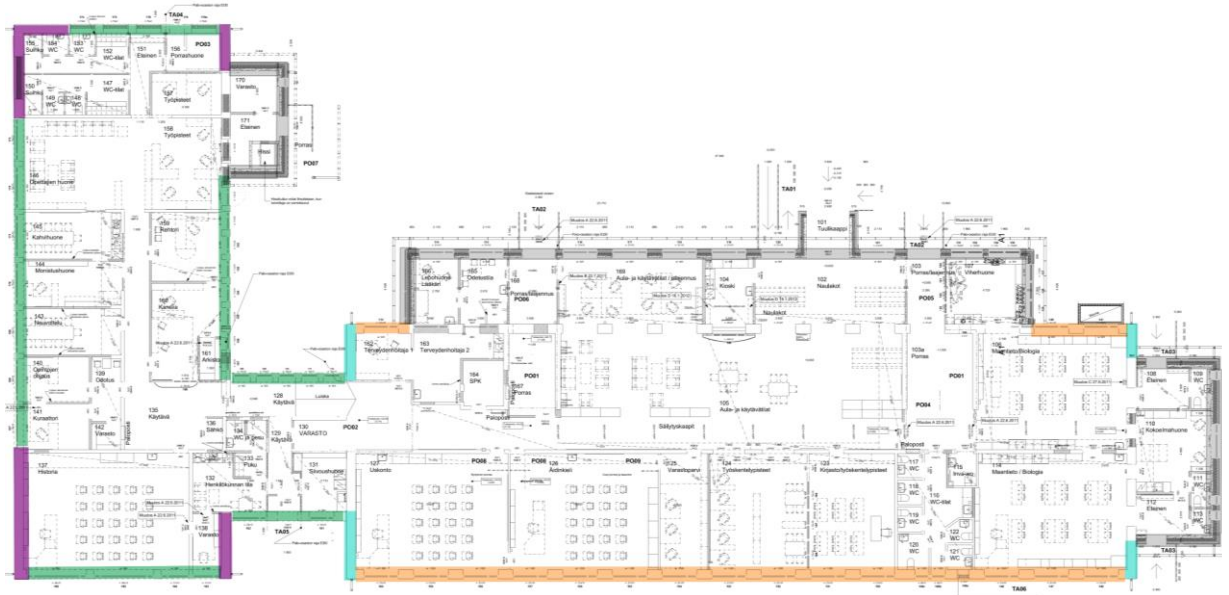
5.4.1 Rakenne ja sijainti

Lähtötietojen mukaan 50-luvun osan ulkoseinät ovat pääasiassa massiivitiilirakenteisia. 60-luvun osalla ulkoseinärakenne on pilarirunkoinen, jossa ikkunoiden kohdalla on 1. kerroksessa tiili-villa-betoni-seinä sekä 2. kerroksessa levyrakenteinen ikkunan ala- ja yläosa. Osa seinistä on kantavia betoniseiniä (betoni-villa-tiili).

Lähtötietojen ja havaintojen perusteella on arvioitu, että ikkunat on uusittu karmeineen vuonna 2011 peruskorjauksen yhteydessä. Ulko-ovet ovat todennäköisesti myös vuodelta 2011. Lisäksi 50- ja 60-luvun osilla on ikkunoiden alapuoliset levyrakenteiset seinäosuudet rakennettu kokonaan uusiksi. 60-luvun osalla ei ole ikkunoiden yläpuolisia levyrakenteisia osia uusittu.

Vuoden 2011 laajennusosien ulkoseinät ovat betonirunkoisia. Ulkoseinät on lämmöneritetty lasivillalla ja julkisivuna on rapattu tiilikuori.

1. kerroksen ulkoseinärakenteet on esitetty alla oleva kuvassa.



Kuva 47.

Ulkoseinärakenteet 1. kerroksessa.

50-luvun osan 1. kerroksen ulkoseinän alaosan rakenne pitkällä seinillä. Eristehalkaisu ulottuu ikkunan alapintaan asti.

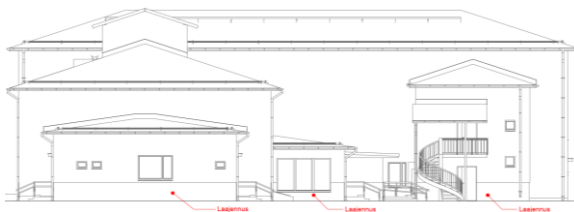
50-luvun osan 1. kerroksen ulkoseinän alaosan rakenne pitkällä seinillä. Eristehalkaisu ei ulotu ikkunan alapintaan asti.

60-luvun osan 1. kerroksen ulkoseinän alaosan rakenne kantavien pilarien kohdalla.

60-luvun osan 1. kerroksen ulkoseinän alaosan rakenne kantavan betoniseinän kohdalla

2011 vuoden laajennusosat, betoni-villa-tiili rakenteinen ulkoseinä

Alle on koottu vuoden 2011 suunnitelmista rakennuksen julkisivuista sekä kohdekuvia rakennuksen julkisivuista.



Kuva 48

Rakennuksen pohjoinen julkisivu.



Kuva 49

Rakennuksen läntinen julkisivu.



Kuva 50
Rakennuksen etelän puolen julkisivu.



Kuva 51
Rakennuksen itäinen julkisivu.



Kuva 52
Rakennuksen pohjoispuolen julkisivu.



Kuva 53
Rakennuksen etelän puoleinen julkisivu.



Kuva 54
Rakennuksen idän puoleista julkisivua.

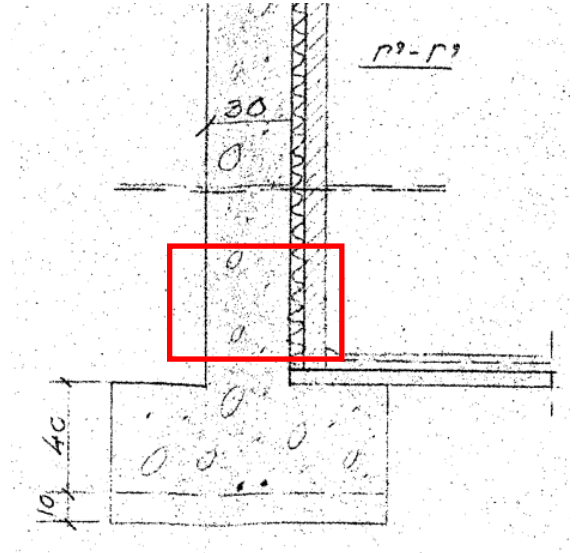


Kuva 55
Rakennuksen läntinen julkisivu.

5.4.1.1 1950-luvun alkuperäisosa

Kellaritilan ja ryömintätalallisen alapohjan välinen ulkoseinä on tehdyn rakenneporauksen mukaan seuraava sisältä päin:

- muuraus
- ilmarako 40 mm (suunnitelmista poiketen rakenteessa ei ole lämmöneristettä)
- betoniseinä 300 mm
- alapohjan ryömintätila

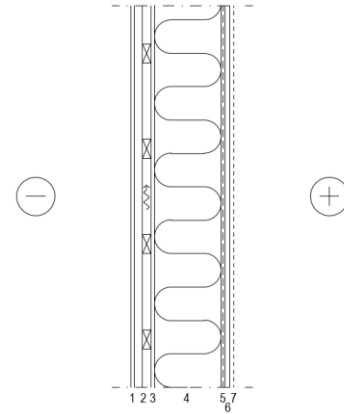


Kuva 56

Ryömintätilan vastaisen ulkoseinän sisäpuolella on ohut muuraus. Muurauksen ja betoniseinän välissä ei ole lämmöneristettä.

50-luvun osan ulkoseinärakenteiden pääasiallinen rakennetyyppi on massiivitiiliseinä. 2. kerroksessa on ikkunoiden alla levyrakenteiset osuudet. Niiden rakennetyyppi on esitetty alla.

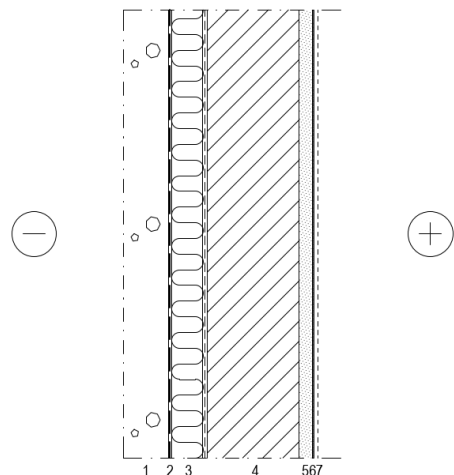
- maalattu kipsilevy 13 mm
- höyrynsulkumuovi
- höylätty puurunko/lasivilla 165 mm
- tuulensuojakipsilevy 9 mm
- mineraalivillaeristys 50 mm
- ristiinkoolaus 44 mm
- sementtikuitulevy

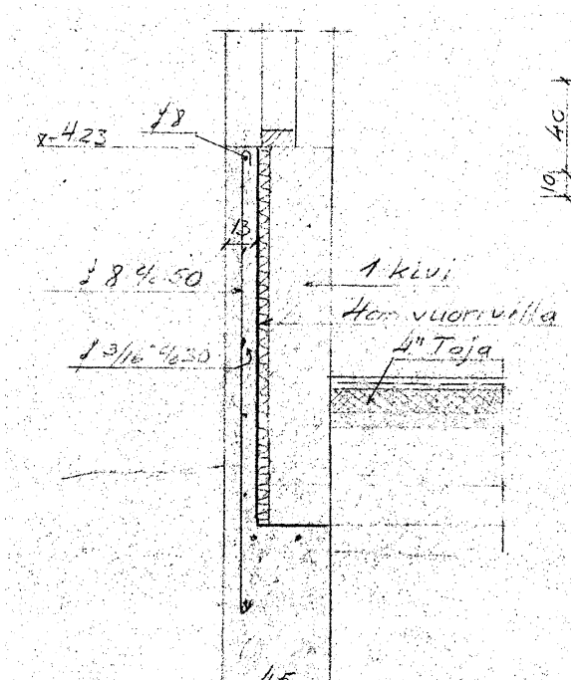


Rakennuksen sisäpihan puolella, missä on vuoden 2011 laajennusosa, ikkunan alapuolisessa levyrakenteisessa seinässä ei ole julkisivulevynä sementtikuitulevyä vaan villaaeristeen takana on laajennusosan yläpohjan eristekerroksena oleva puhallusvilla.

Sokkelirakenteita on kahta eri tyyppiä. Rakennuksen pitkällä sivulla sokkelirakenne jatkuu yhtenäisenä ulkoseinärakenteena ikkunoiden alapintaan asti (kuva 57). Päätyseinillä sokkelirakenne on matalampi ja massiivinen tiiliseinä alkaa matalammalta. (kuva 58). 50-luvun 1.kerroksen ulkoseinä-/sokkelirakenne ikkunoiden alapuolella on lähtötietojen ja rakenneavausten (US1, US2) perusteella seuraavanlainen:

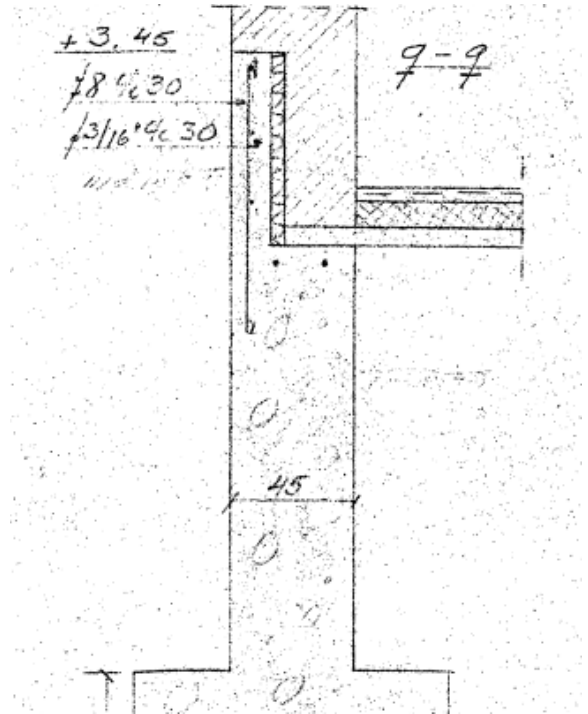
- maali
- hieno tasoite 1-2 mm
- rappaus 30 mm
- 1,5 kiveä muuraus kennotiili, (savi-tiili)
- bitumipintainen paperi
- lasivilla 70 mm, vaihtuu Toja-levyksi maanpinnan tasossa
- bitumisively (ei asbestia, PAH 200 mg/kg)
- betonisokkeli (arviolta 100 mm)
- maali





Kuva 57

Rakennuksen pitkien seinien ulkoseinä-rakenne US1. Ulkoseinän eristekerros ulottuu ikkunan alareunaan asti.

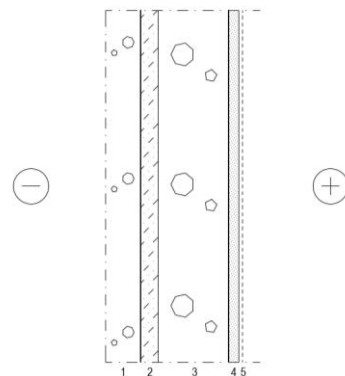


Kuva 58

Rakennuksen päätyseinien sokkelirakenne on erilainen. Sokkelin eristehalkaisu ei ulotu ikkunan alareunaan asti.

Ikkunoiden yläpuolella on aukon ylityspalkki, joka on lämmöneristetty korkilla. Rakenne on rakenneavauksen (US9) perusteella seuraava:

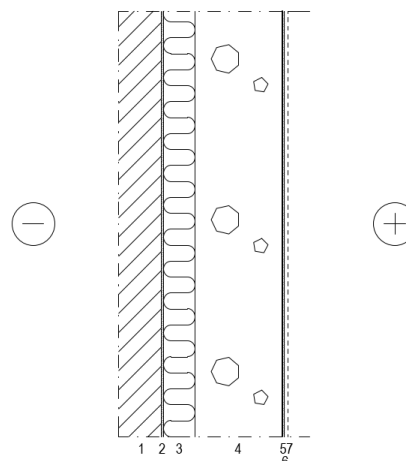
- maali
- rappaus 30 mm
- Betoni 200 mm
- korkki 50 mm
- betoni



5.4.1.2 1960-luvun laajennusosa

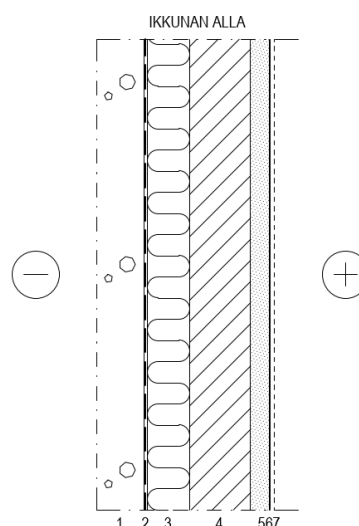
Kantavilla massiiviseinälinjoilla ulkoseinärakenne on rakenneavauksen (US12) perusteella betoni-villa-tiili rakenteinen. Seinän alaosassa tiiliverhouksen sijasta rakenteena on betonisokkeli.

- maali
- tasoite 1 mm
- rappaus/karkeatasoite 4 mm
- betoni 205 mm
- kivivilla 75...85 mm
- laastipurse 5 mm, ei ilmarakoa
- reikätiili, 130 mm
- roiskerappaus 40 mm
- maali



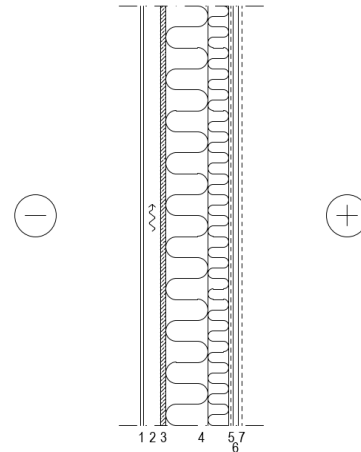
Ikkunaseinillä kantavana rakenteena on betonipilarit. Ensimmäisessä kerroksessa pilarirunkoisella seinäosuudella ikkunoiden alapuolinen seinärakenne on rakenneavauksen (US6) perusteella tiili-villa-betonirakenteinen.

- maali
- tasoite 1 mm
- rappaus 15 mm
- umpitiili 110 mm
- laastipurse 40 mm
- kivivilla 60 mm
- ilmarako 20 mm
- bitumikermi (asbestipitoinen)
- betoni



1. kerroksen itäpuolen ikkunoiden yläpuolisista levyrakenteisesta osasta ei ollut lähtötietoja. Sen rakenne on rakenneavauksen (US5) perusteella:

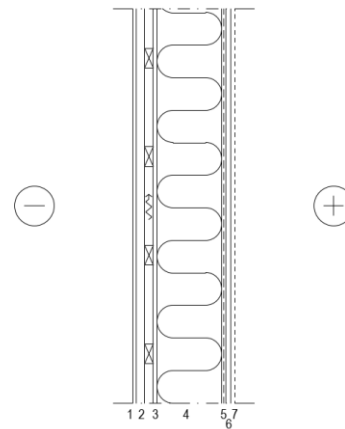
- maali
- lastulevy 12 mm
- rakennuspaperi
- lasivilla 150 mm, puurunko 50+100 mm
- bituliitti 13 mm
- puurima+ ilmaväli 40 mm
- kuitusementtilevy



Rakenne on todennäköisesti alkuperäinen, koska siinä ei ollut höyrynsulkumuovia. 2. kerroksessa ikkunoiden yläpuoliset levyrakenteiset osat ovat todennäköisesti vastavia.

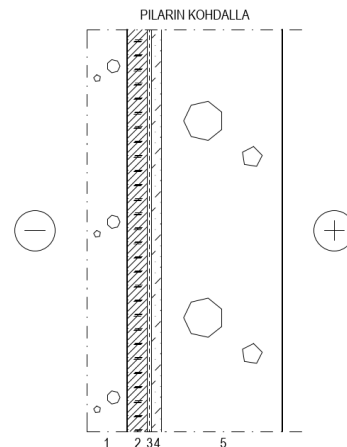
Rakennuksen toisessa kerroksessa ikkunoiden alapuolella on rakenneavauksen (US11, US13) perusteella levyrakenteiset osuudet.

- maali
- kipsilevy 13 mm
- muovi
- lasivilla 175 mm + höylätty puurunko 175 mm
- tuulensuojakipsilevy 11 mm
- ristiinkoolaus 44 mm
- sementtikuitulevy



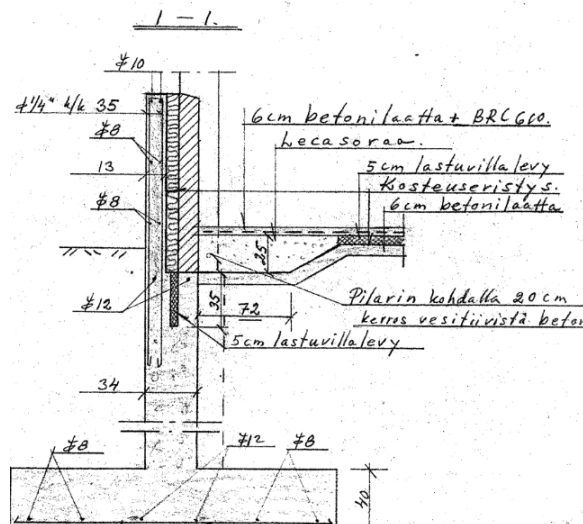
Sokkelissa pilarien kohdalla rakenne poikkesi rakenneavauksen (US6) perusteella siten, että lämmöneristekerroksessa oli uloimpana korkkilevy 25 mm ja Toja-levy 50 mm, joka oli kääritytty tervapaperiin. Rakenne oli sokkelissa pilarin kohdalla seuraava:

- betonipilari 300 mm
- Toja-eriste 50 mm
- pikipaperi
- korkki
- betoni



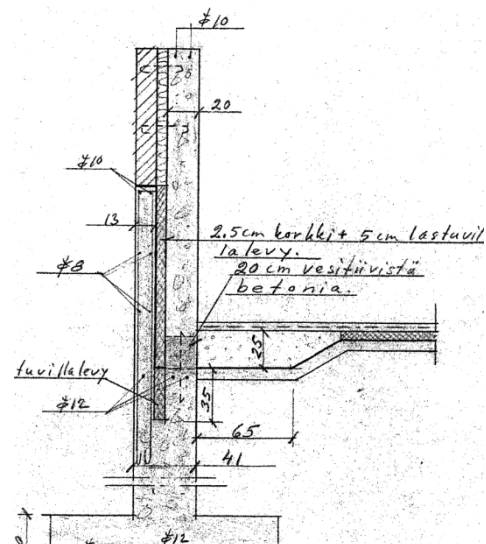
Sokkelista ylöspäin pilarin kohta on todennäköisesti eristetty mineraalivillalla, mutta rakennetta ei avattu.

Koko 60-luvun osassa sokkelirakenteena on ns. valesokkelirakenne, jossa maanpinta ja lattianpinta ovat tyypillisesti samassa tasossa ja betonisokkeli nousee ylemmäs. Pilarirunkoisilla osuuksilla sokkeli ulottuu ikkunan alareunaan asti. Oheisissa alkuperäisissä rakenneleikkauksissa on esitetty sokkelin perusrakenne.



Kuva 59

Sokkelin ja ulkoseinän rakenne kantavan pilarin kohdalla lähtötietojen mukaan.



Kuva 60

Sokkelin ja ulkoseinän rakenne kantavan seinän kohdalla lähtötietojen mukaan.

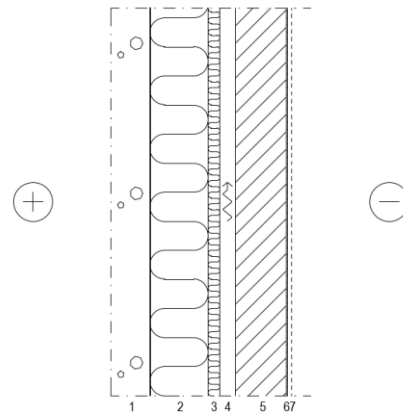
Yhdyskätävän 1. kerrokseen ulkoseinään tehtiin rakenneavaus US3, jonka rakenne oli lähes vastaava kuin ikkunoiden alla 1. kerroksessa.

5.4.1.3 Vuoden 2011 laajennusosa

Ulkoseinärakenteet ovat laajennusosilla yleisesti betonirunkoisia, jossa on paikalla muurattu ja rapattu julkisivu. Lämmöneristeenä on lasivilla.

Ulkoseinän perusrakenne on sisältäpäin rakenneavauksen (US16) perusteella:

- betoni
- lasivilla 150 mm
- paperipintainen tuulensuojavilla 30 mm
- ilmaväli 55 mm
- reikätiili 130 mm
- rappaus 7 mm
- maali



5.4.2 Havainnot

50-luvun massiivitiiliseinissä ei havaittu puutteita. Sokkelissa on käytetty lämmöneristeenä mineraalivilla/Toja-levyä eristeenä, joka on kosteusteknisesti riskialtis rakenneratkaisu. 50-luvun osalla tehtiin sokkelirakenteeseen kolme rakenneavausta ulkoseiniin, joilla arvioitiin rakenteen kuntoa. Rakenneavauksissa ei todettu mikrobiperäistä hajua. Sokkelin eristeestä otetuissa materiaalinäytteissä havaittiin mikrobikasvua (ks. kohta 5.4.3)

50-luvun osalla tehtiin lisäksi rakenneavauksia (4 kpl) 2. kerroksessa ikkunoiden alapuoliseen rakenteeseen ja yläpuoliseen palkkirakenteeseen. Rakenneavauksista ei havaittu mikrobiperäistä hajua tai muuta vaurioon viittaavaa. Höyrynsulkumuovin liittyminen ulkoseinän kivirakenteeseen osuuteen ja lattiaan oli puutteellinen.



Kuva 61

Rakenneavaus US9 ikkuna-aukon ylituspalkin kohdalle. Eristehalkaisussa on korkkia lämmöneristeenä.



Kuva 62

Rakenneavaus US7. Ikkunan alapuolinen levyrakenteinen seinäosuus on uusittu runkopuita myöten kokonaan.



Kuva 63

Rakenneavaus US1 sisäpuolelta. Ulko-seinän lämmöneristeenä on bitumipaperipintainen mineraalivilla, joka ulottuu ikkuna-aukkoon asti.

60-luvun osan eteläpuolen sokkeli ja rapattu julkisivu on silmämääräisen tarkastelun perusteella hyvässä kunnossa. 60-luvun osan 1. kerroksen seinien alareunoihin tehtiin viisi rakenneavausta. Rakennusosan pitkällä sivulla seinien alaosiin tehdyissä rakenneavauksissa havaittiin mikrobivaurioon viittaavaa hajua.

60-luvun osan kantavien ulkoseinien rakenneavauksissa ei havaittu mikrobivaurioon viittaavaa hajua. Mineraalivillaeristeen ja julkisivumuurauksen välissä ei havaittu tuuletusrakoa.

1. kerroksen ikkunoiden alapuoliset levyrakenteiset seinäosuudet on peruskorjattu todennäköisesti vuonna 2011, sillä runkopuuosat ja mineraalivillakerros ovat uusia. Höyrynsulkumuovin liittymisessä ympäröiviin rakenteisiin on puutteita. Mineraalivillakerroksessa ei havaittu ilmavuodoista johtuvaa tummentumista ja runkopuissa ei havaittu kosteuden valumisjälkiä.

1. kerroksen ikkunan yläpuolisia levyrakenteisia osia ei ole peruskorjattu vuonna 2011 ja rakenne vastaa todennäköisesti alkuperäistä. Rakenteesta puuttuu höyrynsulku, mutta sisäpinnassa on rakennuspaperi. Rakenteessa ei silti havaittu viitteitä vaurioitumisesta.



Kuva 64

Rakenneavaus US12 kantavan seinän kohdalle sisäpuolelta käsin. Betonikuoren ja julkisivun tiilimuurauksen välissä on lämmöneristekerros (kivivilla) ilman tuuletusrakoa.



Kuva 65

Rakenneavaus US5 Ikkunan yläpuoliseen levyseinään 1. kerroksessa. rakenne on mahdollisesti alkuperäinen. Rakenteessa ei ole höyrynsulkumuovia. Runkopuissa ei havaittu vesivuotojälkiä.



Kuva 66

Rakenneavaus US11. Runkopuut ovat siistissä kunnossa ja vesivuotojälkiä ei havaittu.



Kuva 67

Rakenneavaus US12. Runkopuut ovat siistissä kunnossa ja vesivuotojälkiä ei havaittu. Mineraalivillassa ei havaittu ilmavuodoista johtuvaa tummentumista.

Vuoden 2011 laajennusosalla tehtiin ulkoseinärakenteisiin 2 kpl rakenneavauksia. Muuratun tiilijulkisivun ja ulkoseinän mineraalivillaeristeen välissä on rakenneavauksesta havainnoituna riittävä tuuletusrako molemmissa rakenneavauksissa (US15 ja US16). Tiilimuurattujen ulkoseinien alaosissa on jätetty tiilisaumoja auki ilmavälin tuulettumiseksi. Sokkelit ovat betonirakenteisia ja sokkelin korkeus on tarpeeksi korkea lukuun ottamatta hissilaajennuksen kohtaa, jossa seinän alareuna on lähes maan tasossa esteettömän sisäänkäynnin vuoksi.



Kuva 68

Vuoden 2011 laajennuksen pohjoisen osan ulkoseinä. Kattovedet on ohjattu asiallisesti rännikaivoihin. Sokkelissa ei näy kosteusvaurioitumiseen viittaavia jälkiä. Ulkoseinän muurauksessa on alimmassa rivissä tuuletusreikiä.



Kuva 69

Porrashuonelaajennuksen ulkoseinä rakenne ulottuu lähes maanpinnan tasoon.



Kuva 70

Vuoden 2011 laajennuksen ulkoseinän rakenneavaus US16. Tiilimuurauksen ja lämmöneristeen välissä on riittävä tuuletusrako.

Ikkunat ovat havaintojen perusteella kaikissa osissa uusittu vuonna 2011. Ulko-ovet ovat todennäköisesti samalta ajalta. Ikkunoiden kuntoa arvioitiin pistokoemaisesti ja silmämääräisesti. Niissä havaittiin eteläpuolen julkisivulla vesivuotojälkiä. Muuten ik-

kunat olivat hyvässä kunnossa. Ikkunoiden vesipeltien kallistuksissa havaittiin puutteita rakennuksen eteläpuolella 1. kerroksessa.

Eteläpuolen ikkunoissa näkyi 2. kerroksessa kosteudesta ja auringosta johtuvia vauriojälkiä.

Alkuperäisellä osalla tarkistettiin ulkoseinien ikkunatilkkeet 1. kerroksen US1 rakennevauksen vierestä. Ikkunatilkkeenä todettiin 2 erillistä uretaanivahtokerrosta. Avauskohdassa ei ollut pellavarivettä eikä alkuperäisiä ikkunakarmirakenteita. Todennäköisesti myöskään 60-luvun osalla ei esiinny vanhoja pellavarive-eristeitä.



Kuva 71

60-luvun osan ikkunoissa näkyy vesivuotojälkiä ikkunalasien sisäpuolella 2. kerroksessa.



Kuva 72

60-luvun osan eteläpuolella ikkunoiden vesipeltien kaadot ovat riittämättömiä.



Kuva 73

Rakennevaus US1 viereisen ikkunan tilkkeenä havaittiin 2 erillistä kerrosta uretaania.

5.4.3 Mikrobianalyysit

50-luvun rakennusosa

Alkuperäisosan ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä kahdeksan rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä seitsemän materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin ulkoseinän mineraalivillaeristeistä, sokkelin Toja-levystä ja ikkuna-aukon ylityspalkin eristeenä olevasta korkista. Tulokset on koottu alla olevaan tauluk-koon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näyt-teenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjakuvissa.

Taulukko 2

50-luvun osan ulkoseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
4	Luokka 114	US1	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
5	Luokka 126	US2	mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
15	Luokka 207	US7	Lasivilla	Ei viitettä vauriosta
16	Luokka 209	US8	Lasivilla	Ei viitettä vauriosta
17	Luokka 212	US9	korkki	Ei viitettä vauriosta
18	Luokka 212	US10	Lasivilla	Ei viitettä vauriosta
26	Terv.hoitaja 162	SOK3	Toja-levy	Vahva viite vauriosta

1. kerroksen ikkunan alapuolisissa alkuperäisissä ulkoseinän lämmöneristeissä (US1, US2) todettiin vahva viite mikrobivauriosta. Samoin myös terveydenhoitajan huoneen 162 sokkelin eristehalkaisussa olevassa Toja-levyssä havaittiin vahva viite mikrobivauriosta.

2. kerroksen ikkunan alapuolisista korjatuista levyrakenteisista seinistä tutkittiin kolme-näytettä, joissa ei havaittu mikrobivauriota. Ikkuna-aukon ylityspalkin korkkieristeessä ei havaittu viitettä mikrobivauriosta.

60-luvun rakennusosa

60-luvun osalla ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 10 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä kymmenen materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin ulkoseinien mineraalivillaeristeistä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjakuvissa.

Taulukko 3

60-luvun osan ulkoseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
6	Käytävä 128	US3	kivivilla	Ei viitettä vauriosta
7	Luokka 127	US4	kivivilla	Ei viitettä vauriosta
8	Luokka 127	US5 (ikkunan päällä)	lasivilla	Ei viitettä vauriosta
9	Luokka 146	US6	kivivilla	Ei viitettä vauriosta
10	Luokka 146	US6 (pilarin kohta)	korkki	Ei viitettä vauriosta
24	Op.ohjaus 140	SOK1	kivivilla	Ei viitettä vauriosta
25	Rehtori 159	SOK2	kivivilla	Ei viitettä vauriosta
19	Luokka 220	US11	kivivilla	Ei viitettä vauriosta
20	Luokka 220	US12	kivivilla	Ei viitettä vauriosta
21	Suurryhmätila 221	US13	kivivilla	Ei viitettä vauriosta

Ulkoseinien eristenäytteissä ei havaittu viitettä mikrobivauriosta. 1. kerroksen rakenneavauksissa havaittiin kuitenkin mikrobiperäistä hajua, joka tulee todennäköisesti sokkelin eristehalkaisun alimmasta osasta, jossa on rakennepiirustuksien mukaan Toja-levy. Toja-levy on herkästi mikrobivaurioituva materiaali kosteassa olosuhteessa.

Vuoden 2011 rakennusosa

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 2 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä yksi materiaalinäyte mikrobianalyysiin. Näyte otettiin ulkoseinän mineraalivillaeristeestä, missä ulkoseinärakenne ulottuu lähelle maanpintaa. Tulokset on koottu

alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohta on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjakuvissa.

Taulukko 4

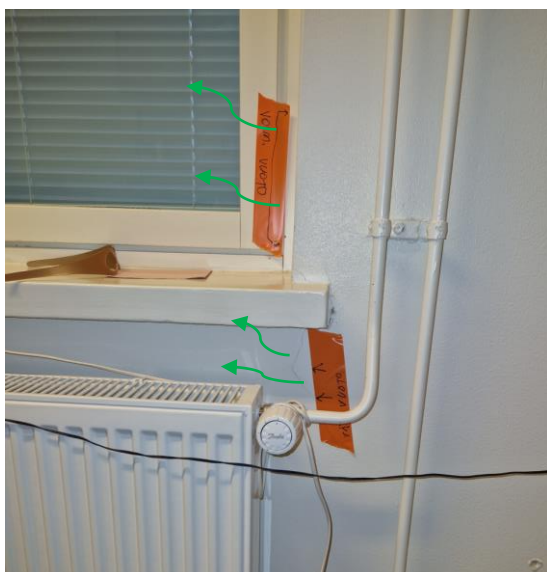
2011 rakennetun osan ulkoseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
23	porrastila	US15	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta

Ulkoseinän eristenäytteessä ei havaittu viitettä mikrobivauriosta.

5.4.4 Merkkiainekokeet

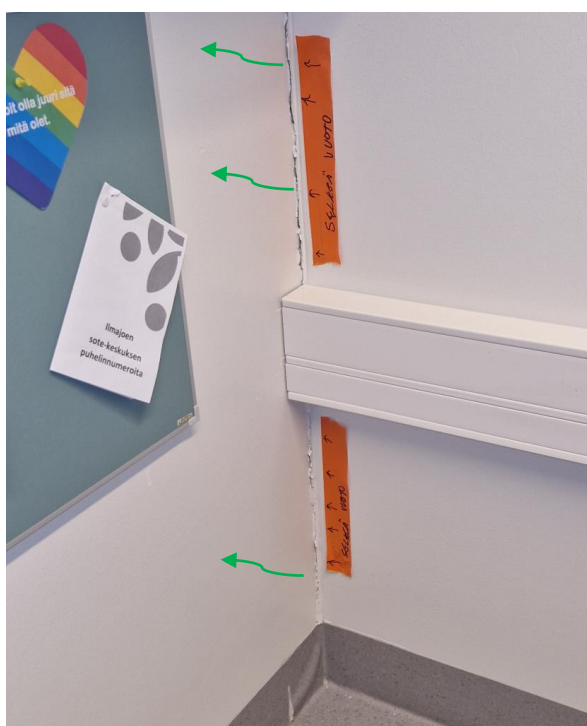
Merkkiainekokeita tehtiin viiteen kohtaan ulkoseinissä. Merkkiainekokeet tehtiin vallitsevassa paine-erossa, jos tila oli alipaineinen tai alipaineisuutta lisättiin tilaan ilmanvaihtoa säätämällä. Paine-ero oli tutkimushetkellä -2...-4 pascalia. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinärakenteissa esiintyy yleisesti epätiiveyskohtia. Merkkiainevuotoa havaittiin 50- ja 60-luvun osilla ulkoseinän ja ikkunarakenteiden liittymissä, patterikanakkeissa, halkeamissa, kivirakenteisten ja levyrakenteisten seinärakenteiden liittymäkohdissa. Vuoden 2011 laajennuksen ulkoseinän ja väliseinän liittymässä halkeamassa havaittiin merkkiainekaasua, joka oli laskettu vanhan osan ulkoseinästä.


Kuva 74

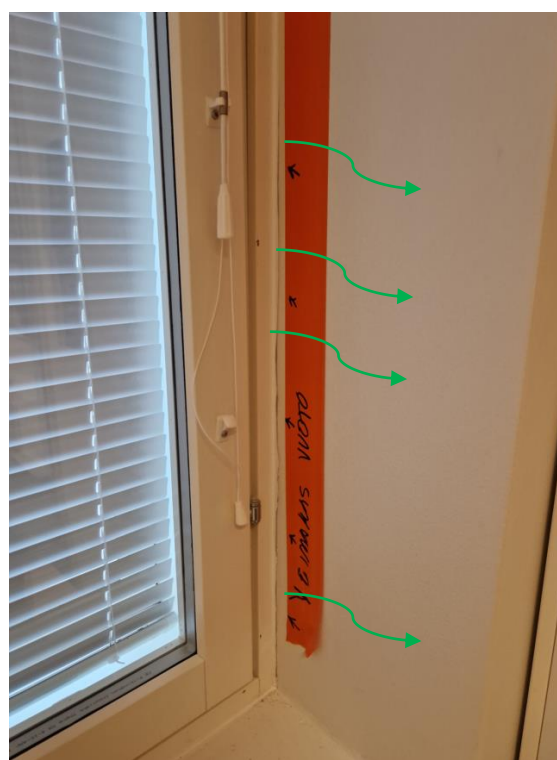
Terveystenhoitajan huone 162. Ulkoseinän/sokkelin eristetilasta havaittiin merkkiainevuotoa ikkunan alapuolisessa halkeamassa ja ikkunakarmin ja ulkoseinän liittymässä.


Kuva 75

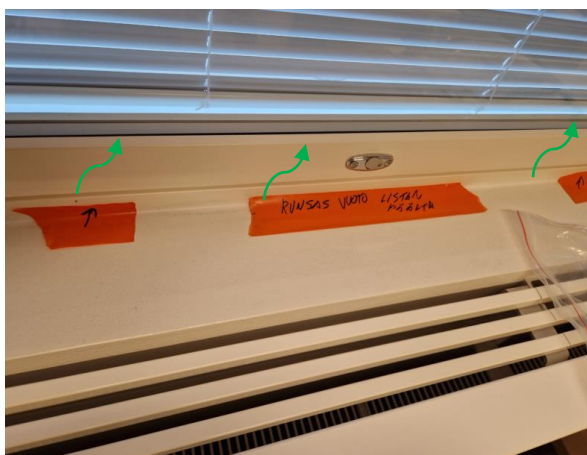
Terveystenhoitajan huone 162. Ulkoseinän/sokkelin eristetilasta havaittiin myös voimakasta pistemäistä ilmapuotoa väliseinän alareunassa.


Kuva 76

Terveystenhoitajan huone 162 ulkoseinän/sokkelin eristeeseen laskettu kaasuhavaittiin myös lääkärin huoneen ulkoseinäliittymässä laajana vuotoa.


Kuva 77

Luokan 126 ulkoseinässä havaittiin laajaa merkkiainevuotoa ulkoseinän ja karmin liittymässä.


Kuva 78

Luokan 126 ulkoseinässä havaittiin useita merkkiainevuotokohtia ulkoseinän ja ikkunakarmin liittymässä.


Kuva 79

Luokka 220. Ulkoseinän nurkassa levyseinän ja betoniseinän liittymässä havaittiin heikkoa merkkiainevuotoa. Lisäksi merkkiainevuotoa tuli sähköjohtokoteloinnin takaa.


Kuva 80

Luokan 114 ulkoseinässä havaittiin merkkiainevuotoa ikkunan alapuolella olevassa vaakahalkeamassa.


Kuva 81

Luokan 114 ulkoseinässä havaittiin pistemäistä merkkiainevuotoa patterinakkeen kohdalla.



Kuva 82

Opettajien huone 146. Ulkoseinässä havaittiin pistemäistä merkkiainevuotoa patterikannakkeen kohdalla.

5.4.5 Johtopäätökset

Alkuperäisosan ulkoseinärakenteiden 1. kerroksen seinien alareunojen lämmöneristeenäytteissä ja sokkelin Toja-levyeristeessä esiintyy mikrobivaurioita ja vaurioituneesta rakenteesta havaittiin ilmapuoreittejä sisäilmaan. Merkkiainekokeiden perusteella lämmöneristekerroksesta on ilmayhteyksiä normaalikäyttötilanteessa sisäilmaan, minkä vuoksi epäpuhtauksia voi siirtyä sisäilmaan.

2. Kerroksen ikkunoiden alapuoliset levyrakenteiset seinärakenteet on uusittu ja rakenteissa ei havaittu vaurioita, joilla olisi vaikutusta sisäilman laatuun.

Kellarin ja ryömintätilan välisessä ulkoseinässä ei ole herkästi mikrobivaurioituvaa eristekerrosta, minkä vuoksi siitä ei ole merkittävää sisäilmariskiä. Seinän epätiiviyden rakenteiden kautta (oviaukot, läpiviennit) voi paine-erojen vaihdellessa kulkeutua ryömintätilan epäpuhdasta ilmaa sisätiloihin.

60-luvun osalla ulkoseinien alaosien mineraalivillaeristeissä ei ole laaja-alaista kosteusvauriota. Seinän alareunan rakenneavauksista aistittu poikkeava mikrobiperäinen haju on mahdollisesti peräisin syvempää, maanpinnan alapuolisesta sokkelieristeestä olevasta Toja-levystä, jossa on suurella todennäköisyydellä vaurioita. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinärakenteessa on epätiiviskohtia, kuten halkeamia, ikkunakarmi-seinäliitoksia ja levyseinä-kiviseinäliitoksia, joista epäpuhtaudet voivat sekoittaa sisäilmaan.

Kantavien massiivisten betoni-villa-tiili seinien mineraalivillaeristeissä ei havaittu mikrobivaurioita. Seinärakenteessa ei ole riittävää tuuletusrakoa julkisivumuurauksen ja eristeen välissä. Mikrobinäytteiden perusteella rakenteeseen ei puutteellisesta tuuletumisesta huolimatta ole muodostunut kosteusvauriota.

Levyrakenteiset osuudet ikkunoiden alla 2. kerroksessa on korjattu ja niissä ei ollut rakenneteknisiä kosteusvaurioriskejä tai mikrobivaurioita, jotka voisivat vaikuttaa sisäilman laatuun. Höyrynsulkumuovien liittymisissä ympäröiviin rakenteisiin oli puutteita. 2. kerroksessa ikkunoiden yläpuolia osuuksia ei ole korjattu ja rakenne on todennäköisesti alkuperäinen. Rakenteessa ei ollut mikrobivaurioita, minkä perusteella rakenteen kosteusteknisillä puutteilla ei ole merkittäviä sisäilmavaikutuksia.

5.4.6 Toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen alkuperäisosalla suositellaan 1. kerroksen ulkoseinärakenteiden ikkunan alapuolisten seinärakenteiden korjauksia. Ensisijaisena korjausvaihtoehtona on lämmöneristeen poisto, mutta lämmöneristekerroksen hankalan sijainnin vuoksi järkevämpänä toimenpiteenä todennäköisesti on ilmavuotojen estäminen eristekerroksen ja sisäilman välillä. Joka tapauksessa tiivistyskorjauksia suositellaan alkuperäisosalle käyttöä turvaavana toimenpiteenä.

Tiivistyskorjauksia suositellaan myös kellaritiloissa, jossa ryömintätilan vastaisessa ulkoseinässä todettiin useita epätiiviytiä kulkuaukkoja sekä johto- ja putkiläpivientiä alapohjan epäpuhtaaseen ryömintätilaan. Kellarin/ryömintätilan ilmanvaihto tulee säätää siten että kellarin huonetilat ovat ylipaineisia ryömintätilaan nähden.

60-luvun osalla 1.kerroksen kivirakenteisiin ulkoseinärakenteisiin tulee tehdä käyttöä turvaavana toimenpiteenä tiivistyskorjauksia rakenteesta tulevien ilmavuotojen ehkäisemiseksi. Sokkelieristeiden uusiminen koko eristehalkaisun osalta on suuri korjaus ja minkä vuoksi se on ajankohtainen vasta seuraavassa peruskorjauksessa. Levyrakenteisten seinien höyrynsulkujen liitokset on suositeltavaa korjata ja ikkunan yläpuolisiin levyseinäosuuksiin tulee rakentaa höyrynsulku.

Julkisivun levyrakenteisten osien höyrynsulkujen liittymisten puutteet tulee korjata seuraavassa peruskorjauksessa. Julkisivun kivirakenteisille osille tulee suorittaa kuntotutkimus erillisen tutkimussuunnitelman mukaan ja sen perusteella arvioida sen elinkaar-

ta. Seuraavan peruskorjaushankkeen yhteydessä on suositeltavaa selvittää kantavien betoniseinien eristeiden uusimismahdollisuutta ja parantaa seinärakenteen tuulettuvuutta ja siten kosteusteknistä toimivuutta.

Ikkunoiden karmien kosteusjälkien syytä tulee selvittää ja seurata niiden kuntoa. Ikkunoiden vesipeltien kaadot tulee korjata.

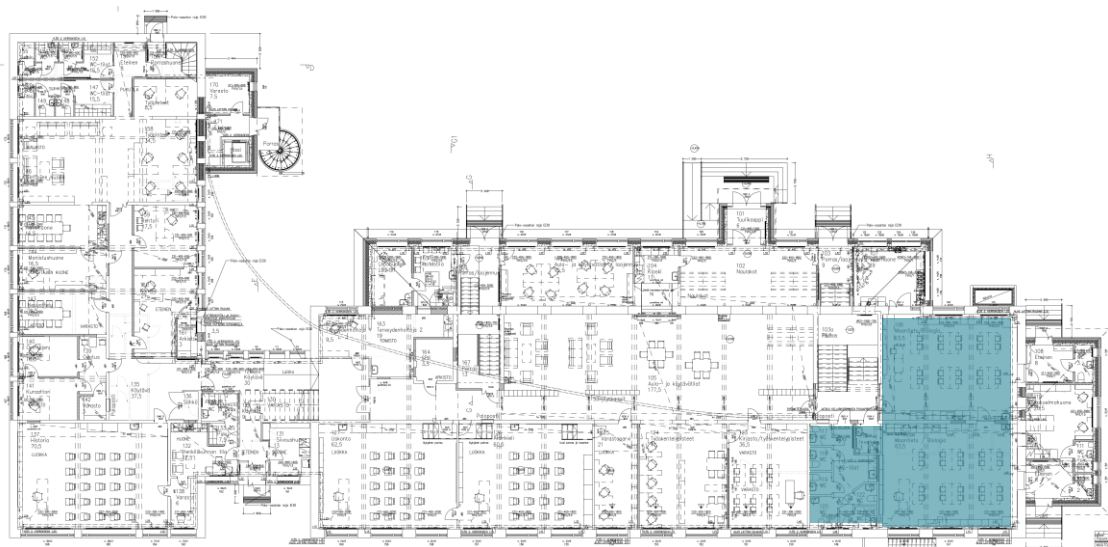
Laajennusosan ulkoseinärakenteille ei ehdoteta jatkotoimenpiteitä.

5.5 Välipohjarakenne

5.5.1 Rakenne ja sijainti

Välipohjarakenteet ovat pääosin massiivisia betonilaattoja 50- ja 60-luvun osilla. 50-luvun osalla kellarin ja 1. kerroksen välinen välipohja on ns. alalaattapalkisto, jossa on orgaanista täyttömateriaalia (kutterin puru). Vuoden 2011 laajennusosalla on välipohjarakennetta vain hissilaajennuksen kohdalla. Ko. rakenne on betonirakenteinen.

Vuoden 2011 korjaushankkeen yhteydessä osa 50-luvun ullakon yläpohjasta on jäänyt välipohjaksi IV-konetilan rakentamisen yhteydessä ja vanhat orgaaniset täytöt on jätetty paikalleen välipohjaan. 60-luvun osalla on uuden IV-konetilan kohdalle rakennettu välipohja.

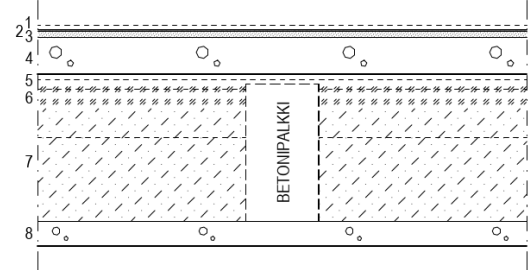


Kuva 83

Rakennuksen välipohjarakenteet 1. kerroksessa 50-luvun osalla (kellaritilojen kohdalla).

50-luvun osan kellarin ja 1. kerroksen välisen välipohjan rakennetyyppi on rakenneavausten (VP1 ja VP2) perusteella seuraava:

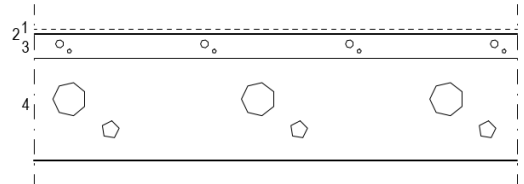
- muovimatto
- hieno tasoite 3 mm
- karkea tasoite 13...20 mm
- betonilaatta 75...100 mm
- valupaperi
- tiili/laasti täyttö 50 mm
- kutterin puru 230...300 mm
- alalaatta



1950-luvun osan välipohjat ovat muutoin teräsbetonisia paikalla tehtyjen havaintojen perusteella massiivilaattoja 2. kerroksessa. Luokkatilojen välipohjarakenteista ei ollut rakenneleikkauskuvia.

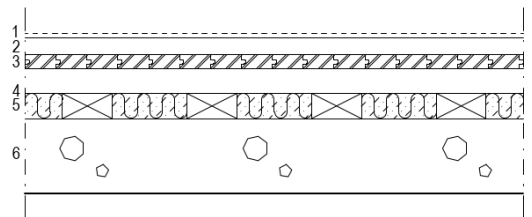
50-luvun osalla 2. kerroksen välipohjaan tehtiin kaksi rakenneavausta (VP5, VP4), joiden perusteella välipohjarakenne on seuraava:

- muovimatto
- tasoite 2 mm
- pintalaatta betonia 22...55 mm
- betonilaatta 210 mm



60-luvun osalla juhlasalin lattiassa havaittiin levylattia välipohjan päällä. Lattiaan ei tehty rakenneavausta mutta lattian tarkastusluukun perusteella rakenne on seuraavanlainen (VP6):

- muovimatto
- lastulevy 30 mm
- ponttilauta 32 mm
- ristiinkoolaus 50x50 mm
- tervapaperipintaista mineraalivil-laa, hiekkaa 50 mm
- betoni





Kuva 84

Lattian tarkastusluukun kautta havaittiin suuryhmätilan lattiassa koolattu lattia, jossa täyttömateriaalina bitumipaperipintaista villalevyä ja hiekkaa.

5.5.2 Havainnot

Kuivissa tiloissa välipohjien pinnoitteena on pääasiassa muovimatto. Alkuperäisosalla WC-tilojen lattiassa on keraaminen laatoitus, jonka alla ei havaittu (rakenneavaus VP3) nykyaikaista vedeneristerakennetta. Pintalaatan alla on vanha 50-luvun bitumisively.

Rakenneavauksessa VP2 havaittiin muovimatto/tasoitekerroksessa kitkerää hajua. Ko. haju on tyypillinen vanhoille 50-luvun lattiapinnoitteille /liimoille. Kohdasta tutkittiin muovimaton emissionäyte BULK2. Tulokset on esitetty kappaleessa 5.5.4.

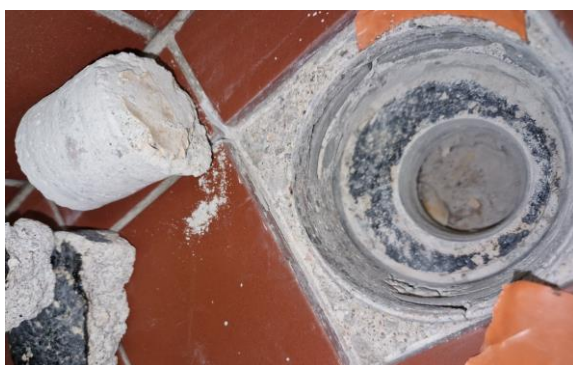
Alkuperäisosalla 1. kerroksen ja kellarikerroksen välistä välipohjarakennetta tutkittiin kolme kappaletta rakenneavauksia. Välipohjan eristeenä on käytetty kosteudelle vaurioherkkiä eristemateriaaleja, purua ja olkea. Suurimmassa osassa välipohjaeristeitä todettiin selvää kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvua (kts. kappale 5.4.3 Mikrobi-analyysit). Avauksen VP3 kohdassa on ollut keittiötila ja nykyään se on WC-tila. Rakenneavauksessa havaittiin voimakas mikrobiperäinen haju.


Kuva 85

Rakenneavaus VP1. Välipohjan täytemateriaalina on pinnassa laastia ja tiiltä ja pohjalla kutterinpurua. Pintalaatan alla ei ollut muottipuuta.


Kuva 86

Rakenneavauksessa VP2 rakenteet ovat pääosin vastaavat kuin VP1:ssä.


Kuva 87

Rakenneavaus VP3. Pintalaatan alla on bitumisively vedeneristeenä. Välipohjan kotelotilassa on sekalainen täyttömateriaali (laasti, tiili, kutterinpuru, olki).

Kellarin ja 1. kerroksen välisessä välipohjassa on paljon putkiläpivientejä, joiden kautta voi vuotaa kellarin epäpuhtauksia ylempiin kerroksiin.



Kuva 88

Kellarin katossa havaittiin useita putki-läpivientejä, joista on mahdollisesti il-mavuotoyhteyksiä yläpuolisiin tiloihin.

5.5.3 Kosteusmittaukset

Välipohjien kosteutta selvitettiin pintakosteusmittauksena yleisesti luokkatiloissa, käytävillä ja WC-tiloissa. Mittausta keskitettiin erityisesti vedenkäyttöalueille, kuten märkä-tilat ja pesualtaat. Mittauksissa ei havaittu poikkeavia lukemia välipohjissa. Lattian pintarakenteen kosteudet olivat pääasiassa normaalilla tasolla, vaihdellen välillä 50-65. Välipohjien tarkemmille rakennekosteusmittauksille ei koettu olevan tarvetta.

5.5.4 Muovimatton VOC-emission mittaus BULK-menetelmällä

Luokan 114 lattian muovimatosta tutkittiin VOC-emissioita BULK-menetelmällä, koska muovimatossa havaittiin kitkerää hajua. Tutkitun muovimattonäytteen (BULK2) VOC-emissio oli matala ja alittaa viitearjot. Laboratorion analyysivastaus on liitteessä 3.

5.5.5 Mikrobianalyysit

Välipohjarakenteisiin tehtiin yhteensä kuusi rakenneavausta. Rakenneavauksista otettiin 50-luvun osalta yhteensä kolme materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin alalaattapalkistorakenteisten välipohjien eristekerroksista. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevissa pohjakuivissa.

Taulukko 5

Välipohjarakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näytenumero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
11	Luokka 106	VP1	kutterin puru	Voimakas viite vauriosta
12	Luokka 114	VP2	kutterin puru	Heikko viite vauriosta
3	WC 116	VP3	kutterin puru ja olki	Voimakas viite vauriosta

Kolmesta materiaalinäytteestä kahdessa todettiin selvää kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvua. VP2 näytteessä havaittiin heikko viite vauriosta.

Kosteus- ja mikrobivauriot eristetilassa voivat olla peräisin siivousvesistä, vesivahingoista tai purumateriaali on voinut olla rakentamisen aikana jo kosteaa. VP3 kohdassa on ollut keittiötila aiemmin, jossa on mahdollisesti ollut runsasta veden käyttöä.

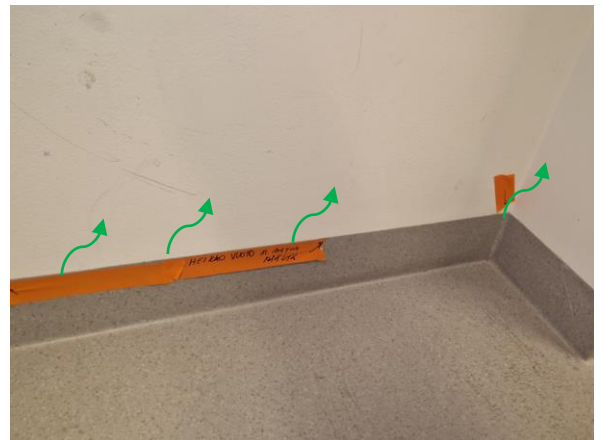
5.5.6 Merkkiainekokeet

Merkkiainekokeita tehtiin 50-luvun osan kellarin ja 1. kerroksen väliseen välipohjaan. Merkkiainekokeet tehtiin vallitsevassa normaalissa paine-erossa, joka oli välillä -1...-2 Pa. Merkkiainevuotoa havaittiin kellarissa katon kannakkeiden kohdissa ja 1. kerroksessa lattia-seinäliittymissä ja IV-hormien läpivientikohdassa. Merkkiainekoepisteet on esitetty liitteessä 1.



Kuva 89

Merkkiainevuotoa havaittiin kellarin katoissa IV-kanavien kannakkeiden kohdissa.



Kuva 90

Merkkiainevuotoa havaittiin luokan 106 väliseinän ja lattia liittymässä ja IV-hormin ja seinän liittymässä.

5.5.7 Johtopäätökset

50-luvun osan 1. kerroksen ja kellarin välinen välipohja on täytetty kutterinpurulla, jossa havaittiin kauttaaltaan mikrobivauriota koko välipohjan alueella. Merkkiainekokeissa havaittiin ilmapuotoja vaurioituneesta eristekerroksesta sisäilmaan vähäisessä määrin 1. kerroksen puolella ja kellarin oppilaskunnan tilassa. Luokan 114 lattian muovimatossa havaittiin kitkerä haju, mutta muovimaton VOC-yhdisteiden emissio ei ole poikkeava.

2. kerroksen välipohjat ovat pääasiassa täysin betonirakenteisia, eikä niissä esiinny sisäilmanlaatua heikentäviä tekijöitä.

50-luvun osan WC-tiloissa vedeneristeenä käytetyn alkuperäisen bitumisivelyn tekninen käyttöikä (n. 30 vuotta) on ylitetty ja uuden keraamisen laatoituksen alla ei ollut nykyaikaista vedeneristystä. Vedeneristeen vanhenemisen seurauksena vedeneristeen vedeneristyskyky on voinut heikentyä.

5.5.8 Toimenpide-ehdotukset

50-luvun osan alalaattapalkistovälipohjan kutterinpurueristeet ja puurakenteet tulee poistaa ja välipohjat tulee korjata kosteus- ja lämpöteknisesti toimivalla rakenteella viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa. Tätä ennen on suositeltavaa käyttöä turvaavana toimenpiteenä vähentää epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan suorittamalla tiivistyskorjauksia lattian ja seinien liittyymiin. Samassa yhteydessä tulee uusia luokan 114 lattian muovimatto- ja tasoitepinnat.

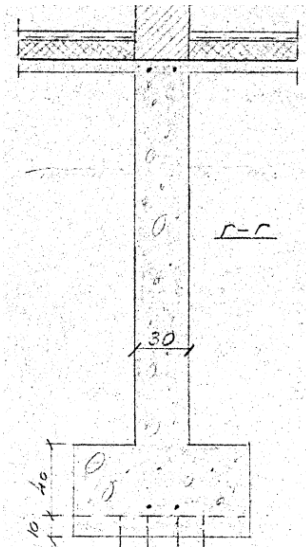
5.6 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

5.6.1 Rakenne ja havainnot

Lähtötietojen mukaan kohteen kantavat väliseinärakenteet 50-luvun osalla pääosin massiivisia tiiliseiniä. Kellarikerroksessa kantavat väliseinät ovat lähtötietojen perusteella betonirakenteisia. Vuoden 2011 laajennuksen rakentamisen yhteydessä 50-luvun osan länsipuolen ja pohjoispuolen ulkoseinää on jäänyt väliseinärakenteeksi. Osa eteläpuolisesta ulkoseinästä on jäänyt väliseinäksi 60-luvun yhdyskäytävän ra-

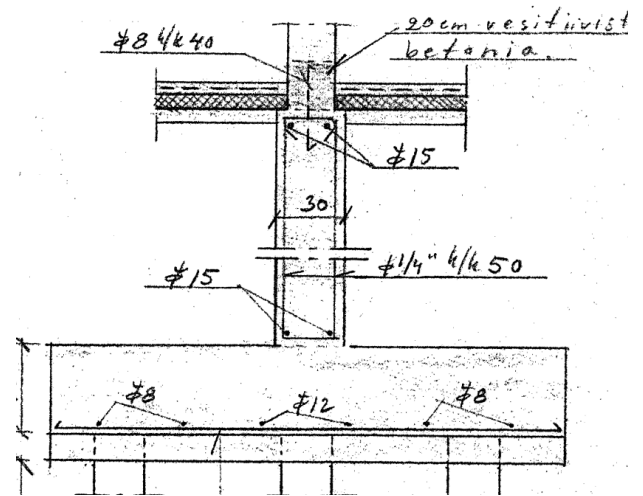
kentamisen yhteydessä. Osa 60-luvun pohjoispuolen ulkoseinästä on jäänyt väliseinäksi hissilaajennuksen rakentamisen yhteydessä.

60-luvun osalla betoniset kantavat seinät ovat alkuperäisiä. Muut kivirakenteiset väliseinät ovat pääosin yhden kiven vahvuisia muurattuja seiniä, jotka on rakennettu uudestaan vuoden 2011 korjaussuunnitelmien mukaan. Tiiliseinät lähtevät alapohjalaa-
tan päältä ja tällä kohdalla on alapohjarakenteessa laatanvahvistus.



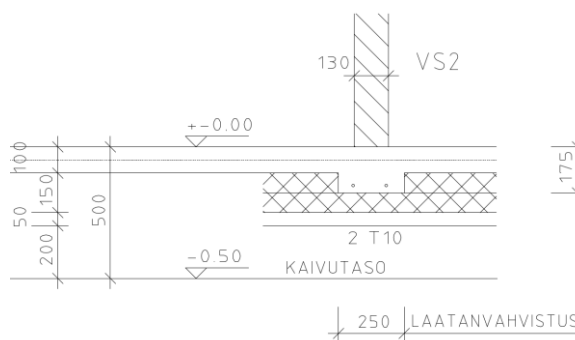
Kuva 91

50-luvun 1. kerroksen väliseinä ryö-
mintätaliallisen alapohjan kohdalla.



Kuva 92

60-luvun betoniväliseinä 1.kerros. Alapoh-
ja on uusittu.

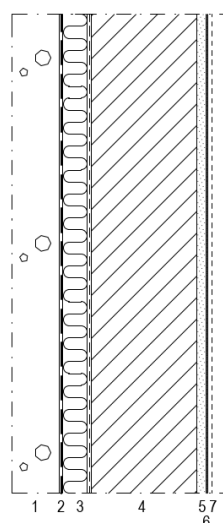


Kuva 93

60-luvun muuratun väliseinä 1. kerrok-
sessa rakenne 2011 vuoden korjaus-
suunnitelman mukaan.

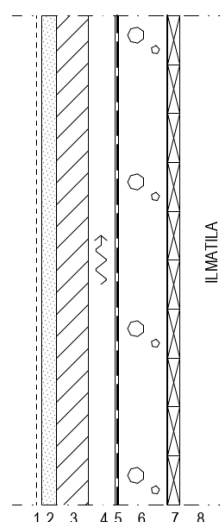
Vanha alkuperäisosan ulkoseinä, joka on jäänyt laajennusvaiheessa väliseinäksi, on rakenteeltaan seuraava:

- maali
- hieno tasoite 2 mm
- rappaus 20 mm
- tiili 1,5 kiveä (220 mm)
- bitumipaperi
- lasivilla 50 mm
- bitumisively
- betoni



Alkuperäisosain kellarin porrastilan ja portaan lepotasanteen alla olevan tyhjän tilan välinen väliseinä on rakenneavaus VS2 perusteella sisältä ulospäin:

- maali
- rappaus 30 mm
- punatiili 65 mm
- bitumisively
- betoni 100 mm
- puumuotti
- ilmatila



5.6.2 Havainnot

Väliseiniin tehtiin yksi rakenneavaus 50-luvun osan ja 2011 laajennuksen väliseen vanhaan ulkoseinään umpeen muuratun ikkunan alapuolelle. Toinen rakenneavaus (VS2) tehtiin kellarista nousevan porrastilan ja lepotasanteen alla olevan tyhjän tilan väliseen seinään. Rakenneavatut väliseinärakenteet on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan.

Laajennusosaa vasten oleva vanha ulkoseinän rakenneavauksessa (VS1) havaittiin mikrobiperäistä hajua. Kohdasta tutkittujen mikrobinäytteiden tulokset on esitetty kohdassa 5.6.4.

Portaan alustilan betonirakenteiden muottipuut ovat edelleen portaan alustilassa paikoillaan. Rakenneavauskohdassa ei havaitut poikkeavaa hajua.



Kuva 94

Rakenneavaus VS1. Terveystieteiden huoneen väliseinän alareunassa havaittiin mikrobiperäistä hajua seinän alareunassa, mutta seinän tasointenäytteessä ei havaittu mikrobikasvua. Mikrobiperäinen haju voi johtua alapohjasta tulevasta ilmavuodosta.



Kuva 95

Rakenneavaus VS2 portaan alustilaan. Betonikuoren takana on vanhaa puuainesta, joka on todennäköisesti rakentamisen aikaista puumuottia.

Yleisesti rakennuksen väliseinät ovat näkyviltä osin hyvässä kunnossa. 50-luvun osan itäpuolen vanhassa ulkoseinässä, joka on jäänyt laajennusvaiheessa väliseinäksi, on havaittavissa pieniä halkeamia vanhojen ummistettujen ikkunoiden kohdissa. Alkuperäisosan vanhaa ulkoseinää on aukotettu paljon kahden laajennusosan rakentamisen yhteydessä. Laajennusosan ulkoseinien ja väliseiniksi jääneiden vanhojen ulkoseinien liittymäkohdissa havaittiin rakenteiden painumisesta / epätasaisesta liikkumisesta johtuvia halkeamia.

50-luvun kellarin väliseinien alareunoissa oli yleisesti kosteusvauriojälkiä.

60-luvun muuratuissa väliseinissä näkyy painumisesta johtuvaa halkeilua, josta ei arvioida olevan haittaa rakenteille.



Kuva 96

50-luvun aulan kohdalla vanhassa ulkoseinässä on nykyään isoja aukkoja, jotka yhdistävät sen laajennusosaan.



Kuva 97

Vanhan ummistetun ikkuna-aukon kohta näkyy väliseinässä halkeiluna (huone 163).



Kuva 98

Laajennusosan (2011) ja 50-luvun osan väliseinän ja uuden ulkoseinän nurkassa näkyy rakenteiden epätasainen liikkuminen.



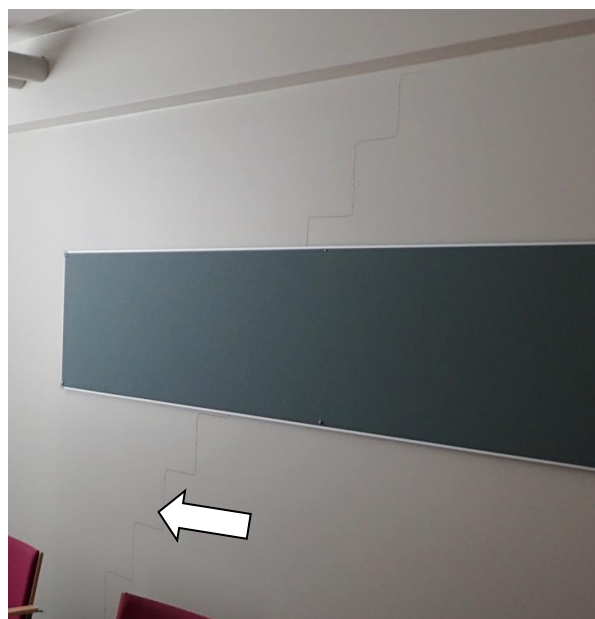
Kuva 99

Vuoden 2011 laajennuksen osalla huoneen 107 betoniulkoseinässä näkyy painumisesta tai muusta rakenteen liikkeestä johtuvaa halkeilua.



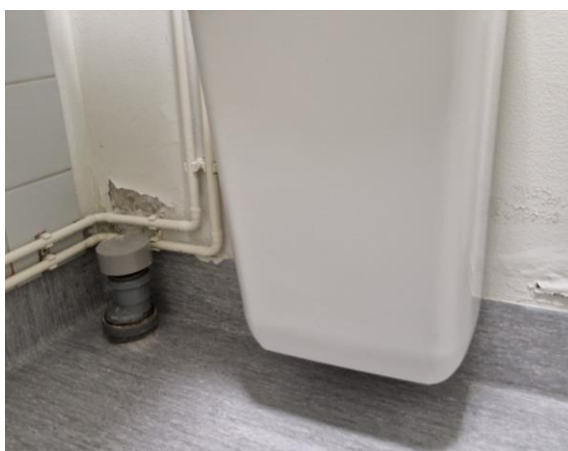
Kuva 100

Huone 144. Muuratussa väliseinässä näkyy vaakahalkeama.



Kuva 101

Muuratun väliseinän painumisesta johtuva porrasmainen halkeilu (huone 145, 60-luvun osa).



Kuva 102

50-luvun osan kellarin WC-tilan 009 ja varaston 002 väliseinän alareunassa oli korkeita pintakosteuslukemia ja seinän alareunassa kosteusvauriosta johtuvaa maalin ja tasoitteen irtoamista.

5.6.3 Kosteusmittaukset

Väliseinien kosteustilannetta tarkasteltiin pintakosteusmittauksin 50-luvun osan kellarissa, missä havaittiin yleisesti kohonneita pintakosteuslukemia väliseinien alareunoissa. Yhteen tilaan tehtiin seinän muovimattonoston taakse viiltomittaus VM9, jonka kos-

teus oli korkea 97,3 %RH. Lisäksi pintakosteusmittauksia tehtiin 60-luvun väliseinien alareunoihin, joissa on yleisesti lattian muovimatto käännetty ylösnostoksi seinille. Väliseinissä havaittiin vaihtelua pintakosteuslukemissa ja viiltomittauslukemat vaihtelivat myös, mutta olivat melko matalia (60,8...67,7 %RH).

5.6.4 Mikrobianalyysit

Väliseinien alareunoista otettiin 50-luvun osalla yksi mikrobinäyte terveydenhoitajan huoneen seinän alareunasta ja kolme mikrobinäytettä 60-luvun 1.kerroksen seinien muovimattostonojen takaa tasoitteista kohdista, joissa oli havaittu kohonneita pintakosteuslukemia.

Taulukko 6

Väliseinien materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
13	Terveydenhoitaja 163	VS	lasivilla	Ei viitettä vauriosta
30	Kahvihuone 145	VS	Seinän alareunan maali ja tasoite muovimaton ylösnoston takaa	Voimakas viite vauriosta
31	Opettajien huone 146	VS	Seinän alareunan maali ja tasoite muovimaton ylösnoston takaa	Voimakas viite vauriosta
32	Luokka 137	VS	Seinän alareunan maali ja tasoite muovimaton ylösnoston takaa	Voimakas viite vauriosta

60-luvun osan väliseinien alareunoissa havaittiin kaikissa tasointinäytteissä voimakas viite mikrobivauriosta.



Kuva 103

Opettajien huoneen seinälle on nostettu muovimatto. Seinän alareunassa havaittiin vaihtelevia pintakosteuskemia ja tasoitteessa muovimaton alla tasoitteessa oli voimakas viite mikrobivauriosta.



Kuva 104

kahvihuoneen seinän alareunan muovimattoston tasoitteessa on tummentumaa ja tasoitteessa havaittiin voimakas viite mikrobivauriosta.

5.6.5 Johtopäätökset

50-luvun kellarin väliseinissä esiintyy kosteusmittausten perusteella väliseinien alaosissa maakosteuden nousua. Muovimattoylösnostot ja seinien alaosien tasoitteet ovat todennäköisesti vaurioituneet kosteusrasituksen vuoksi ja heikentävät siten sisäilman laatua.

Kellarin portaan alapuolisessa tyhjässä tilassa on puumuotteja, jotka ovat mahdollisesti kosteusvaurioituneet.

50-luvun osan ja 2011 vuoden laajennuksen välillä on vanhaa ulkoseinää, joka on jäänyt väliseinäksi. Näiden seinien alkuperäisissä lämmöneristeissä ei havaittu mikrobivaurioita yhden tutkitun näytteen perusteella. Rakenteessa voi olla kuitenkin vanhoja vaurioita, minkä vuoksi rakenteita tulee tiivistää kuten ulkoseinäosuuksillakin.

60-luvun osalla todettiin kantavien väliseinien alueella seinien alareunoissa muovimattoston takana tasoitteessa useassa kohdassa selkeä viite mikrobivauriosta. Kosteusmittausten perusteella myös rakenteen alaosan pintakosteus on hieman koholla.

Seinien alareunoihin on todennäköisesti noussut kapillaarista kosteutta maaperästä ja se ei ole päässyt haihtumaan vapaasti seinien alareunoissa tiiviin muovimattopinnan vuoksi. Myös ulkoseinissä havaittiin sisäpihan puolella lievää kohonnutta pintakosteutta, joka voi johtua samasta kosteuden noususta. Mikrobivaurioiden esiintyminen rakennuksen sisäpinnoilla on Asumisterveysasetuksen mukaan toimenpiderajan ylitys.

Muurattujen ei-kantavien väliseinien rakenne on 60-luvun rakennusosalla uusittu vuoden 2011 peruskorjauksen yhteydessä ja seinän alla oleva laatan vahvennus on lämmöneristetty. Väliseinärakenne on siten kosteusteknisesti toimivampi.

5.6.6 Toimenpide-ehdotukset

Käyttöä turvaavana toimenpiteenä kellarikerroksen WC-tilojen ja muiden tilojen väliseinien muovimattonestot seinien alareunoille poistetaan ja vaurioituneet tasoitteen ja seinäpinta käsitellään kosteusteknisesti toimivaksi. Tarvittaessa seinien alareunoihin suoritetaan kapillaarikatkokäsittely.

50-luvun osan portaan tyhjä alustila on suositeltavaa alipaineistaa, jotta siellä olevista mahdollisesti vaurioituneista materiaaleista ei aiheudu sisäilmahaittaa. Portaan alapuoliset muottipuut tulee purkaa seuraavassa peruskorjauksessa.

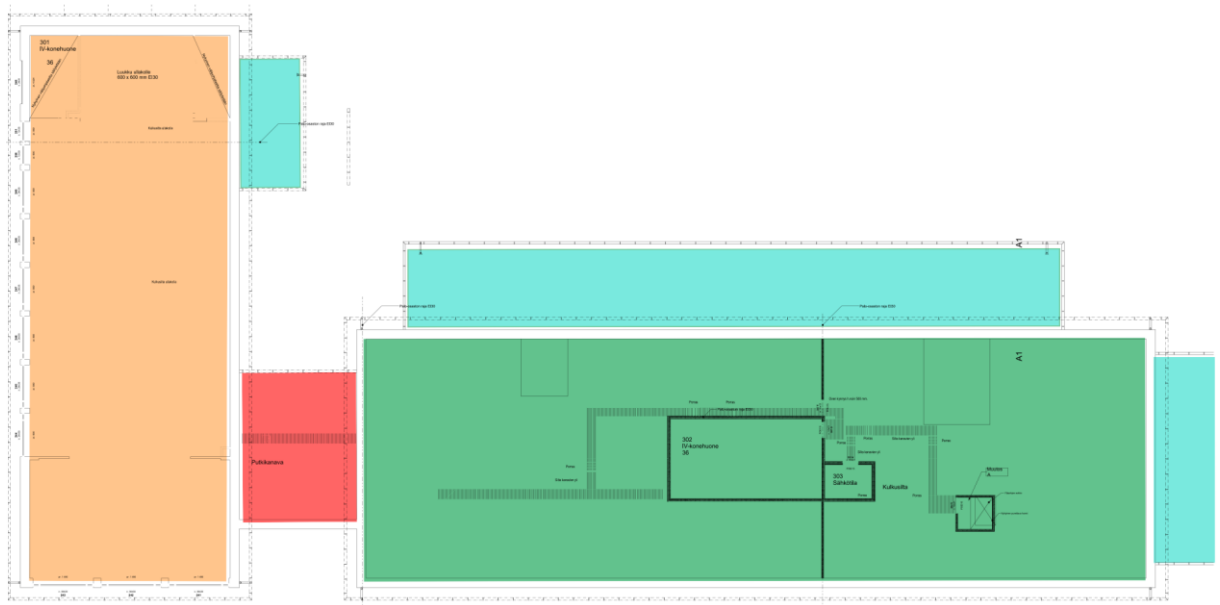
50-luvun osalla tulee tiivistää vanhan ulkoseinän lattia-seinä-liittymät ilmavuotojen estämiseksi. Lisäksi tulee tiivistää laajennusosan ja vanhan ulkoseinän liittymän halkeamat. Tiivistykset tulee tehdä myös väliseinäksi jätettyihin vanhoihin ulkoseinära-kenteisiin.

Käyttöä turvaavana toimenpiteenä 60-luvun osan kantavien betoniseinien muovimattonestot ja vaurioituneet tasoitteet tulee poistaa riittävällä laajuudella ja pinnoittaa kosteutta läpäisevillä materiaaleilla. Samalla myös tiivistetään seinien ja alapohjien liittymät. Muurattujen väliseinien osalta ei suositella toimenpiteitä.

5.7 Yläpohjarakenne ja vesikatto

5.7.1 Rakenne ja sijainti

Yläpohjarakenteet ovat kaikilla osilla betonirakenteisia. Vanhoja orgaanisia lämmöneristeitä ei ole purettu aiemmassa peruskorjauksessa.



Kuva 105

Eri rakennusosien yläpohjarakenteet.

- 1950-luvun osan alalaattapalkisto, kutterinpurueriste, palopermanto, puhallusvilla
- 1960-luvun massiivinen yläpohjalaatta, hiekka, Toja-levyeriste, palopermanto puhallusvilla
- 1960-luvun yhdyskäytävän massiivinen yläpohjalaatta, puhallusvillaeriste
- Vuoden 2011 laajennusosat, ontelolaattayläpohja, puhallusvilla

Yläpohjan kantavana rakenteena on 50-luvun alkuperäisosalla betoninen alalaattapalkisto, 60-luvun osalla betoninen massiivilaatta ja vuoden 2011 laajennusosilla ontelolaatta. Kantavan rakenteen yläpuolella on lämmöneristeet ja tuuletettu ullakkotila. Vesikatteena on konesaumattu pelti. Vesikatteet on uusittu vuonna 2011. Tässä yhteydessä vanhimmille rakennusosille on asennettu lisälämmöneristystenä puhallusvilla. 2011 vuoden laajennusosien konesaumattut peltikatot on nostettu vanhimman osan ulkoseinille ja ne kaatavat ulospäin.

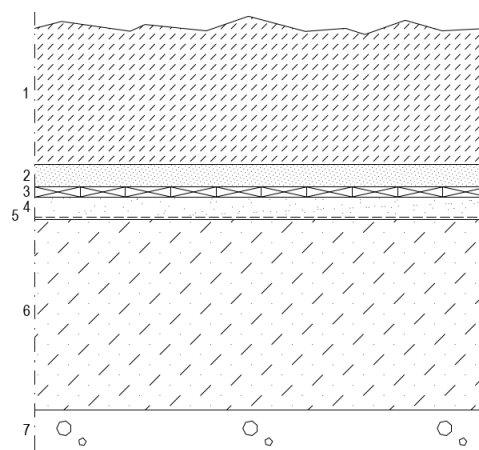


Kuva 106
Yleiskuva vesikatoista.

5.7.1.1 1950-luvun alkuperäisosa

50-luvun osan yläpohjarakenne on perusrakenteeltaan alalaattapalkisto. Rakenne on rakenneavauksen (YP1, YP2, YP3) perusteella seuraava ulkoa sisälle päin:

- tuuletettu ullakkotila
- puhallusvilla 300...400 mm
- laastilaatta teräsverkolla 50...65 mm
- lauta 22 mm
- hiekka 40...50 mm
- tervapaperi
- kutterinpuru 360...420 mm
- betoni



Palkit oli lisäksi eristetty bitumipaperipintaisella lasivillalla (50 mm).



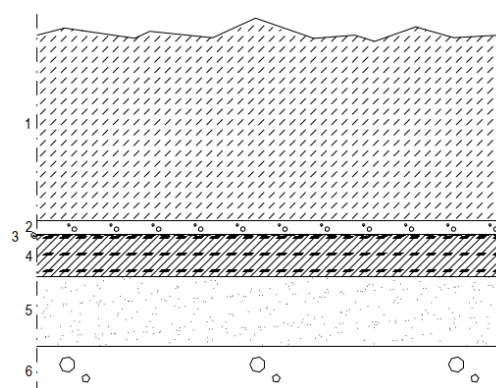
Kuva 107

Rakenneavaus YP3. Avauskohdan yläreunassa näkyy betonipalkki, joka on eristetty bitumipaperipintaisella lasivillalevyllä. Yläpohjan lämmöneristeenä on kutterinpuru.

5.7.1.2 1960-luvun laajennusosa

60-luvun osan yläpohja on massiivinen betonilaatta. Yläpohjan rakenne oli rakenneavausten (YP4, YP5) perusteella seuraava ulkoa sisälle päin.

- puhallusvilla 250...400 mm
- betonilaatta 40 mm
- valupaperi / tervapaperi
- Toja-eriste 90 mm
- hiekka 150 mm
- betonilaatta




Kuva 108

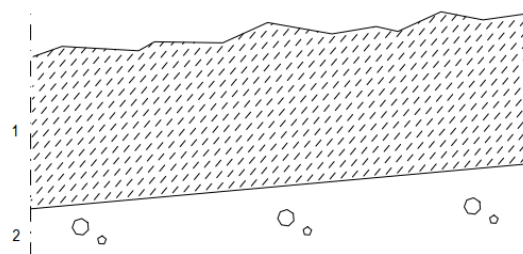
Rakenneavaus YP4. 60-luvun yläpohjarakenteena puhallusvillaeriste, palopermantolaatta, Toja-levy ja hiekkakerros yläpohjan alapalkiston päällä.


Kuva 109

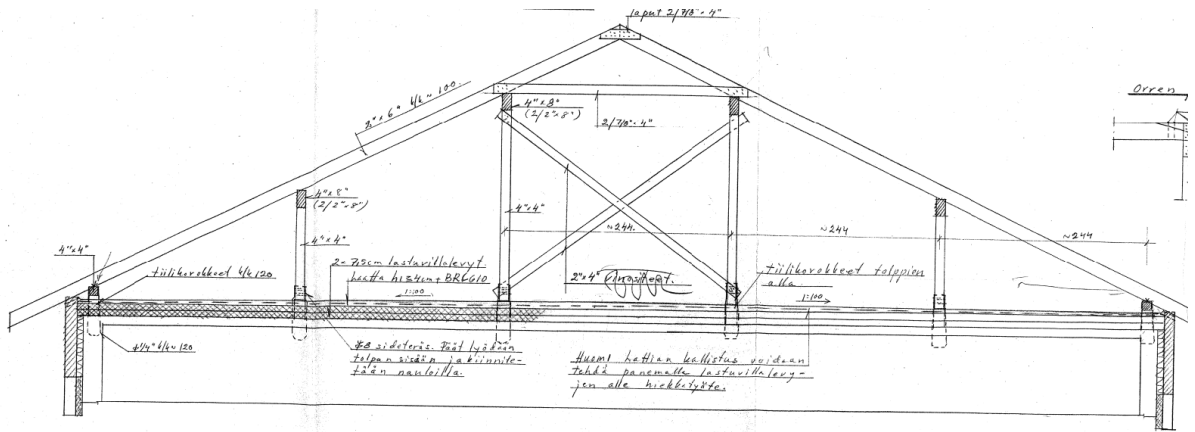
Rakenneavaus YP5. Toja-levyn alla näkyy hiekkakerros, jolla on tehty yläpohjalaattaan kallistus alkuperäisen suunnitelman mukaan.

60-luvun yhdyskäytävän yläpohjan rakenne oli rakenneavauksen (YP6) perusteella seuraava:

- puhallusvilla 270 mm
- 150 mm betonilaatta



Lähtötiedoista poiketen yhdyskäytävän yläpohjassa ei ollut lainkaan alkuperäistä vanhaa Toja-levyeristettä.

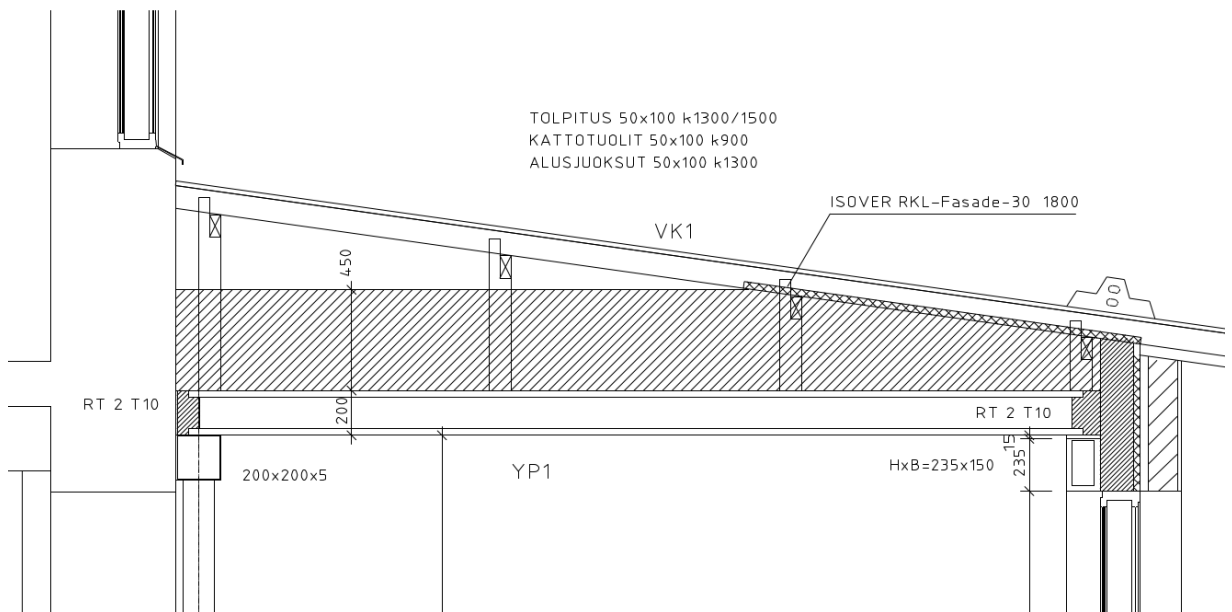


Kuva 110

Vesikatto- / yläpohjarakenteiden yleisleikkaus 60-luvun osasta. Rakenneavauksien havainnot vastaavat pääosin suunnitelmaa.

5.7.1.1 Vuoden 2011 laajennusosa

Vuoden 2011 laajennusosiin ei tehty yläpohjiin rakenneavauksia. Yläpohjat ovat ontelolaattarakenteisia ja ne on lämmöneristetty puhallusvillalla.



Kuva 111

Vesikatto- / yläpohjarakenteiden yleisleikkaus 2011 laajennuksen osasta.

5.7.2 Havainnot

Yläpohjan tuuletustilan kuntoa ja tuulettuvuutta arvioitiin aistinvaraisesti tuuletustilat läpi. 50- ja 60-luvun osilla yläpohjan tuulettavuus arvioitiin toimivaksi lukuun ottamatta yhdyskäytävän osaa, jossa puhallusvillan pinnalla havaittiin kondenssiveden tippu-

mista yläpuolisista rakenteista. Yhdyskäytävän osalla ei myöskään ollut harjalla alipainetuulettimia.

Vesikatto on pääosin hyvässä kunnossa. Peltikattopinnassa on vähän jäkäläkasvustoa ja varjoisilla alueilla peltipinnalla on myös leväkasvustoa. Vesikouruissa näkyi yleisesti ruostumisjälkeä.



Kuva 112

Vesikattopinnalla on vähän jäkälää. Sadevesikourut ovat ruostuneet.



Kuva 113

Hormien kohdilla ei ole vastakaatoja.

50- ja 60-luvun osilla räystästuuleuksesta on huolehdittu rakentamalla räystäälle laidat, jotka estävät puhalluseristettä tukkimasta tuuletusreittiä. Vesikatteen alla havaittiin vain yksittäisillä paikoilla (yhdyskäytävän harja ja räystäsalueet) aluskatetta. Yläpohjan puurakenteet ja vesikatteen alla oleva harvalauditus ovat hyvässä kunnossa kaikkien yläpohjien alueella.


Kuva 114

60-luvun osan yläpohjan puhalluseriste ei tuki räystästuuletusta. Räystäälle on asennettu tukkeutumista estävä levy.


Kuva 115

50-luvun luvun osan yläpohjan puhalluseriste ei tuki räystästuuletusta. Räystäälle on asennettu tukkeutumista estävä levy.


Kuva 116

50-luvun osan yläpohjassa on katonharjalla alipainetuuletin.


Kuva 117

Yhdyskäytävän osan yläpohjassa näkyy puhalluseristeen pinnassa kondenssiveden tippumisjälkiä yläpuolisista rakenteista.

Yläpohjarakenteisiin tehtiin 6 kpl rakenneavauksia rakennetyypin ja rakenteen kunnon todentamiseksi. Rakenneavausten yhteydessä ei havaittu mikrobiperäistä hajua tai vaurioitumiseen viittaavia värimuutoksia 50-luvun ja 60-luvun orgaanisissa lämmöneristemateriaaleissa.

50-luvun osan pohjoispäädyssä luokassa 203 havaittiin mikrobiperäistä hajua, joka oli voimakkaampaa katon rajassa olevassa vaakakotelossa, jossa on IV-kanavia. IV-kanavat menevät ullakotilaan yläpohjan läpi, josta havaittu hajukin on todennäköisesti peräisin.

Vuoden 2011 laajennuksen yläpohjan eristeenä on puhalluseristettä. Yläpohjaan havaittiin johtavan epätiivitä läpivientikohtia, josta voi kulkeutua sisätiloihin mineraalivillakuituja.



Kuva 118
Vuoden 2011 laajennusosan yläpohjaan on epätiivitä läpivientiä. Yläpohjan puhalluseristettä voi kulkeutua sisätiloihin.



Kuva 119
Tarkastusluukun kannessa oli puhalluseristeen jäämiä. Puhalluseristettä pääsee yläpohjasta läpivientiä kautta sisätiloihin.

Yläpohjan alapinnan kuntoa arvioitiin paikallisilta alueilta alaslasketun kattotilan kautta alakattolevyjä avaamalla. Alakatoista lisää kappaleessa 5.8.

5.7.3 Mikrobianalyysit

50-luvun osan yläpohjan kutterinpurueristeestä ja 60-luvun yläpohjan Toja-levyeristeestä otettiin yhteensä viisi materiaalinäytettä laboratorion mikrobianalyysiä varten.

Taulukko 7

Yläpohjien materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
27	Yläpohja, 1950-	YP1	kutterin puru	Ei viitettä vau-

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
	luvun osa			riosta
28	Yläpohja, 1950-luvun osa	YP2	kutterin puru	Ei viitettä vauriosta
29	Yläpohja, 1950-luvun osa	YP3	kutterin puru	Ei viitettä vauriosta
33	Yläpohja, 1960-luvun osa	YP4	Toja-levy	Ei viitettä vauriosta
34	Yläpohja, 1960-luvun osa	YP5	Toja-levy	Voimakas viite vauriosta

50-luvun osan yläpohjan materiaalinäytteissä (kutterin puru) ei havaittu mikrobikasvua. Rakenneavauskohdissa ei havaittu mikrobiperäistä hajua.

60-luvun yläpohjan Toja-levy eristeestä tutkituista kahdesta näytteestä toisessa todettiin voimakas viite vauriosta.

5.7.4 Johtopäätökset

50-luvun osalla ei esiinny kutterinpurueristeessä laaja-alaisia mikrobivaurioita. Rakennuksen pohjoispäässä on mahdollisesti vaurioita, jotka ilmenevät yksittäisessä luokkatilassa hajuna. Yläpohjan lisälämmöneristäminen on parantanut rakenteen kosteusteknistä toimivuutta, sillä rakenteen kastepiste on puhallusvillaeristekerroksessa.

60-luvun osalla esiintyy mikrobivaurioita yläpohjassa lämmöneristekerroksessa. Yläpohjan eristetilasta voi olla merkittäviä ilmavuotoja pystyhormien kohdilla.

Yläpohjien tuulettuvuutta voidaan havaintojen perusteella pitää riittävänä kaikilla osilla lukuun ottamatta yhdyskäytävän osaa, jossa eristeen pinnassa näkyy kondenssiveden tippumisjälkiä. Yläpohjan puhalluseriste ei tuki räystästuuletusta räystääsalueelle rakennetun reunalaidan vuoksi.

Yhdyskäytävän osan yläpohjarakenne on kosteusteknisesti toimiva lisätyn lämmöneristeen vuoksi ja yläpohjarakenteessa ei ole orgaanisia eristemateriaaleja.

Vuoden 2011 laajennusosan yläpohjalaatta ei havaintojen mukaan ole tiivis ja yläpohjan lämmöneristeestä voi kulkeutua sisäilmaan mineraalivillakuituja.

Vesikatot ovat pääosin hyvässä kunnossa ja toimivia.

5.7.5 Toimenpide-ehdotukset

50-luvun pohjoispäädyn yläpohjan vaurioituneisuutta on suositeltavaa selvittää lisää rakenneavauksilla ja materiaalinäytteenotoilla mikrobivaurion ja hajulähteen selvittämiseksi. Käyttöä turvaavana toimenpiteenä luokkatilassa 203 tulee tiivistää yläpohjan läpivientien tiiveyttä.

60-luvun yläpohjarakenteisiin käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tiivistyskorjauksia erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

50- ja 60-luvun osilla on suositeltavaa poistaa orgaaniset lämmöneristemateriaalit yläpohjasta seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Vuoden 2011 yläpohjan läpivientikohdat kartoitetaan ja ne tiivistetään erillisen suunnitelman mukaisesti, jotta yläpohjasta ei kulkeudu epäpuhtauksia sisäilmaan.

Vesikaton rännikourut tulee uusida, sillä niissä havaittiin ruostumista. Vesikatto on suositeltavaa pestä levä- ja jäkäläkasvustojen poistamiseksi. Seuraavassa peruskorjauksessa tulee tehdä hormikohtiin vastakaadot.

5.8 Alakatot

5.8.1 Rakenne ja havainnot

Rakennuksessa on erilaisia alaslaskettuja kattoja. Alakattojen yläpuolisten rakenteiden kuntoa tarkasteltiin siirtämällä akustiikkalevyjä ja avaamalla vaakakoteloitien tarkastusluukkuja.

Alaslasketuista katoista suurin osa on teräs- ja puurunkoisia, joiden alapinnassa kipsilevyrakenteiset pala-alakatot. 50-luvun luokkatiloissa on yleisesti umpikipsilevytys, johon on kiinnitetty akustiikkalevyt. Akustiikkalevyjen päädyt oli käsiteltyjä, minkä vuoksi niistä ei aiheudu mineraalivillakuitujen lähdettä.

Alakattojen päällä olevien IV-kanavien pinnoilla ja puurunkojen pinnoilla havaittiin paljon rakentamisen aikaista roskaa ja rakennuspölyä. Lisäksi havaittiin mineraalivillalla tilkittyjä läpivientejä, jotka voivat toimia mineraalivillakuitujen lähteenä. Ylä- ja välipoh-

jien betonivaluun on jäänyt rakentamisen aikaisia puurimoja, jotka voivat heikentää sisäilman laatua.

Ulkoseinän ja välipohjan liittymät olivat aistinvaraisesti todettuna tiiviitä. Tutkituilla alueilla ei havaittu vesivuotoihin viittaavia kosteusjälkiä.



Kuva 120

50-luvun 1. kerroksen aulan pala-alakaton yläpuolella olevien IV-kanavien päällä ja puurungon päällä on paljon rakennuspölyä.



Kuva 121

50-luvun 1. kerroksen aulan vaakakoteloinnin sisällä on rakentamisen aikaisia laastin palasia ja pölyä.



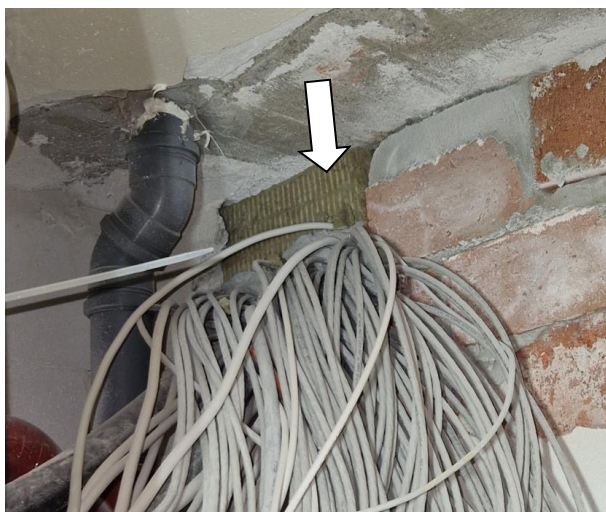
Kuva 122

50-luvun 2. kerroksen luokan 216 vaaka-koteloinnin päällä on vähän pölyä.



Kuva 123

50-luvun 2. kerroksen luokan 203 IV-kanavien palopellissä on paljasta mineraalivillaa, josta voi irrota mineraalivil-lakuituja.



Kuva 124

50-luvun 2. kerroksen varaston 208 alakaton päällä on villalla tehty palokatko.



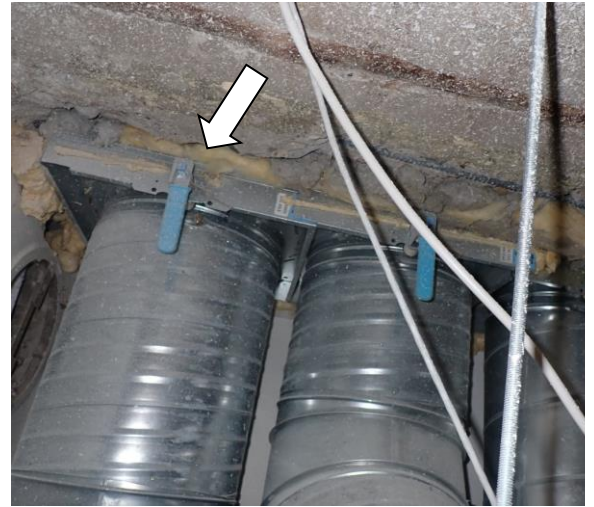
Kuva 125

50-luvun 2. kerroksen varaston 208 alakaton yläpuolella olevan IV-kanavan päällä on paljon rakennuspölyä.



Kuva 126

50-luvun 1. kerroksen terveydenhoitajan huoneen alakaton päällä ei ole pölyä IV-kanavien ja puurungon päällä. Välitilassa on vähän roskaa.



Kuva 127

60-luvun 1. kerroksen luokan 137 vaakakoteloinnin sisällä on IV-kanavia, jotka menevät välipohjan läpi. Läpivienti on tiivistetty lasivillatilkkeellä, josta voi irrota mineraalivillakuituja sisäilmaan. Välipohjan betonivalussa näkyy betonivalun sisään jääneitä puurimoja.



Kuva 128

60-luvun 1. kerroksen luokan 137 vaakakoteloinnin sisällä olevien IV-kanavien pinnalla on paljon pölykertymää. Katossa on betonivaluun jääneitä puurimoja.



Kuva 129

60-luvun 1. kerroksen luokan 137 vaakakoteloinnin sisällä olevien IV-kanavien pinnalla on paljon pölykertymää. Katossa on betonivaluun jääneitä puurimoja.

5.8.2 Johtopäätökset

Havaintojen mukaan molempien rakennusosien alaslasketuissa kattotiloissa on pinnoittamatonta mineraalivillaa läpivientien tilkkeenä. Mineraalivillatilkkeistä voi irrota kui-

tuja sisäilmaan erityisesti niiden ikääntyessä ja haurastuessa, ja mekaanisen rasituksen, ilmavirtauksen tai värinän irrottamina.

60-luvun osalla välipohjarakenteiden alapinnoissa ilmeni yleisesti rakentamisaikaisten muottilautojen rippeitä. Muottilaudat saattavat sisältää epäpuhtauksia, joilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

5.8.3 Toimenpide-ehdotukset

Alakattojen yläpuolisten paljaat mineraalivillapinnat suositellaan käsiteltäviksi kun alakattorakenteisiin kohdistuu muutostöitä tai seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Alakattojen pölyt ja muut rakennusjätteen suositellaan poistettavaksi.

Alakattoihin liittyvät korjaukset tai niiden uusimiset ovat suositeltavaa toteuttaa ilmanvaihtosaneerauksen yhteydessä.

6 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimusten tulokset

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä. 1950-luvun osan ullakkokerroksen IV- konehuoneessa sijaitsee rakennusosaa palveleva TK-1, ja laajennusosan ullakkokerroksen IV- konehuoneessa sijaitsee IV-koneet TK-2, TK-3, TK-4 ja TK-5. Lisäksi terveydenhoidon tiloissa on oma IV-koneensa TK-6. Kaikki ilmanvaihtokoneet ovat peruskorjauksen aikaisia vuodelta 2011. Näiden lisäksi rakennuksessa on yhteensä kahdeksan erillistä poistoilmapuhallinta mm. ryömintätilan, WC-tilojen, veto-kaappien ja kemikaalivarastojen ilmanvaihtoon. Kaikki ilmanvaihtokoneet ja poistopuhallimet toimivat tarkastushetkellä niiden käyntiohjelman mukaisesti.

Rakennusta palvelevia ilmanvaihtokoneita ohjataan, valvotaan ja säädetään Ouman-rakennusautomaatiojärjestelmällä. Ilmanvaihdon RAU-järjestelmän havaittiin pääosin palvelevan käyttötarkoitustaan pääosin hyvin. Ouman-järjestelmällä on korvattu peruskorjauksen yhteydessä asennettu Fidelix-merkinen automaatiojärjestelmä. Ouman-järjestelmä toimi pääosin hyvin. VAK:iin liitetystä säätimestä käytettynä havaittiin, että osa ilmanvaihtokoneista (TK1 ja TK2) on nimetty järjestelmään aikaohjelma-valikkoon väärin "TK04", mikä aiheuttaa tarpeetonta sekaannusta.

6.1.1 Ilmanvaihdon käyntiajat

Koneellisen ilmanvaihdon käyntiaikoja ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmällä. Ilmanvaihto on käynnissä päivisin täysteholla, ja käyttöaikojen ulkopuolella osateholla.

Sosiaalitiloja palvelevat TK5/PK5 on kytketty osateholla kokoaikaisesti. Järjestelmässä on kyseiselle koneelle ohjelma käyntiajalle klo 6:00-20:00, mutta se on kytketty osateholle.

Taulukko 8

Ilmanvaihdon käyntiajat.

IV-koneen tunnus	Palvelualue	Käyntiaika arkisin	Käyntiaika viikonloppuina
TK1/PK1	Luokkasiipi	7:00 – 17:00, muulloin osateho	Osateho
TK2/PK2	Sali	7:30 – 20:00, muulloin osateho	Osateho
TK3/PK3	Opettajat	7:00 – 17:00, muulloin osateho	Osateho
TK4/PK4	ATK	7:00 – 16:00, muulloin osateho	Osateho
TK5/PK5	Sosiaalitilat	Osateho	Osateho
TK6/PK6	Terveystenhoit.	8:00-15:00, muulloin osateho	Osateho

Suosituksen (Kuntien sisäilmaverkosto, 2019) mukaan ilmanvaihto tulisi käynnistää mitoitus teholla vähintään 2 tuntia ennen rakennuksen käyttöajan alkamista, ja ilmanvaihto siirtyy käyttöajan ulkopuoliseen ilmanvaihtoon 1–2 tuntia rakennuksen käyttöajan päättymisen jälkeen. Tarkastelun mukaan tämä ei täysin toteudu. Tiloissa alkaa toimintaa klo 8 alkaen, jolloin ilmanvaihdon tulisi käynnistyä viimeistään klo 6 aamulla. Iltapäivän puolella erityisesti terveydenhoitajan tiloissa on havaintojen mukaan käyttöä vielä klo 15 jälkeenkin, joten sen aikaohjelmaa tulisi muuttaa. Suositellaan TK5:lle samaa aikaohjelmaa kuin TK1, jottei palvelualueiden välille syntyisi aikaohjelmista johtuvia paine-erojen vaihteluita.

6.1.2 Yleishavainnot ilmanvaihtokoneista, kanavista ja päätelaitteista

Ilmanvaihtokoneiden aistinvaraisessa tarkastuksessa tarkasteltiin ilmanvaihtokoneiden rakenteellista ja teknistä kuntoa ja puhtautta. Ilmanvaihtokoneiden havainnot on esitetty konekohtaisesti seuraavassa kappaleessa.

6.2 IV-konekohtaiset havainnot

6.2.1 TK1/PK1, palvelualue: Luokkasiipi

Tuloilmakone TK1/PK1 on vuodelta 2011 oleva Energent-merkkinen tuloilmakone. Sen tilavuusilmavirta on tulopuolella 4,67 m³/s ja poistopuolella 4,31 m³/s. Kone sijaitsee rakennuksen 1950-luvun osan ullakkokerroksen IV-konehuoneessa. Koneen raitisilmanotto on rakennuksen vesikatolla sijaitsevasta säleiköstä, jossa on myös talteenoton lämmönvaihdin. Ilmanvaihtokone on varustettu Energentin omalla lämmöntalteenottojärjestelmällä, jossa ilmavirran suuntaa koneen raitis- ja jäteilmakanavissa muutetaan säännöllisin väliajoin, jolloin jäteilmasta LTO-kennoihin kerääntynyt lämpö siirretään saman kennon läpi kulkevaan raitisilmaan. Kennojen edellisestä puhdistusajankohdasta ei ole tiedossa.

Raitisilmakammiossa on vedenpoisto. Tuloilman suodatinluokka on ePM1 60%, ja poistopuolella se on ePM10 60%. Suodattimien kiinnittimet ovat vipukiristeistä mallia, ja ne kiinnittyvät tiiviisti ilman ohivuotoja. Tuloilman lämmityspatterit ovat nestekiertoiset. IV-koneen puhaltimet ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä kammiopuhaltimia, joiden pyörimisnopeutta voidaan ohjata portaattomasti. Koneen poistopuhaltimessa havaittiin häiriöääni, joka viittaa laakerivikaan. Ääntä kuuluu säleikön kautta selkeästi ulos, ja sitä voi pitää erityisen häiritsevänä, koska sen voimakkuus vaihtelee lämmöntalteenoton jaksottaisen toiminnan takia.

Kone oli kokonaisuudessaan melko puhdas. Raitisilmakanavat ja tuloilman suodatin-kammio olivat varsin likaisia. Lämmöntalteenoton puhtautta vesikatolla ei päästy tarkastamaan. Koneen omat äänenvaimentimet on suojattu siten, että niissä ei ole mineraalivillakuitujen lähteitä. TK1:n tuloilmakammioon, josta tuloilma haarautuu eri runko-kanaviin, on suojaamatonta mineraalivillaa kauttaaltaan sen sisäpinnoilla reikäpellin

takana, sekä rikkonaisia suojaamattomia eristeitä liitosten kohdilla. Kuitulähteiden poistamista suositellaan.



Kuva 130
Ilmanvaihtokone TK1/PK1,



Kuva 131
Raitisilmakammiossa hieman likaa ja kosteusjälkiä.



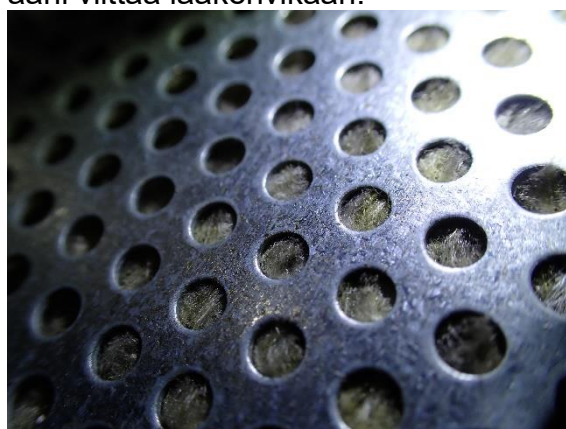
Kuva 132
TK1/PK1 suodattimien kiinnitys on tiivis.



Kuva 133
TK1/PK1 puhaltimet ovat alkuperäisiä kammiopuhaltimia. Poistopuhaltimen ääni viittaa laakerivikaan.



Kuva 134
Koneessa olevat äänenvaimentimet on suojattu, eikä niissä ole mineraalivillakuitujen lähteitä.



Kuva 135
Koneen yhteydessä oleva tuloilman-kammio vuorattu vaimennusmateriaalilla, josta todennäköisesti irtoaa mineraalivillakuituja.



Kuva 136

Koneen yhteydessä oleva tuloilman-kammio vuorattu vaimennusmateriaalilla, josta todennäköisesti irtoaa mineraalikuuituja.

likuituja.



Kuva 137

Vesikatolla sijaitseva raitis-/jäteilmäsäleikkö, jossa on myös talteenoton lämmönvaihtimet.

6.2.2 TK2/PK2, palvelualue: Sali

Tuloilmakone TK2/PK2 on vuodelta 2011 oleva Energent-merkkinen tuloilmakone. Sen tilavuusilmavirta on tulo- ja poistopuolella $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Kone sijaitsee rakennuksen laajennusosan ullakkokerroksen IV-konehuoneessa. Koneen raitisilmanotto on rakennuksen vesikatolla sijaitsevasta säleiköstä, jossa on myös talteenoton lämmönvaihdin. Ilmanvaihtokone on varustettu Energentin omalla lämmöntalteenottojärjestelmällä, jossa ilmavirran suuntaa koneen raitis- ja jäteilmakanavissa muutetaan säännöllisin väliajoin, jolloin jäteilmasta LTO-kennoihin kerääntynyt lämpö siirretään saman kennon läpi kulkevaan raitisilmaan. Kennojen edellisestä puhdistusajankohdasta ei ole tiedossa.

Raitisilmakammiossa on vedenpoisto. Tuloilman suodatinluokka on ePM1 60%, ja poistopuolella se on ePM10 60%. Suodattimien kiinnittimet ovat vipukiristeistä mallia, ja ne kiinnittyvät tiiviisti ilman ohivuotoja. Tuloilman lämmityspatteri on nestekiertoinen. IV-koneen puhaltimet ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä kammiopuhaltimia, joiden pyörimisnopeutta voidaan ohjata portaattomasti.

Kone oli kokonaisuudessaan melko puhdas. Raitisilmakanavat ja tuloilman suodatin-kammio olivat varsin likaisia. Lämmöntalteenoton puhtautta vesikatolla ei päästy tarkastamaan.



Kuva 138
Ilmanvaihtokone TK-2.



Kuva 139
Raitisilmakammiossa likaa ja vähäisiä kosteusjälkiä. Kammiossa on vedenpoisto.



Kuva 140
Koneen TK-2 sisäosat ja lämmityspatteri ovat puhtaita.



Kuva 141
TK-2 puhaltimet ovat alkuperäisiä kammiopuhaltimia.



Kuva 142
TK-2 äänenvaimentimet on suojattu.

6.2.3 TK3/PK3, palvelualue: Opettajat

Tuloilmakone TK3/PK3 on vuodelta 2011 oleva Energent-merkinen tuloilmakone. Sen tilavuusilmavirta on tulopuolella 0,96 m³/s ja poistopuolella 0,78 m³. Kone sijaitsee rakennuksen laajennusosan ullakkokerroksen IV-konehuoneessa. Koneen raitisilmanotto on rakennuksen vesikatolla sijaitsevasta säleiköstä, jossa on myös talteenoton lämmönvaihdin. Ilmanvaihtokone on varustettu Energentin omalla lämmöntalteenottojärjestelmällä, jossa ilmavirran suuntaa koneen raitis- ja jäteilmakanavissa muutetaan säännöllisin väliajoin, jolloin jäteilmasta LTO-kennoihin kerääntynyt lämpö siirretään saman kennon läpi kulkevaan raitisilmaan. Kennojen edellisestä puhdistusajankohdasta ei ole tiedossa.

Raitisilmakammiossa on vedenpoisto. Tuloilman suodatinluokka on ePM1 60%, ja poistopuolella se on ePM10 60%. Suodattimien kiinnittimet ovat vipukiristeistä mallia, ja ne kiinnittyvät tiiviisti ilman ohivuotoja. Tuloilman lämmityspatteri on nestekiertoinen. TK3/PK3 koneessa on myös jäähdytyspatteri, ja sen jälkeen tuloilman pisaranerotin. IV-koneen puhaltimet ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä kammiopuhaltimia, joiden pyörimisnopeutta voidaan ohjata portaattomasti.

Kone oli kokonaisuudessaan melko puhdas. Raitisilmakanavat ja tuloilman suodatin-kammio olivat varsin likaisia. Lämmöntalteenoton puhtautta vesikatolla ei päästy tarkastamaan.



Kuva 143
Ilmanvaihtokone TK3/PK3



Kuva 144
Raitisilmakammio lievästi likaantunut. Kammiossa on vedenpoisto. Suodattimien kiinnitys on tiivis.


Kuva 145

TK3/PK3 on sisäosiltaan puhdas. Ku-
vassa pisaranerotin.


Kuva 146

TK3/PK3 puhaltimet ovat alkuperäisiä
kammiopuhaltimia.

6.2.4 TK4/PK4, palvelualue: ATK-luokat

Tuloilmakone TK4/PK4 on vuodelta 2011 oleva Energent-merkkinen tuloilmakone. Sen tilavuusilmavirta on tulo- ja poistopuolella 0,25 m³/s. Kone sijaitsee rakennuksen laajennusosan ullakkokerroksen IV-konehuoneessa. Koneen raitisilmanotto on rakennuksen vesikatolla sijaitsevasta säleiköstä, jossa on myös talteenoton lämmönvaihdin. Ilmanvaihtokone on varustettu Energentin omalla lämmöntalteenottojärjestelmällä, jossa ilmvirran suuntaa koneen raitis- ja jäteilmakanavissa muutetaan säännöllisin väliajoin, jolloin jäteilmasta LTO-kennoihin kerääntynyt lämpö siirretään saman kennon läpi kulkevaan raitisilmaan. Kennojen edellisestä puhdistusajankohdasta ei ole tiedossa.

Raitisilmakammiossa on vedenpoisto. Tuloilman suodatinluokka on ePM1 60%, ja poistopuolella se on ePM10 60%. Suodattimien kiinnittimet ovat vipukiristeistä mallia, ja ne kiinnittyvät tiiviisti ilman ohivuotoja. Tuloilman lämmityspatteri on nestekiertoinen. TK4/PK4 koneessa on myös jäähdytyspatteri. IV-koneen puhaltimet ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä kammiopuhaltimia, joiden pyörimisnopeutta voidaan ohjata portaattomasti.

Kone oli kokonaisuudessaan melko puhdas. Raitisilmakanavat ja tuloilman suodatin-kammio olivat varsin likaisia. Lämmöntalteenoton puhtautta vesikatolla ei päästy tarkastamaan.



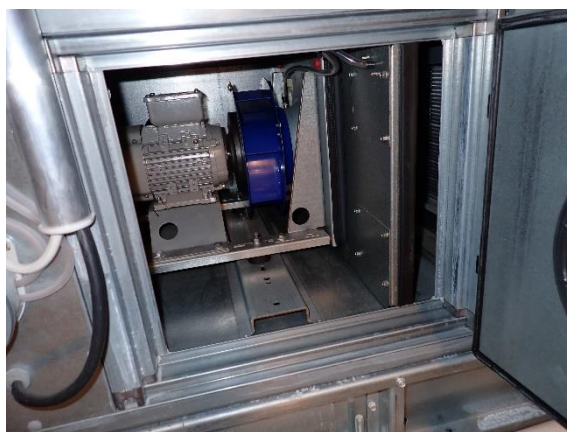
Kuva 147
Ilmanvaihtokone TK4/PK4.



Kuva 148
Raitisilmakammiossa hieman likaa.



Kuva 149
Kone on sisäosilta puhdas. Kuvassa jäähdytyspatteri.



Kuva 150
TK4 puhaltimet ovat kammio puhaltimia.



Kuva 151
Äänenvaimentimien pinta on suojattu.

6.2.5 TK5/PK5, palvelualue: Sosiaalitilat

Tulo- poistoilmanvaihtokone TK5/PK5 on vuodelta 2011 oleva Swegon Ilto W230 EC Econo paketti-ilmavaihtokone. Sen tilavuusilmavirta on tulo- ja poistopuolella 0,11 m³/s. Kone sijaitsee rakennuksen laajennusosan ullakkokerroksen IV-konehuoneessa. Koneen raitisilmanotto on rakennuksen ulkoseinässä sijaitsevasta säleiköstä. Ilmanvaihtokone on varustettu vastavirtakenno-lämmöntalteenotolla ja vesikiertoisella tuloilman lämmityspatterilla. Lisäksi koneessa on tuloilman esilämmitysmahdollisuus sähkövastuksilla.

Tuloilman suodattimena on karkeasuodatin ja ePM1 50% tasosuodatin. Suodattimien kiinnitys ei ole tiivis, minkä näkee myös koneen sisälle kertyneen liasta ja siitepölystä. Koneen puhaltimien siivekkeissä on runsaasti niihin kertynyttä likaa, mikä todennäköisesti heikentää puhaltimen tehoa. Puhaltimissa on EC-moottorit, joiden pyörimisnopeutta voidaan ohjata portaattomasti. Puhallinkehikoiden vaimenninkumit ovat murtuneet kumisilpuksi, jota on kertynyt koneen sisälle, ja vaimennus ei enää toimi



Kuva 152
TK5/PK5 ilmanvaihtokone avattuna.



Kuva 153
Tuloilman suodattimet ovat tasosuodattimia.



Kuva 154
Koneen sisäosissa runsaasti siitepölyä.



Kuva 155
TK5/PK5 puhaltimien siivekkeissä lika-kertymää.



Kuva 156
Koneen sisäosissa likaa ja roskaa.



Kuva 157
TK5/PK5 puhaltimien vaimenninkumit ovat murtuneet.

6.2.6 TK6/PK6, palvelualue: Terveystieteiden

Tulo- poistoilmavaihtokone TK6/PK6 on vuodelta 2011 oleva Swegon Ilto W230 EC Econo paketti-ilmavaihtokone. Sen tilavuusilmavirta on tulo- ja poistopuolella 0,109 m³/s. Kone sijaitsee terveystieteiden tilojen odotushuoneen yhteydessä olevassa IV-konehuoneessa. Koneen raitisilmanotto on rakennuksen ulkoseinässä sijaitsevasta säleiköstä. Ilmanvaihtokone on varustettu vastavirtakenno-lämmöntalteenotolla ja vesikiertoisella tuloilman lämmityspatterilla. Lisäksi koneessa on tuloilman esilämmitysmahdollisuus sähkövastuksilla.

Tuloilman suodattimena on karkeasuodatin ja F7-tasosuodatin. Koneessa ei havaittu merkittävää pölyntymistä tai muita puutteita.



Kuva 158
TK6/PK6 avattuna.



Kuva 159
TK6/PK6 tuloilman suodattimet.



Kuva 160
TK6/PK6 on sisäosiltaan puhdas.



Kuva 161
Poistopuhaltimen siivekkeissä pölyker-tyymää.

6.3 Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät

Tiloissa on tavanomainen sekoittava ilmanjakotapa. Ilmanvaihdon päätelaitteet ovat havaintojen mukaan muun ilmanvaihdon kanssa saman ikäisiä aikaisia. Luokkatiloissa tuloilmalaitteina on pääosin käytössä suutinkanavat. Tiloissa ei havaittu suoraan tuloilmapäätelaitteista poistoilmaventtiileihin suuntautuvia oikosulkuvirtauksia.



Kuva 162

Luokkien ilmanjako on toteutettu suutinkanavilla.



Kuva 163

Toimistotiloissa päätelaitteina on seinähajottajia.



Kuva 164

Ilmanvaihdon päätelaitteiden vaimennusmateriaalissa ei ole mineraalivillaa.



Kuva 165

Tuloilman päätelaitteen edessä runsaasti tavaraa, mikä haittaa ilmanjaon toimivuutta (159 Rehtori).

Ilmanvaihdon päätelaitteissa ei havaittu merkittäviä puutteita. Yhdessä luokkatilassa (216) havaittiin mittauksen yhteydessä säätölaite, joka todennäköisesti ei toimi, ja aiheuttaa siten epävarmuutta kyseisen luokan ilmamäärien säätöön. Joissain toimistotiloissa havaittiin runsaasti tavaraa, mikä haittaa ilmanjakoa. Suositellaan tavaroiden siirtämistä siten, että ilmanjako toimisi esteettä.

6.3.1 Ilmamäärämittausten tulokset

Tilojen ilmamäärien suunnitelmienmukaisuutta tarkasteltiin pistokoemittauksin. Mittauspöytäkirja on esitetty Liitteessä 7. Rakentamisaikana voimassa olleiden määräysten mukaan suunnitelluista ilmamääristä voidaan poiketa ± 20 % huonekohtaisesti ja ± 10 % järjestelmäkohtaisesti.

Mitatuilta osin ilmamäärät vastasivat pääosin hyvin suunnitteluarvoja. Sosiaalituloja palveleva ilmanvaihtokone TK5/PK5 on kytketty osateholle, jolloin sen ilmamäärät ovat n. puolet suunnitelluista. Tulo- ja poistoilmamäärät mittauspisteissä ovat kuitenkin tasapainossa, joten tämä ei todennäköisesti heikennä rakennuksen painesuhteita.

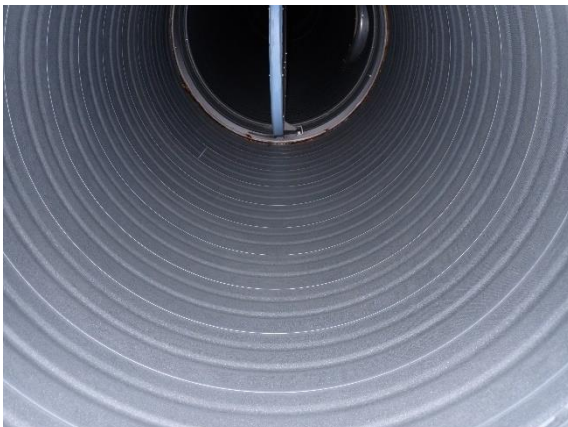
Luokassa 216 havaittiin, että toinen PRA-ilmamääräsäätimistä näytti todennäköisesti väärää tulosta tarkistusmittauksista huolimatta. Mitattaessa luokan suutinkanavista vertailuarvot toisella menetelmällä, olivat ne samaa suuruusluokkaa, jolloin luokan kokonaistuloilmavirta todennäköisesti vastaa suunnitteluarvoa.

6.4 Ilmanvaihtokanavat

Ilmanvaihtokanavat ovat pääosin kierresaumapeltikanavia ja ne on asennettu vuonna 2011. Kanavien edellisestä puhdistusajankohdasta ei ollut tietoa. Tuloilmakanavassa oli havaittavissa pääosin vain vähäistä pölykertymää. Silmämääräisesti arvioituna tuloilmakanavassa ei havaittu siitepölyä. Poistoilmakanavassa oli normaalia pölykertymää.

TK1 tuloilmakammiossa havaittiin suojaamatonta mineraalivillaa, josta todennäköisesti irtoaa kuituja tuloilmaan. Ilmanvaihtokanavista otetuissa näytteissä havaittiin vaihtelevia määriä mineraalivillaa, ja yhdessä TK1 palvelualueen näytteessä runsaammin (kappale 7.4).

Kanaviston äänenvaimentimien vaimennusmateriaalit on havaintojen perusteella suojattu siten, että niissä ei ole mineraalikuitulähteitä, eikä kanavissa ole mahdollisia kuitulähteitä.



Kuva 166



Kuva 167

Ilmanvaihdon runkokanavistossa ei havaittu pölykertymää.



Kuva 168
Kanavaäänenvaimennin aulatilassa

TK1 tuloilmakammion suojaamatonta mineraalivillaa.



Kuva 169
Kanaviston äänenvaimentimien pinta suojattu.



Kuva 170
Poistoilmakanavassa tavanomaista pölylyyntymistä.



Kuva 171
Tuloilman suutinkanavan sisäpintaa luokassa. Ei havaittavaa pölyä.

6.5 Johtopäätökset, ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on kokonaisuutena toimintakuntoinen ja sen automaatiojärjestelmä ohjaa laitteita pääosin oikein. Kaikki ilmanvaihtokoneet ovat vuodelta 2011 ja tekniseltä iältään vielä käyttökelpoisia, mutta muutamia ylläpidon ja kunnostuksen tarpeita havaittiin. Järjestelmän toimivuutta heikentävät erityisesti raitisilmakammioiden ja todennäköisesti niiden yhteydessä olevien lämmön talteenottokeinojen likaantuminen sekä yksittäiset tekniset viat, kuten TK1:n poistopuhaltimen todennäköinen laakerivika ja TK5:n rikkoutuneet puhaltimien vaimenninkumit. Lisäksi ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmat tulee päivittää vastaamaan todellisia tilojen käyttöaikoja.

Kanavistossa todettiin vain vähäisiä pölykertymiä, mutta TK1:n tuloilmakammiossa oleva suojaamaton mineraalivilla muodostaa selkeän kuitulähteen, mikä edellyttää korjaustoimenpiteitä. Kanaviston äänenvaimentimien materiaalit ovat kauttaaltaan suojattuja eikä niistä todettu kuituriskejä. Päätelaitteet ovat teknisesti hyväkuntoisia eikä tiloissa havaittu oikosulkuvirtauksia. Ilmamäärät vastasivat suurelta osin suunnitteluarvoja, lukuun ottamatta TK5:n jatkuvaa osatehokäyttöä ja yhden tilakohtaisen säätöelimen poikkeavaa mittaustulosta.

Kokonaisarviona ilmanvaihtojärjestelmä palvelee rakennusta tyydyttävästi, mutta toiminnan varmistaminen pitkällä aikavälillä edellyttää puhaltimien kunnostusta, kanavien ja raitisilmakammioiden puhdistuksia sekä kuitulähteiden poistamista TK1:n alueelta.

6.6 Toimenpide-ehdotukset, ilmanvaihtojärjestelmät

- TK1 poistopuhaltimen laakerivian korjaus
- TK1 tuloilmakammion mineraalivillalähteiden poistaminen
 - Suositellaan, että suojaamattomat ja rikkoutuneet eristeet poistetaan ja korvataan kuitutiiviillä materiaalilla, jotta mineraalivillakuitujen kulkeutuminen sisäilmaan estyy.
 - Työn yhteydessä tulee varmistaa, ettei mineraalivillakuitupitoista pölyä päädy kanavistoon.
- Raitisilmakammioiden puhdistus (TK1–TK4)
 - LTO-kennostojen tarkastus ja puhdistus (kaikki Energent-koneet)
- TK5 ilmanvaihtokoneen puhaltimien puhdistus ja vaimenninkumien uusiminen.
- IV-konetunnusten korjaaminen Ouman-ohjausjärjestelmään
- Luokka 216 ilmamääräsäätimen toiminnan tarkastus
 - PRA-säätimen tiedot vaikuttavat virheellisiltä. Säätimen toiminta tulee tarkistaa ja tarvittaessa vaihtaa.
- Ilmanvaihdon aikaohjelmien muuttaminen tilojen käyttöaikoja vastaaviksi.
 - Ilmanvaihto mitoitusetuholle vähintään 2 tuntia ennen rakennuksen käyttöajan alkamista, ja 1–2 tuntia rakennuksen käyttöajan päättymisen jälkeen käyttöajan ulkopuoliseen ilmanvaihtoon.

7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

7.1 Paine-ero

Paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä 10 mittauspisteessä 16.10.-5.11.2025 välisenä aikana. Kahdessa mittauspisteessä mitattiin huonetilan paine-eroa alapohjaan, ja kahdeksassa mittauspisteessä paine-eroa ulkoilmaan. Tulokset on esitetty alla olevissa kuvaajissa ja mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1.

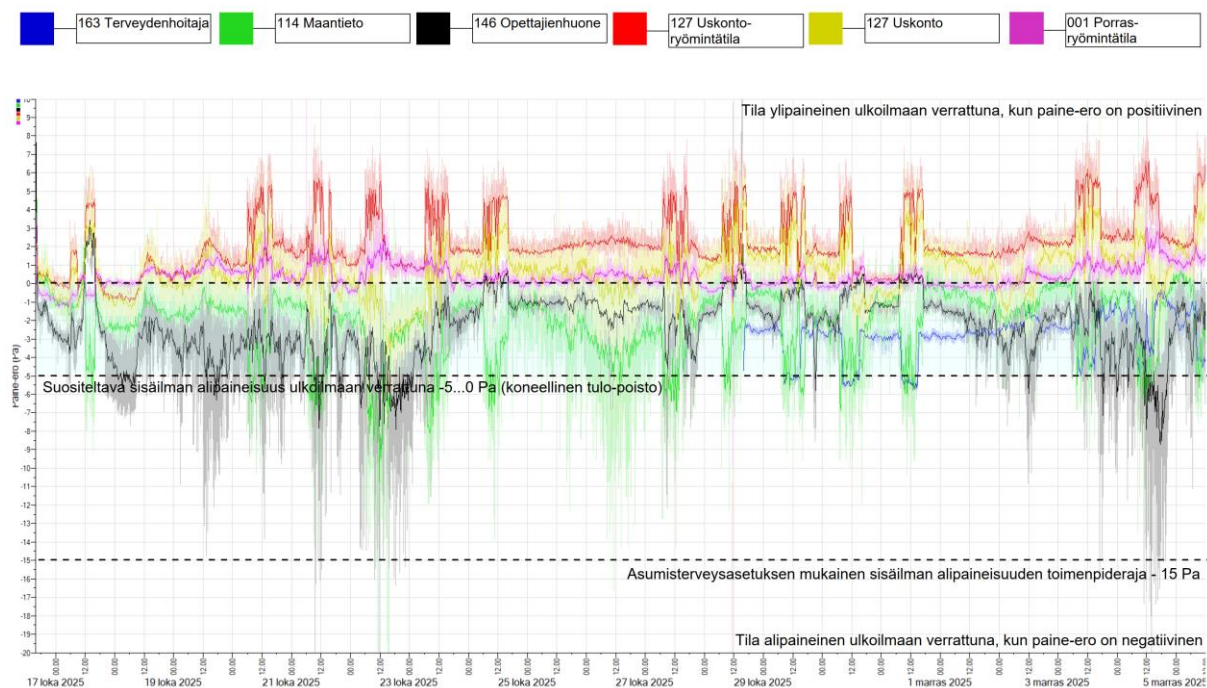
7.1.1 Mittaustulokset

Rakennuksen painesuhteet olivat mittausten aikaan osittain suositusarvojen ulkopuolella, ja ilmanvaihdon käyntiajat vaikuttavat selkeästi paine-eroihin. Ilmanvaihtokoneiden hetkellinen sammuttaminen kuntotutkimusten takia 28.10. erottuu hetkellisenä alipaineen kasvuna.

1. kerroksen tiloista luokka 127 on lievästi ylipaineinen ulkoilmaan nähden, ja ilmanvaihdon tehostuksen aikana päivisin ylipaineisuus kasvaa n. +4 Pa tasolle. Muilta osin 1. kerroksessa paine-erot pysyvät suositellulla -5...0 Pa välillä. Terveystieteiden tilassa TK06 palvelualueella alipaineisuus kasvaa -5 Pa tasolle käytön aikana.

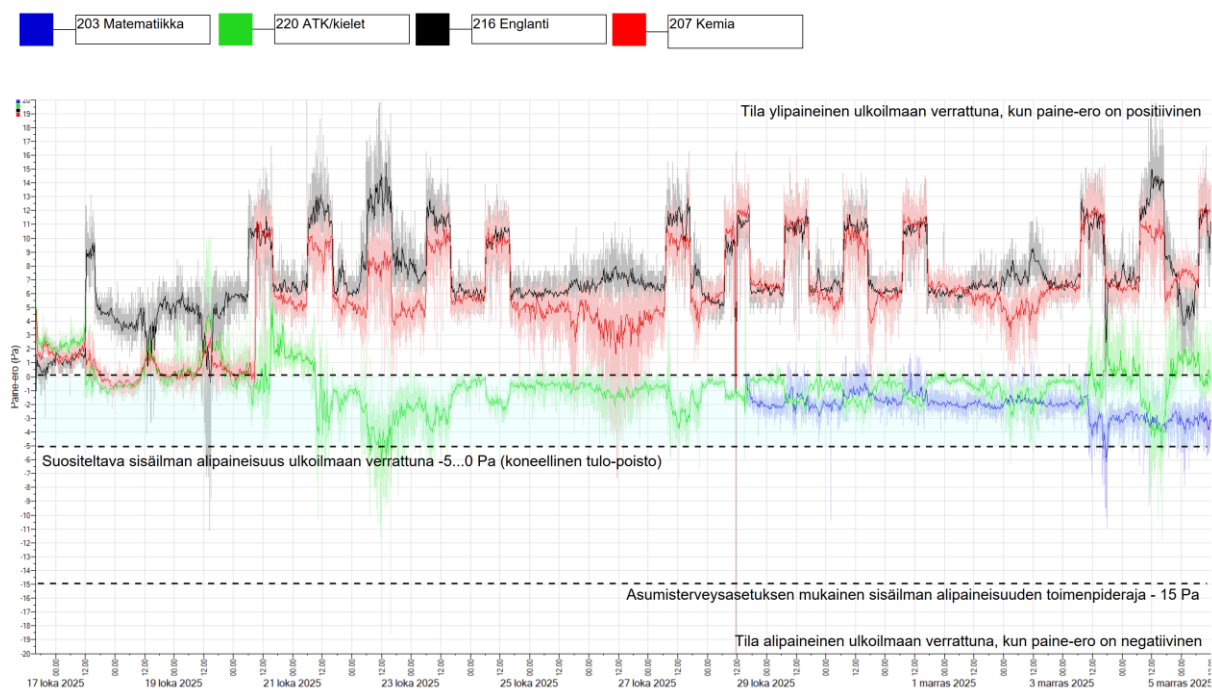
2. kerroksen tiloissa luokat 203 ja 216 TK01 palvelualueella ovat selkeästi +12...+20 Pa ylipaineisia, kun ilmanvaihto on tehostetulla ohjelmalla klo 7-17 välisenä aikana. Muulloin, kun ilmanvaihto on osateholla, ylipaineisuutta on n. +5 Pa. Luokissa 203 ja 220 paine-erot vaihtelevat -5...0 Pa välillä.

Alapohjan paine-eromittauksissa tuloksen ollessa positiivinen, huonetila on ylipaineinen alapohjaan nähden. Mittausjaksolla luokan 127 mittauspiste on pysynyt selkeästi ylipaineisena lähes koko mittausjakson ajan. Ylipaineisuus kasvaa silloin, kun ilmanvaihto on tehostuksella. Kellarikerroksen mittauspisteessä alapohjan paine-ero on ollut lähellä 0 Pa tasapainotilaa, mutta pääosin tila on pysynyt ylipaineisena.



Kuva 172

Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eromittauksen tulokset 1. kerroksessa ja alapohjaan.



Kuva 173

Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eromittauksen tulokset 2. kerroksessa.

7.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Paine-eromittaustulosten perusteella voidaan todeta, että tilat ovat ylipaineiset, ja todennäköisesti ilmanvaihto ei ole tasapainossa. Huonekohtaisten mittausten mukaan ilmamäärissä ei kuitenkaan havaittu merkittäviä poikkeamia.

Luokassa 216, jossa on mitattu säännöllistä ylipaineisuutta, havaittiin ilmamäärämittausten yhteydessä ilmamääräsäädin, joka ei toimi. Luokka 207 Kemia on ilmanvaihdon suunnitelmien mukaisesti lievästi ylipaineinen, jolla kompensoidaan tilassa olevien veto- ja kemikaalikaappien kohdepoistojen ilmavirrat. Kyseistä poistopuhallinta PK2.1 ohjataan suunnitelmien mukaan aikaohjelmalla, mutta tästä ei saatu tarkastuksen yhteydessä varmuutta.

Ilmanvaihdon aikaohjelma vaikuttaa painesuhteisiin yleisesti siten, että ylipaineisuus kasvaa silloin, kun ilmanvaihto on käynnissä mitoitusteholla. Asumisterveysasetuksen toimenpideraja -15 Pa ei mittausten aikana ylity kuin hetkellisesti.

Suositellaan ilmanvaihdon kokonaisilmamäärien säätöä siten, että tilat olisivat n. -5...0 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden, ja ettei ilmanvaihdon aikaohjelmat vaikuta painesuhteisiin. Ilmanvaihdon käyttäminen täys- ja osatehoilla hankaloittaa painesuhteiden vakioimista kaikissa tiloissa. Siirtyminen osateholle voi tilakohtaisesti muuttaa merkittävästikin tulo- ja poistoilmavirtojen keskinäistä suhdetta, mikä johtaa paine-erojen vaihteluun eri tilojen, ja ulkoilman, välillä. Painesuhteet olisivat paremmin hallittavissa, jos ilmanvaihtoa käytettäisiin vain yhdellä vakiotehoasetuksella.

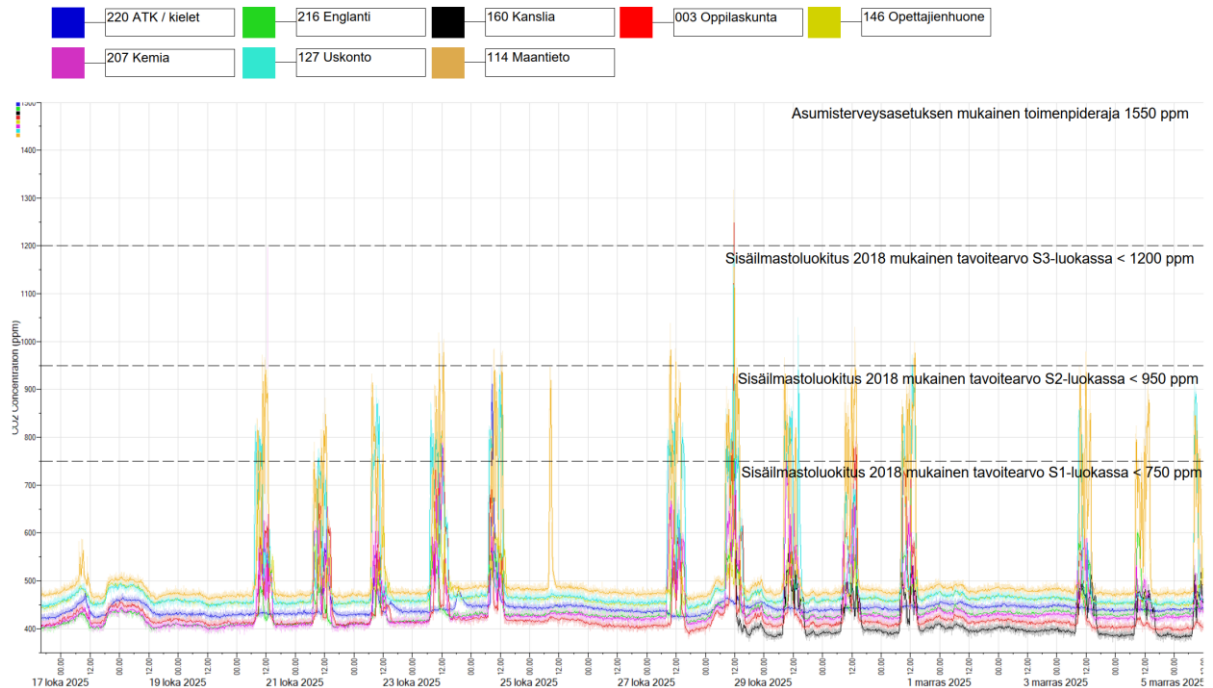
7.2 Hiilidioksidipitoisuus

Rakennuksen ilmanvaihdon riittävyyttä arvioitiin sisäilman jatkuvatoimisilla hiilidioksidipitoisuuden mittalaitteilla yhteensä kahdeksassa tilassa 16.10. – 5.11.2025 välisenä aikana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1 ja mittaus tulokset kuvaajissa liitteessä 4.

7.2.1 Mittaustulokset

Hiilidioksidipitoisuus nousee tilojen käytön aikana säännöllisesti yli tai lähelle sisäilma- luokan S2 raja-arvoa (950ppm) luokissa 127 (uskonto) ja 114 (maantieto). Muissa ti-

loissa hiilidioksidipitoisuus jää säännönmukaisesti alemmalle tasolla. Poikkeuksen muodostaa 28.10., jolloin hiilidioksidipitoisuus on noussut yli 1200 ppm tason luokissa 160, 114 ja 127. Tämä johtuu ilmanvaihtokoneen hetkellisestä sammuttamisesta tutkimusten takia.



Kuva 174
Hiilidioksidipitoisuuden mittauksen tulokset.

7.2.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Yleisesti rakennuksen hiilidioksidipitoisuudet ovat hyvällä tasolla, eikä mittauksissa havaittu viitteitä ilmanvaihdon puutteellisuudesta.

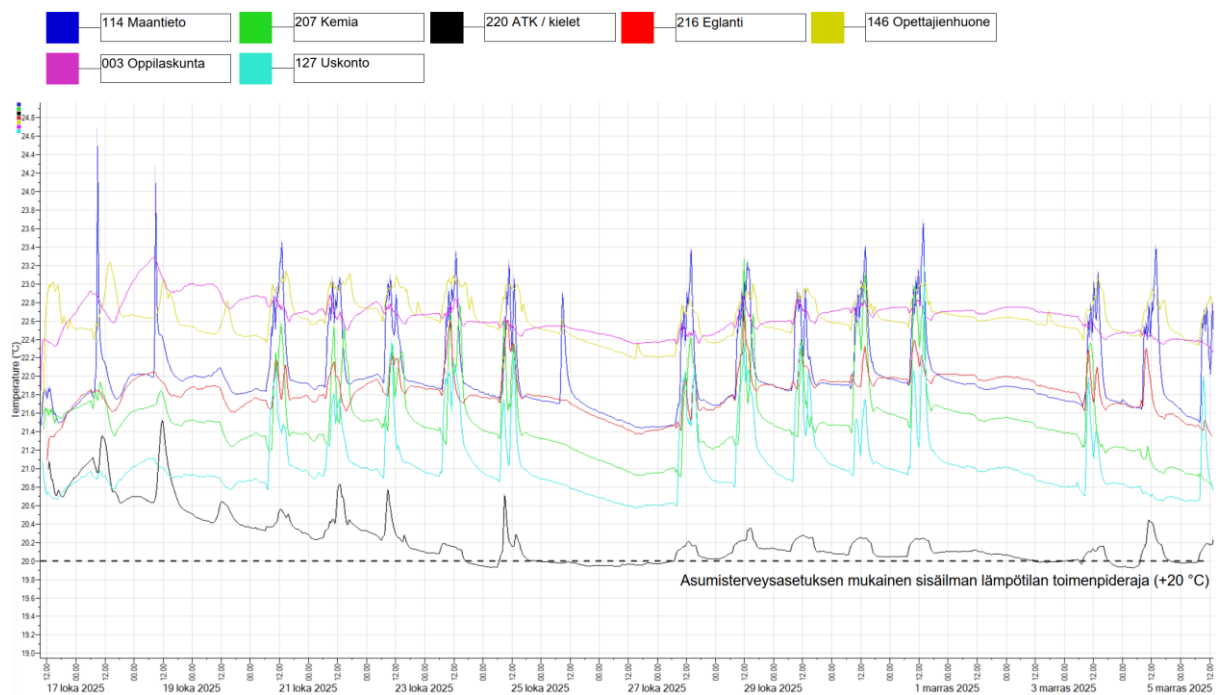
Hiilidioksidiseurantojen perusteella tilojen ilmanvaihtuvuus on ollut henkilömäärään nähden pääosin riittävää ja hiilidioksidipitoisuudet eivät yleisesti tiloissa nouse korkeiksi. Korkeimmat lyhytaikaiset mitattiin luokissa 127 (uskonto) ja 114 (maantieto), joissa hiilidioksidipitoisuudet ylsivät korkeimmillaan n. 1000 ppm tasolle. Hiilidioksidipitoisuuden toimenpiderajaa (1550 ppm) ei kuitenkaan ylitetty mitatuissa tiloissa.

7.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä seitsemässä tilassa 16.10. – 5.11.2025 välisenä aikana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty pohjapiirustuksessa liitteessä 1.

7.3.1 Mittaustulokset

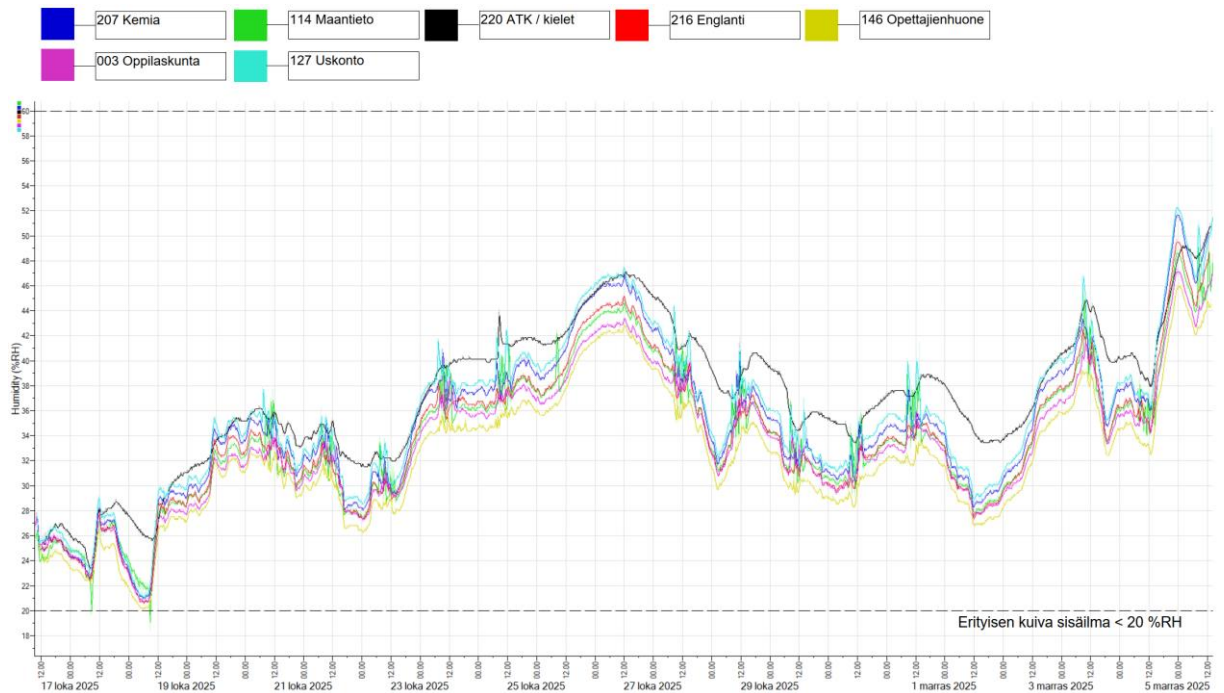
Mittausjakson aikana mitatuissa tiloissa sisäilman lämpötilat vaihtelivat välillä +20...+25 °C. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen alempi toimenpideraja (+20 °C) alittui mittausjakson aikana lievästi tilassa 220 ATK/Kielet. Alitus tapahtui käyttöaikojen ulkopuolella, ja tilan käyttöaikoina lämpötila on noussut nopeasti rajan yläpuolelle.



Kuva 175

Sisäilman lämpötilan mittauksen tulokset.

Tilojen sisäilman suhteellisen kosteuden todettiin olevan pääosin 20...52 RH%. Tilojen sisäilman suhteellinen kosteus on yleisesti vuodenaikaan nähden tavanomaisella tasolla. Erityisen kuivan sisäilman rajaa (20 RH%) ei alitettu. Hetkellisiä normaaleja sisäilman suhteellisen kosteuden nousuja tapahtui käytönaikana eri tiloissa, ja mitattuja suhteellisen kosteuden mittaustuloksia voidaan pitää normaaleina.



Kuva 176

Sisäilman suhteellisen mittauksen tulokset.

7.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Yleisesti voidaan todeta, että tarkasteltujen tilojen sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden todettiin olevan normaalilla tasolla.

Asumisterveysasetuksen sisäilman lämpötilan toimenpiderajojen sisällä (+20 °C...+32 °C). Lämpötila- ja olosuhdeseurantojen perusteella ei ole esittää erityisiä toimenpiteitä.

7.4 Teolliset mineraalikuidut ja pölyt

7.4.1 Mittaustulokset, laskeumanäytteet

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä tutkittiin kahden viikon laskeuma-aikana laskeumalevyille kerääntyneestä pölystä geeliteippi-menetelmällä kuudessa eri huoneti-lassa 5.11.-19.11.2025 välisenä aikana. Tarkemmat tiedot tutkimusmenetelmistä on esitetty liitteessä 7 ja laboratorion analyysivastaukset ovat liitteenä 4. Näytteenotto-kohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan. Asumisterveysasetuksen mukai-

nen toimenpideraja on 0,2 kuitua/cm². Laskeumanäytteiden tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 9

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä.

Näyttenumero	Tila	Näytteen kertymäaika	Kuitua / cm ²
1.1	Terveystieteiden tutkimuskeskus 162/163	14 vrk	0,14
1.2			<0,07
1.3			<0,07
2.1	Opettajien huone 146	14 vrk	<0,07
2.2			0,07
2.3			<0,07
3.1	Historia 137	14 vrk	0,07
3.2			0,21
3.3			<0,07
4.1	Maantieto / biologia 106	14 vrk	0,07
4.2			0,07
4.3			0,07
5.1	Fysiikka 204	14 vrk	<0,07
5.2			<0,07
5.3			0,14
6.1	Englanti 216	14 vrk	<0,07
6.2			0,14
6.3			<0,07

Analyysitulosten perusteella ainoastaan luokassa Historia 137 laskeutuneen pölyn mineraalikuitupitoisuudet sijoittuvat Asumisterveysasetuksen teollisille mineraalivillakuiduille asetetun toimenpiderajan, joka on 0,2 kuitua/cm². Mittausepävarmuus huomioiden toimenpideraja ei siis ylity.

7.4.2 Mittaustulokset, näytteet IV-kanavistosta

Ilmanvaihtokanaviston sisäpinnalta otettiin geeliteippinäytteitä niiden esiintymisen selvittämiseksi ilmanvaihdossa. Näytteitä otettiin ilmanvaihtokoneiden TK-1, TK-3 ja TK-6 palvelualueilta yhteensä seitsemässä eri tilassa. Tarkemmat tiedot tutkimusmenetel-

mistä on esitetty liitteessä 7 ja laboratorion analyysivastaukset ovat liitteenä 4. Näytteenottokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan. Ilmanvaihtokanavan mineraalikuiduille ei ole asetettu toimenpiderajaa. Normaalina pidetty arvo on 10-30 kuitua/cm² (Työterveyslaitos, 2017). Laskeumanäytteiden tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 10

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä.

Näyte	IV-kone	Tila	Kuitua / cm ²
1	TK-1	105 Aula- ja käytävätilat	4,36
2	TK-1	106 Maantieto/Biologia / 107 Viherhuone	53,00
3	TK-1	203 Luokka/matematiikka	25,25
4	TK-1	215 Luokka / kielet	21,04
5	TK-6	166 Lepohuone / lääkäri	6,14
6	TK-3	141 Kuraattori	18,46
7	TK-3	160 Kanslia	3,36

7.4.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset, mineraalikuidut

Analyysitulosten perusteella yhdessä tilassa seitsemästä (Historia 137) sisäilman mineraalivillakuitupitoisuudet sivuavat Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa. Kanavistosta otetuissa näytteissä esiintyy mineraalivillaa, ja yksi TK-1 palvelualueelta otettu näyte on poikkeuksellisen suuri.

Ilmanvaihtotutkimusten perusteella ilmanvaihtojärjestelmässä esiintyy mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota mineraalivillakuituja sisäilmaan ilmanvaihtokoneen TK-1 tuloilmakammiossa. Rakenteellisten tutkimusten perusteella ei esiinny merkittäviä kuitulähteitä. Suositellaan, että TK-1:n mineraalivillakuitulähteet poistetaan.

8 Olosuhdearviointi

8.1 Yleistä olosuhdearvioinnista

”Olosuhdearviointi laaditaan, kun rakennuksessa on tai siellä epäillään olevan rakennuksesta johtuvia sisäilman laatua ja olosuhteita heikentäviä tekijöitä, joiden koetaan aiheuttavan työnteekijöille haittaa tai oireita. Olosuhdearviointi on tarpeen myös, kun työterveyslääkäriltä halutaan arvio tilojen terveydellisestä merkityksestä työnteekijöille tai viranomainen edellyttää terveydellisen merkityksen arvioimista. Olosuhdearviointia voi hyödyntää työympäristön ja työhyvinvoinnin kehittämisessä ilman terveydellisen merkityksen arviointiakin” (Ohje työpaikkojen sisäilmastaselvityksiä ja olosuhdearviointoja tekeville, Työterveyslaitos, 2022).

Olosuhdearviointi voidaan laatia, kun on kerätty riittävästi tietoa rakennus- ja ilmanvaihtoteknisistä tekijöistä, mahdollisista epäpuhtauslähteistä, vuotoilman kulkeutumisesta sekä sisäilman laadusta ja olosuhteista. Olosuhdearvioinnin tulos esitetään neliportaisen asteikon (A-D) mukaisesti yhteenlasketun pisteytyksen perusteella (Työterveyslaitos, 2022):

- A. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä.
- B. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä.
- C. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 5–8 pistettä.
- D. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 9–12 pistettä.

Olosuhdearvioinnin sisältöä ja sen mukaista pisteytystä on esitetty laajemmin liitteessä *tutkimusmenetelmät ja viitearvot*. Eri osa-alueet pisteytetään ja ne lasketaan yhteen

kokonaisarviointia varten. Seuraavassa taulukossa on esitetty eri osa-alueiden pisteytystapa:

Taulukko 11

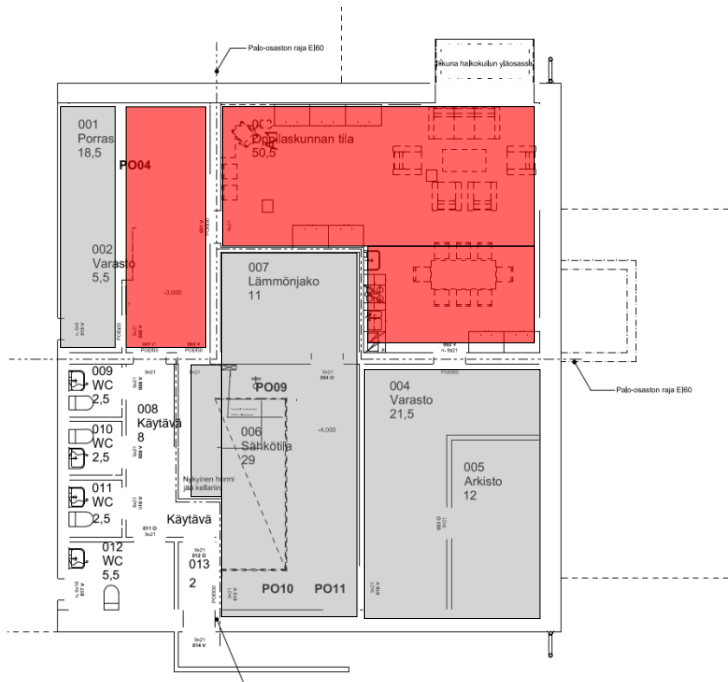
Olosuhdearvioinnin eri osa-alueiden pisteytys.

Osa-alue	Pisteytys
Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma	
Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on epätodennäköistä.	0 pistettä
Vuotoilmareittejä on vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on mahdollista.	1 piste
Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu.	2 pistettä
Vuotoilmareittejä on paljon ja vuotoilmaa kulkeutuu runsaasti.	3 pistettä
Rakennusosien riskitekijät	
Rakennusosissa ei ole sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavia riskitekijöitä.	0 pistettä
Rakennusosissa on vähän riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	1 piste
Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	2 pistettä
Rakennusosissa on paljon riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	3 pistettä
Ilmastointijärjestelmä	
Ilmastointijärjestelmä edistää hyvää sisäilman laatua ja olosuhteita.	0 pistettä
Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilman laatua ja olosuhteita.	1 piste
Ilmastointijärjestelmä toimii tavanomaisesti, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	2 pistettä
Ilmastointijärjestelmä toimii huonosti ja heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	3 pistettä
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	
Kaikki mittaus- ja/tai analyysitulokset täyttävät vaaditut tai suositellut ohjearvot, raja-arvot, viitearvot tai toimenpiderajat.	0 pistettä
Yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.	1 piste
Useat mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua	2 pistettä

Osa-alue	Pisteytys
tua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.	
Suurin osa mittaus- ja/ tai analyysituloksista ei täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.	3 pistettä

8.2 Olosuhdearviointi

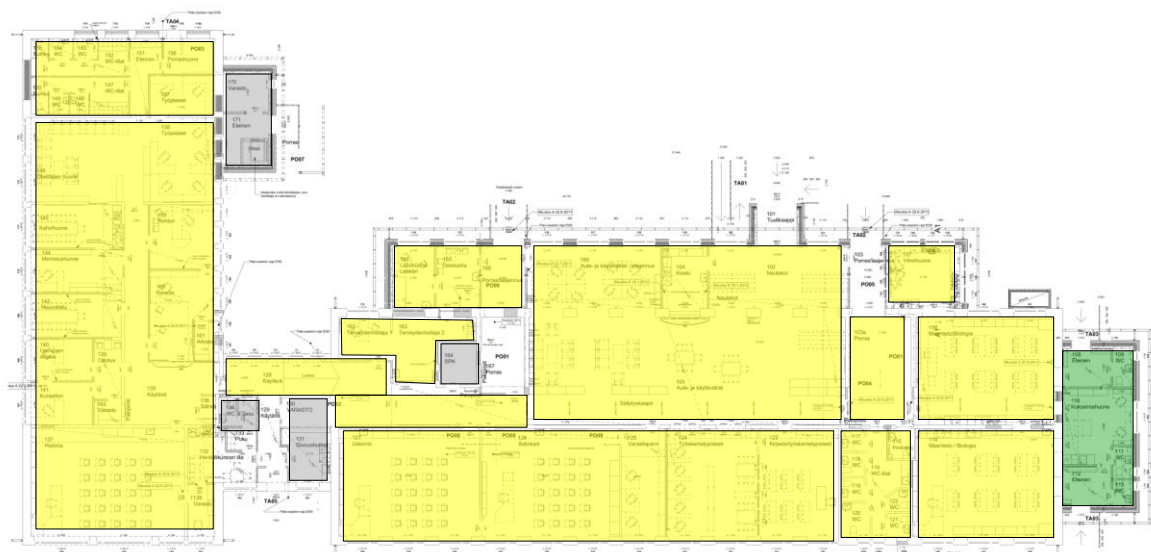
Alla on esitetty olosuhdearvioinnin tulokset kerroksittain.



Kuva 177

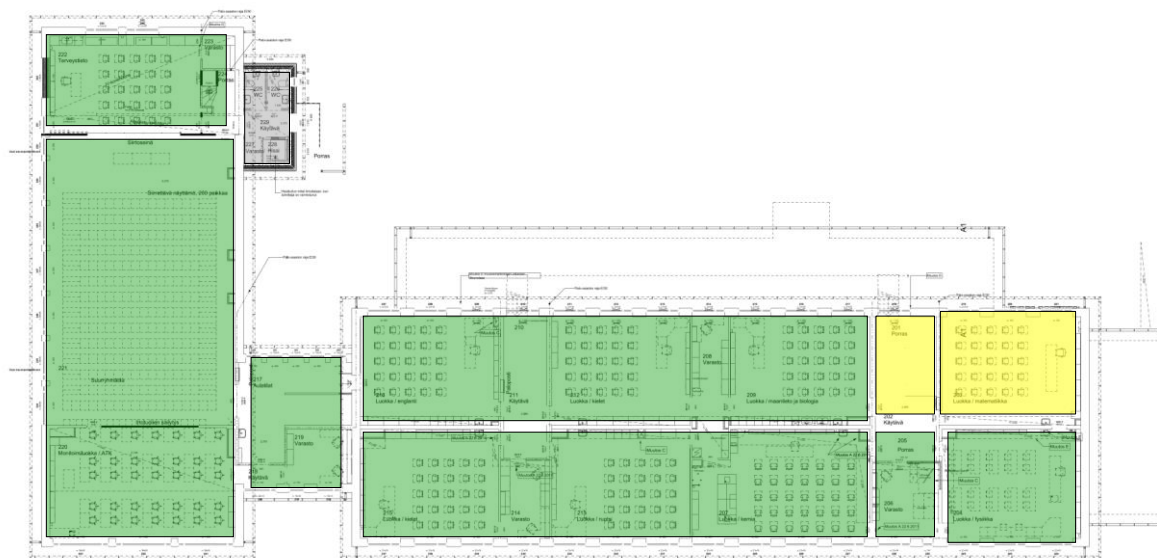
Olosuhdearviointi rakennuksen 1. kerroksessa.

- Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat.
- Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset.
- Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta.
- Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta.
- Arviointia ei suoritettu, koska kyseessä toissijaiset tilat (lämmönjakohuone, varasto-, siivous- keskus- ja pesuhuonetilaja)



Kuva 178

Olosuhdearviointi rakennuksen 1. kerroksessa.



Kuva 179

Olosuhdearviointi rakennuksen 2. kerroksessa.

50-luvun osan kellari:

Tutkimustulosten perusteella rakennuksen kellarin olosuhdearviointi määritellään luokkaan D; **tavanomaisesta poikkeava olosuhde ja toimenpiteitä tulee käynnistää nopeasti**. Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 12

Olosuhdearvioinnin pisteytys.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	2 p
Rakennusosien riskitekijät	3 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	3 p
Yhteensä	9 p

Ilmatiiveys ja vuotoilma:

- Aistinvaraisten arvioiden ja rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella rakenteissa esiintyy epätiiviitä rakenneliittymiä ja läpivientejä, joiden kautta rakenteista tapahtuvat ilmavuodot ovat mahdollisia. Ilmavuotoja on todettu tapahtuvan paikallisesti vaurioituneiden rakenteiden kautta, ryömintätilasta ja yläpuolisesta välipohjarakenteen täyttömateriaalista.
- Tutkimushetkellä porrastila ei ollut alipaineinen viereiseen ryömintätilaan nähden. Ryömintätilasta voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan, jos tilat ovat alipaineiset.

Rakennusosien riskitekijät:

- Kellarin muovimatolla päällystetyissä alapohjissa esiintyy poikkeavaa kosteutta ja kosteutta on myös noussut väli- ja ulkoseinien alaosiin, koska muovimatot on nostettu seiniä vasten. Seinien alareunoissa on hyvin todennäköisesti korkeasta kosteudesta johtuvia mikrobivaurioita. Ryömintätilan puolelta on useita kulkuluukkuja, joiden kautta voi kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia ryömintätilasta. Kellarin yläpuolisessa välipohjarakenteessa havaittiin yleisesti mikrobivaurioita. Porrastilassa on portaan lepotasanteen rakentamisen aikaiset muottipuut purkamatta, ja ne voivat toimia epäpuhtauslähteenä.

- Rakennuksen ryömintätilalliseen alapohjarakenteeseen kohdistuu merkittävää ulkopuolista kosteusrasitusta ja ryömintätilassa esiintyy sisäilman laatua heikentäviä riskejä.

Ilmanvaihtojärjestelmä:

- ilmanvaihto toimii suunnitellusti ja se ei heikennä sisäilman laatua

Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät:

- Useissa rakenteissa esiintyy laajasti mikrobivaurioita ja rakenneavauspisteiden rakennusmateriaaleissa esiintyy poikkeavaa mikrobiperäistä hajua.
- Kellarin alapohjarakenteessa esiintyy laajasti poikkeavaa kosteutta.
- Lattian muovimattoihin tehdyssä viiltomittauksessa todettiin korkea kosteus, joka voi vaurioittaa muovimattoja ja siitä voi aiheutua sisäilmaan VOC-yhdisteiden emissioita.

50-luvun osa, 1. kerroksen tilat:

Tutkimustulosten perusteella rakennuksen 1. kerroksessa olosuhdearviointi määritellään luokkaan C; ***tavanomaisesta poikkeava olosuhde ja toimenpiteitä tulee käynnistää suunnitellusti***. Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 13

Olosuhdearvioinnin pisteytys.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	2 p
Rakennusosien riskitekijät	2 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	2 p
Yhteensä	7 p

Ilmatiiveys ja vuotoilma:

- Merkkiainetutkimuksiin perustuen ja rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella rakenteissa esiintyy epätiiviitä rakenneliittymiä ja läpivientejä, joiden kautta rakenteista tapahtuvat ilmavuodot ovat mahdollisia. Ilmavuotoja on todettu tapah-

tuvan paikallisesti vaurioituneiden rakenteiden kautta, välipohjan eristetäytöstä, alapohjan Toja-levyeristeestä ja ulkoseinärakenteista, joiden sisältämissä eristeissä / täyttömateriaaleissa on todettu mikrobivaurioita. Alapuolisesta ryömintätilasta on todennäköisesti ilmavuotoreittejä 1. kerrokseen.

- Tutkimushetkellä rakennus on ollut osittain alipaineinen ulkoilmaan nähden, mutta alipaineisuus ei ole ylittänyt Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on -15 pascalia.

Rakennusosien riskitekijät:

- Rakennuksessa esiintyy kosteusteknisesti riskialttiita rakenteita. Rakennuksen ulkoseinärakenteet ovat pääosin puutteellisesti tuulettuvia tiili-villa-betonirakenteita ja ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä esiintyy mikrobivaurioita. WC-tilojen lattian kosteuseristeet ovat alkuperäisiä ja ne ovat ohittaneet teknisen käyttöiän. Rakennusosan WC-tilojen alapuoliseen alalaattavälipohjan täyttöön voi kohdistua kosteusrasitusta putkistovuodoista tai siivousvesistä.
- Ryömintätilallisen alueen alapohjaeristeinä on Toja-levyä, jossa havaittiin laajasti mikrobivaurioita.
- Rakennuksen alakattojen päällä olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.

Ilmanvaihtojärjestelmä:

- Ilmanvaihto toimii suunnitellusti ja se ei heikennä sisäilman laatua

Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät:

- Rakenteissa esiintyy ulkoseinä-, alapohja sekä välipohja-alueilla mikrobivaurioita ja rakenneavauspisteiden rakennusmateriaaleissa esiintyy poikkeavaa mikrobiperäistä hajua.
- Muovimatoissa esiintyy paikallisesti poikkeavaa hajua

60-luvun osa, 1. kerros:

Tutkimustulosten perusteella rakennuksen 60-luvun osan 1. kerroksessa olosuhdearviointi määritellään luokkaan C; ***tavanomaisesta poikkeava olosuhde ja toimenpiteitä tulee käynnistää suunnitellusti***. Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 14

Olosuhdearvioinnin pisteytys.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	1 p
Rakennusosien riskitekijät	2 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	1 p
Yhteensä	5 p

Ilmatiiveys ja vuotoilma:

- Merkkiainekokeiden perusteella ja rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella rakenteissa esiintyy epätiiviitä rakenneliittymiä ja läpivientejä, joiden kautta rakenteista tapahtuvat ilmavuodot ovat mahdollisia. Ulkoseinien eristeissä ei havaittu laajasti vaurioita, mutta rakenteissa on mikrobiperäistä hajua. Ilmavuotoja on todettu tapahtuvan ulkoseinärakenteiden liittymistä.
- Tutkimushetkellä rakennus on ollut alipaineinen ulkoilmaan nähden, mutta alipaineisuus ei ole ylittänyt Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on -15 pascalia.

Rakennusosien riskitekijät:

- Rakennuksessa esiintyy useampia kosteusteknisesti riskialttiita rakenteita. Alapohjarakenteessa esiintyy paikallisesti poikkeavaa kosteutta. Rakennuksen ulkoseinärakenteet ovat pääosin puutteellisesti tuulettuvia tiili-villa-betonirakenteita ja sokkelirakenteena on vaurioaltis valesokkeli. Ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä esiintyy mikrobivaurioon viittaavaa hajua. Väliseinien alareunoissa on poikkeavaa kosteutta.
- Rakennuksen alakattojen päällä olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.

Ilmanvaihtojärjestelmä:

- Ilmanvaihto toimii suunnitellusti ja se ei heikennä sisäilman laatua

Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät:

- Rakenteissa esiintyy todennäköisesti valesokkelissa mikrobivauriota. Väliseinien alareunoissa tasoitteissa on mikrobivaurioita, jotka johtuvat poikkeavasta kosteudesta.
- alapohjassa on poikkeavaa kosteutta alueellisesti ja vaurioituneista muovimat-topinnoitteista voi aiheutua VOC-emissioita.

2. kerroksen tilat 50- ja 60-luvun osilla

Tutkimustulosten perusteella 2. kerroksessa olosuhdearviointi määritellään luokkaan **B**; ***tavanomainen olosuhde ja toimenpiteitä tulee käynnistää suunnitellusti***. Luokkatila 203 kuuluu luokkaan C tilan poikkeavan hajun ja alipaineisuuden vuoksi. Tulostuodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 15

Olosuhdearvioinnin pisteytys.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	1 p
Rakennusosien riskitekijät	1 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	1 p
Yhteensä	4 p

Ilmatiiveys ja vuotoilma:

- Aistinvaraisten arvioiden ja rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella rakenteissa esiintyy epätiiviitä rakenneliittymiä ja läpivientejä, joiden kautta rakenteista tapahtuvat ilmavuodot ovat mahdollisia. Levyseinien höyrynsulkumuovien liittymissä ympäröiviin rakenteisiin on puutteita. Yläpohjarakenteisiin on läpivientejä, joiden kautta on ilmayhteyksiä yläpohjaan. Yläpohjan eristerakenteissa esiintyy paikallisesti mikrobivaurioita.
- Tutkimushetkellä tilat olivat lievästi ylipaineisia tai lievästi alipaineisia.

Rakennusosien riskitekijät:

- Rakennuksessa esiintyy vähän kosteusteknisesti riskialttiita rakenteita. Rakennuksen ulkoseinärakenteet ovat pääosin kosteusteknisesti toimivia ja niissä ei havaittu mikrobivaurioita.

- Yläpohjarakenteissa ei havaittu laaja-alaisesti mikrobivaurioita tai poikkeavia hajuja. Yläpohjassa ei ole vesivuotoja ja rakenne on kosteusteknisesti toimiva.

Ilmanvaihtojärjestelmä:

- Ilmanvaihto toimii suunnitellusti ja se ei heikennä sisäilman laatua

Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät:

- Yläpohjarakenteissa esiintyy vähän paikallisilla alueilla mikrobivaurioita.

Vuoden 2011 laajennusosat 1. kerroksessa

Tutkimustulosten perusteella 1. kerroksessa olosuhdearviointi määritellään luokkaan **B; tavanomainen olosuhde ja toimenpiteitä voidaan käynnistää suunnitellusti.**

Osa 2011 vuoden laajennuksista kuuluu luokkaan C, sillä alkuperäisosista on selkeitä ilmayhteyksiä tai ne ovat yhtenäistä tilaa. Tulos muodostuu eri osa-alueiden pistemääristä seuraavasti:

Taulukko 16

Olosuhdearvioinnin pisteytys.

Osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiviys ja vuotoilma	1 p
Rakennusosien riskitekijät	1 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	1 p
Yhteensä	4 p

Ilmatiiveys ja vuotoilma:

- Merkkiainekokeiden perusteella ja rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella rakenteissa esiintyy epätiiviitä rakenneliittymiä ja läpivientejä, joiden kautta rakenteista tapahtuvat ilmavuodot ovat mahdollisia. Ilmavuotoja tulee 50- ja 60-lukujen vanhoista ulkoseinärakenteista, jotka ovat jääneet väliseiniksi ja rajoittuvat laajennusosiin. Yläpohjarakenteisiin on läpivientejä, joiden kautta on ilmayhteyksiä yläpohjaan. Yläpohjan epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.

Rakennusosien riskitekijät:

- Alapohjarakenteessa esiintyy poikkeavaa kosteutta.

- Laajennusosiin rajautuvat vanhat ulkoseinät, jotka ovat jääneet väliseiniksi, ovat olleen kosteusteknisiä riskirakenteita ja niistä ovi kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia.

Ilmanvaihtojärjestelmä:

- Ilmanvaihto toimii suunnitellusti ja se ei heikennä sisäilman laatua

Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät:

- Alapohjarakenteessa esiintyy poikkeavaa kosteutta
- Tilojen ympärillä on vanhoja rakenteita, joissa voi esiintyä mikrobivaurioituneita materiaaleja

9 Yhteenveto

9.1.1 Johtopäätökset

Merkittävimmät korjaustarpeet liittyvät ulkopuoliseen kosteuden hallintaan, ala-, väli- ja yläpohjarakenteiden orgaanisten eristemateriaalien mikrobivaurioiden korjaamiseen sekä rakenteiden tiiveyden parantamiseen. Rakennuksen sisäilman laatua voidaan parantaa ennen peruskorjaushanketta käyttöä turvaavilla toimenpiteillä. Käyttöä turvaavat toimenpiteet on arvioitu sillä periaatteella, että rakennuksen käyttö jatkuu useita vuosia ennen seuraavaa peruskorjausta, koska rakenteisiin tehtävät tiivistyskorjaukset menevät pääosin kokonaan uusiksi seuraavassa peruskorjauksessa.

Käyttöä turvaavat toimenpiteet:

- Kellarin muovimattopinnoitteet tulee poistaa lattiasta ja seinien alareunoista ja pinnoitteeksi tulee valita kosteusteknisesti toimiva materiaali. Seinien alareunoissa on mikrobivaurioita, jotka poistetaan ja seinien alareunat käsitellään kosteutta läpäisevällä materiaalilla
- 50-luvun osalla 1. kerroksessa ryömintätilallisen alapohjan ilmavuotoreitit Toja-eristekerroksesta ja ryömintätilasta tiivistetään korjaussuunnitelman mukaisesti. Kellarin ja 1.kerroksen välisen välipohjan ilmavuotoreitit tiivistetään myös epäpuhtauksien kulkeutumisen estämiseksi.

- 50-luvun osan 1. kerroksen ulkoseinien eristekerroksessa esiintyy mikrobivaurioita. Ulkoseiniä on myös jäänyt väliseiniksi ja näiden epätiivit rakenteet on myös suositeltavaa tiivistää, sillä rakenteissa voi olla vanhoja mikrobivaurioita. Seinien ilmavuotoreitit tiivistetään korjaussuunnitelmien mukaisesti.
- porrastilan alapuolisen tila alipaineistetaan ilmavuotojen estämiseksi.
- 60-luvun osalla kantavien betoniseinien muovimatonostot ja vaurioituneet tasoitteet tulee poistaa riittäväällä laajuudella ja seinäpinnat käsitellä kosteutta läpäisevillä materiaaleilla.
- Varaston 130 alapohja uusitaan.
- 60-luvun osan alapohjassa on paikallisesti kosteita alueilta, joissa alapohjarakenne tulee korjata lämpö- ja kosteusteknisesti toimivaksi.
- 60-luvun osan 1. kerroksen ulkoseinien eristekerroksen epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan tulee estää tiivistyskorjauksilla.
- Yläpohjarakenteissa esiintyy paikallisesti mikrobivaurioita. 50 ja 60-luvun osilla tulee tiivistää yläpohjan rakenteita yläpohjan eristeiden epäpuhtauksien kulkeutumisen estämiseksi
- 50- ja 60-luvun osilla esiintyy yleisesti likaa alakattojen päällä. Alakattojen pölyt ja muut rakennusjätteet suositellaan poistettavaksi muiden alakattoihin kohdistuvien toimenpiteiden yhteydessä.
- Vuoden 2011 laajennuksen alueella tiivistetään yläpohjan läpiviennit.
- Vuoden 2011 laajennuksen alueella poistetaan muovimatto ja rakenna kuivataan ennen uuden päällysteen asentamista. Samalla selvitetään alapohjan ja seinäliitymien tiivistystarve.
- tiivistyskorjausten jälkeen ilmanvaihto tasapainotetaan liiallisen yli- tai alipaineisuuden välttämiseksi. IV-kanavat puhdistetaan ja mineraalivillalla eristetyt osat korjataan.
- Vesikatto pestään seuraavan 5 viiden vuoden aikana ja räystäskourut uusitaan.
- TK1 poistopuhaltimen laakerivika korjataan.

- TK1 tuloilmakammion mineraalivillalähteet poistetaan
 - o Suositellaan, että suojaamattomat ja rikkoutuneet eristeet poistetaan ja korvataan kuitutiiviillä materiaalilla, jotta mineraalivillakuitujen kulkeutuminen sisäilmaan estyy.
 - o Työn yhteydessä tulee varmistaa, ettei mineraalivillakuitupitoista pölyä päädy kanavistoon.
 - Raitisilmakammiot puhdistetaan (TK1–TK4)
 - o LTO-kennostojen tarkastus ja puhdistus (kaikki Energent-koneet)
 - TK5 ilmanvaihtokoneen puhaltimet puhdistetaan ja vaimenninkumien uusitaan.
 - IV-konetunnukset korjataan Ouman-ohjausjärjestelmään
 - Luokka 216 ilmamääräsäätimen toiminta tarkastetaan
 - o PRA-säätimen tiedot vaikuttavat virheellisiltä. Säätimen toiminta tulee tarkistaa ja tarvittaessa vaihtaa.
 - Ilmanvaihdon aikaohjelmien muuttaminen tilojen käyttöaikoja vastaaviksi.
- Ilmanvaihto mitoitusteholle vähintään 2 tuntia ennen rakennuksen käyttöajan alkamista, ja 1–2 tuntia rakennuksen käyttöajan päättymisen jälkeen käyttöajan ulkopuoliseen ilmanvaihtoon.

Peruskorjauksessa tehtävät korjaukset:

- Alapohjan ryömintätilan tuulettumisedellytyksiä parannetaan. Ulkopuolista kosteusrasitusta tulee vähentää maanpinnan muotoiluilla ja ryömintätilan alueen perusmuurin lämmön ja kosteuseristyksellä sekä salaojituksella. Ryömintätilan maaperän eristämällä voidaan vähentää maaperän kosteudenhaihtumista.
- Puupaalujen kunto suositellaan selvittämään. Puupaalujen olemassaolo tulee ottaa huomioon salaoja- ja sadevesijärjestelmien uusimisessa.
- Kellarin alapohjarakenteet uusitaan lämpö- ja kosteusteknisesti toimiviksi. Maanvastaisten seinien verhomuurauksen ja pikisively poistetaan tai seinän tiiveyttä parannetaan.
- Pohjoispäädyn laajennusosan sisäänkäyntikorokkeiden kallistukset korjataan tai reunoille tehdään betoniholkat, jotta viereiset sokkelirakenteet eivät kastu.

- 50-luvun osan sokkelia 50-luvun osan kellarista johtavan portaan alustilan muottipuut puretaan
- 1. kerroksen välipohjan ja kantavan alapohjan vaurioituneet täyttö/eristemateriaalit puretaan
- 50-luvun osalla ja 60-luvun osalla 2. kerroksessa ikkunoiden alapuolisten levyrakenteisten seinien höyrynsulkumuovit uusitaan ja liitetään ympäröiviin rakenteisiin asian mukaisesti
- 60-luvun osalla ikkunoiden yläpuolisiin levyseinäosiin tehdään höyrynsulkurakenne ja rakenteen kunto tarkistetaan samassa yhteydessä.
- 60-luvun osan 2. kerroksen välipohjan hiekka- ja mineraalivillaeristeet poistetaan.
- Alakattojen yläpuolisten paljaat mineraalivillapinnat suositellaan käsiteltäviksi kun alakattorakenteisiin kohdistuu muutostöitä tai seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.
- Alakatot uusitaan kokonaisuudessaan peruskorjauksessa. Samassa yhteydessä alakattotilojen muottilautojen rippeet tulee poistaa ja eri huonetilojen väliset väliseinien epätiivit läpiviennit tulee tiivistää. Peruskorjauksen yhteydessä tulee myös paljaat mineraalivillapinnat pinnoittaa ja alakattojen / vaakahormien pölyt ja muut jätteet poistaa.
- 50- ja 60-lukujen osien yläpohjarakenteiden orgaaniset eristemateriaalit poistetaan ja yläpohjan uusirakenne toteutetaan rakennesuunnitelman mukaan.

9.1.2 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

Esitetyt jatkotoimenpidesuosituksukset ovat korjaussuunnittelun lähtötietoja, eikä niitä voi käyttää korjaussuunnitelmana. Varsinaiset korjaussuunnitelmat tulee laatia kosteusvaurioiden korjauksiin erikoistuneen suunnittelijan ja tarvittavien erikoissuunnittelijoiden toimesta. Korjaussuunnittelijan tulee varmistaa lähtötietojen kattavuus ja esittää mahdolliset jatkotutkimustarpeet korjauksien onnistumisen varmistamiseksi.

Kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkutöissä syntyvien epäpuhtauksien leviäminen muihin tiloihin tulee estää riittävällä suojauksella (purkutyöalueen osastointi muoviseinän ja alipaineistus) sekä huolehdittava työntekijöiden suojauksesta.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 säännökset. Korjaustöiden suorittamisesta on laadittu Ratu-kortti 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.

Muut kuin tämän tutkimuksen yhteydessä kartoitetut rakenteiden materiaaleissa mahdollisesti esiintyvät haitalliset aineet tulee tutkia ja kartoittaa ennen rakennuksen korjaus- tai purkutyöhön ryhtymistä *RT 103501 Haitalliset aineet rakennuksissa, tutkijan ohje* -kortin mukaisesti. Ohjeita tilaajalle on koottu RT korttiin *103500 -Haitalliset aineet rakennuksissa, tilaajan ohje*.

10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 16.2.2026

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



Ins. Sami Mustajoki
Rakennusterveysasiantuntija
(C-26214-26-21)



DI Jukka Lehtinen
LVI-asiantuntija



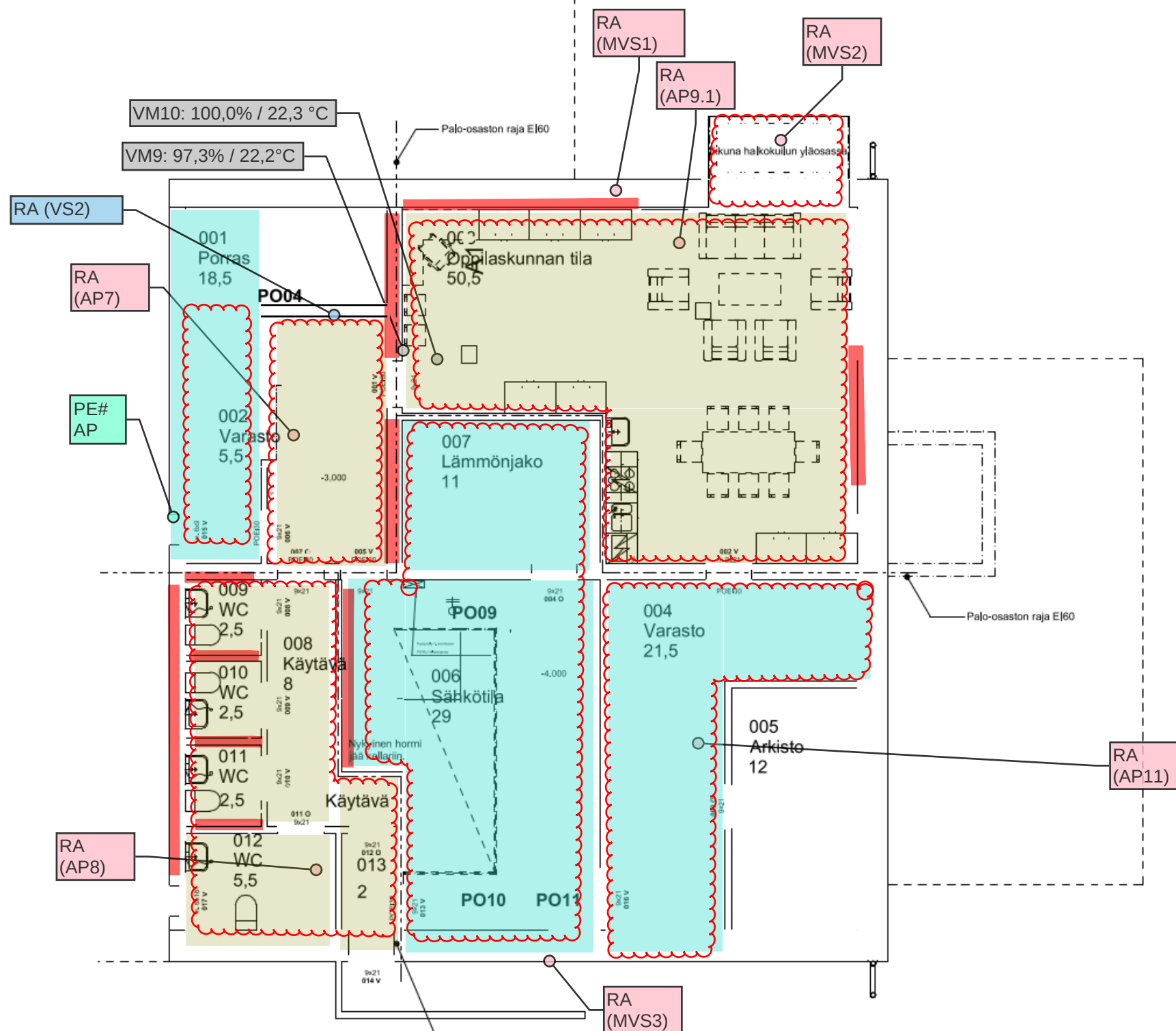
DI Elina Manelius
Suunnittelujohtaja
Rakennusterveysasiantuntija (C-25172-26-19)
Kosteusvaurion kuntotutkija KVKT
(FISE)

- RA (AP/MVS) Rakenneavaus alapohjaan tai maanvastaiseen seinään
- RA (US/VS) Rakenneavaus ulkoseinään/väliseinään
- RA (YP) Rakenneavaus yläpohjaan
- MN# Materiaalien mikrobi, ei vittettä vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobi, heikko viite vauriosta
- MN# Materiaalien mikrobi, Vahva viite / viite vauriosta

Pohjapiirustus

- OS# Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO₂, T, RH)
- PE# Paine-eron mittauspiste
- BULK# VOC-analyysi materiaalinäytteestä
- VM#: xx,x% / xx,x °C Suhteellisen kosteuden mittauspiste (rakennekosteus, viiltomittaus)
- Poikkeava kosteusalue (lattia/seinä)
- MA Merkkiaineen laskupiste

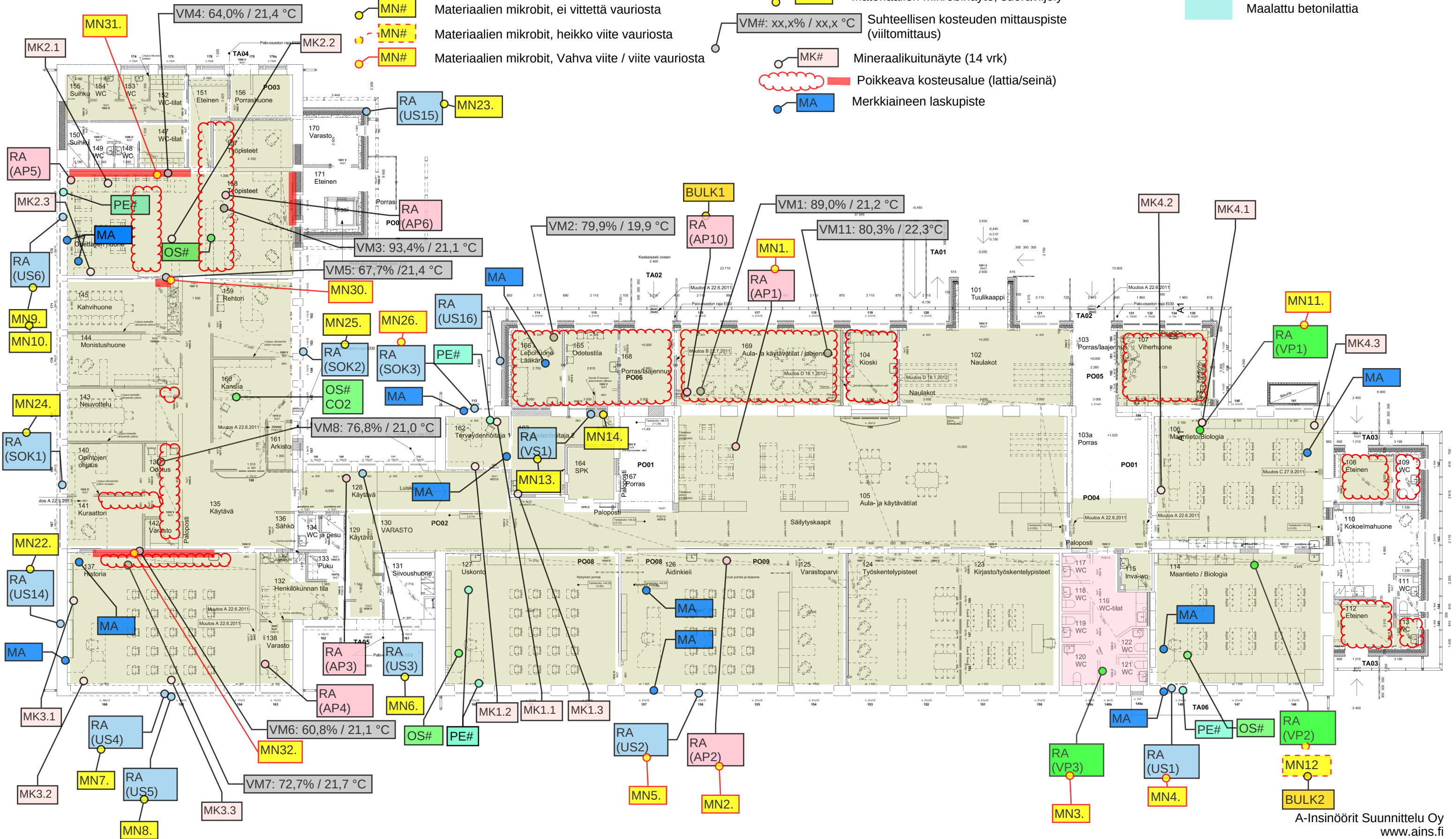
- Kohdehavainto ja/tai valokuva
- Keraaminen laatta
- Muovimatto
- maalattu betonilattia



- **RA (AP)** Rakenneavaus alapohjaan tai maanvastaiseen seinään
- **RA (US/VS)** Rakenneavaus ulkoseinään/väliseinään
- **RA (YP)** Rakenneavaus yläpohjaan
- **RA (VP)** Rakenneavaus välipohjaan
- **MN#** Materiaalien mikrobit, ei vittettä vauriosta
- **MN#** Materiaalien mikrobit, heikko viite vauriosta
- **MN#** Materiaalien mikrobit, Vahva viite / viite vauriosta

- **OS#** Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO₂, T, RH)
- **PE#** Paine-eron mittauspiste
- **BULK#** VOC-analyysi materiaalinäytteestä
- **MB#** Materiaalien mikrobinäyte, suoraviljely
- **VM#:** xx,x% / xx,x °C Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viiltomittaus)
- **MK#** Mineraalikuitunäyte (14 vrk)
- Poikkeava kosteusalue (lattia/seinä)
- **MA** Merkkiaineen laskupiste

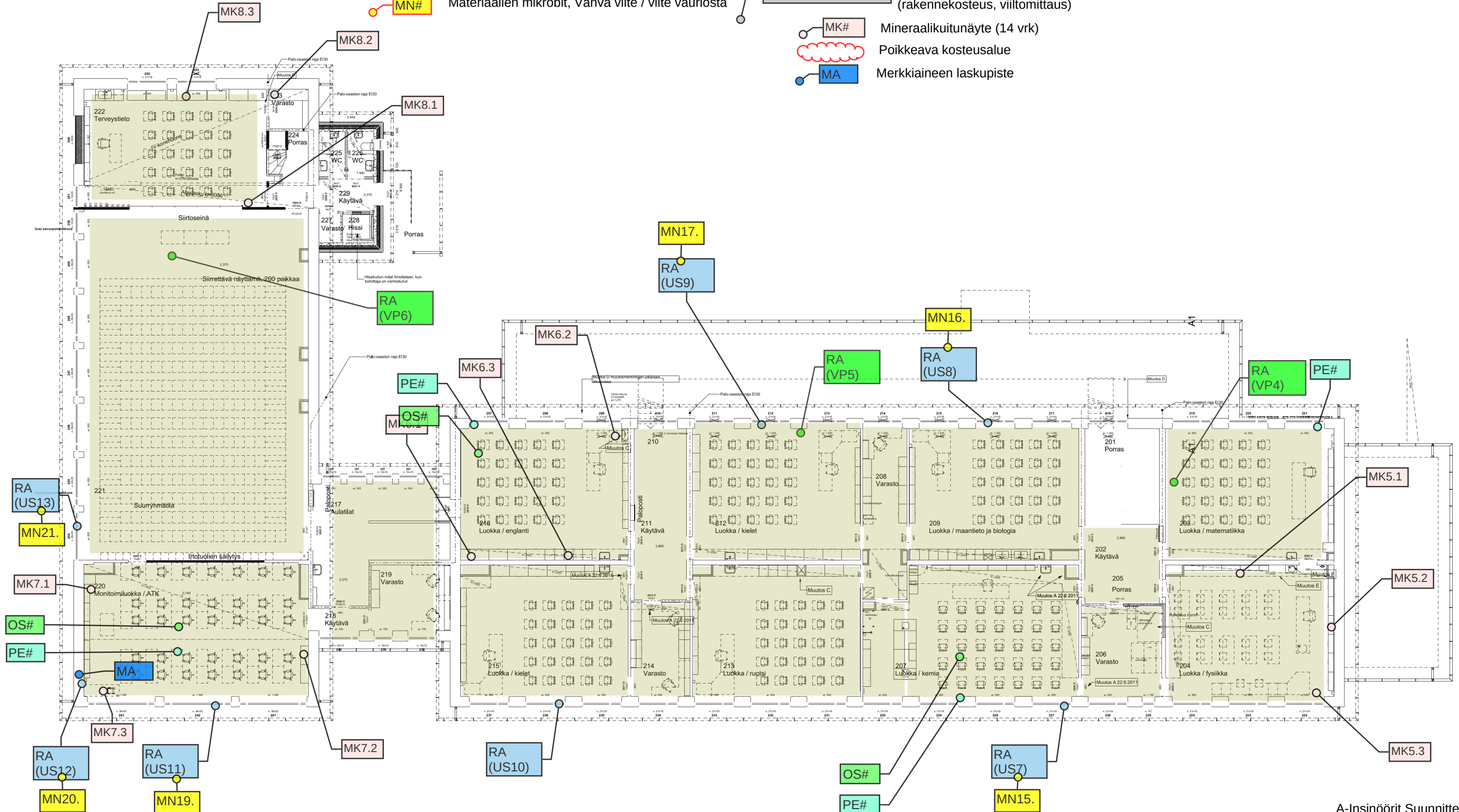
- Kohdehavainto ja/tai valokuva
- Keraaminen laatta
- Muovimatto
- Maalattu betonilattia

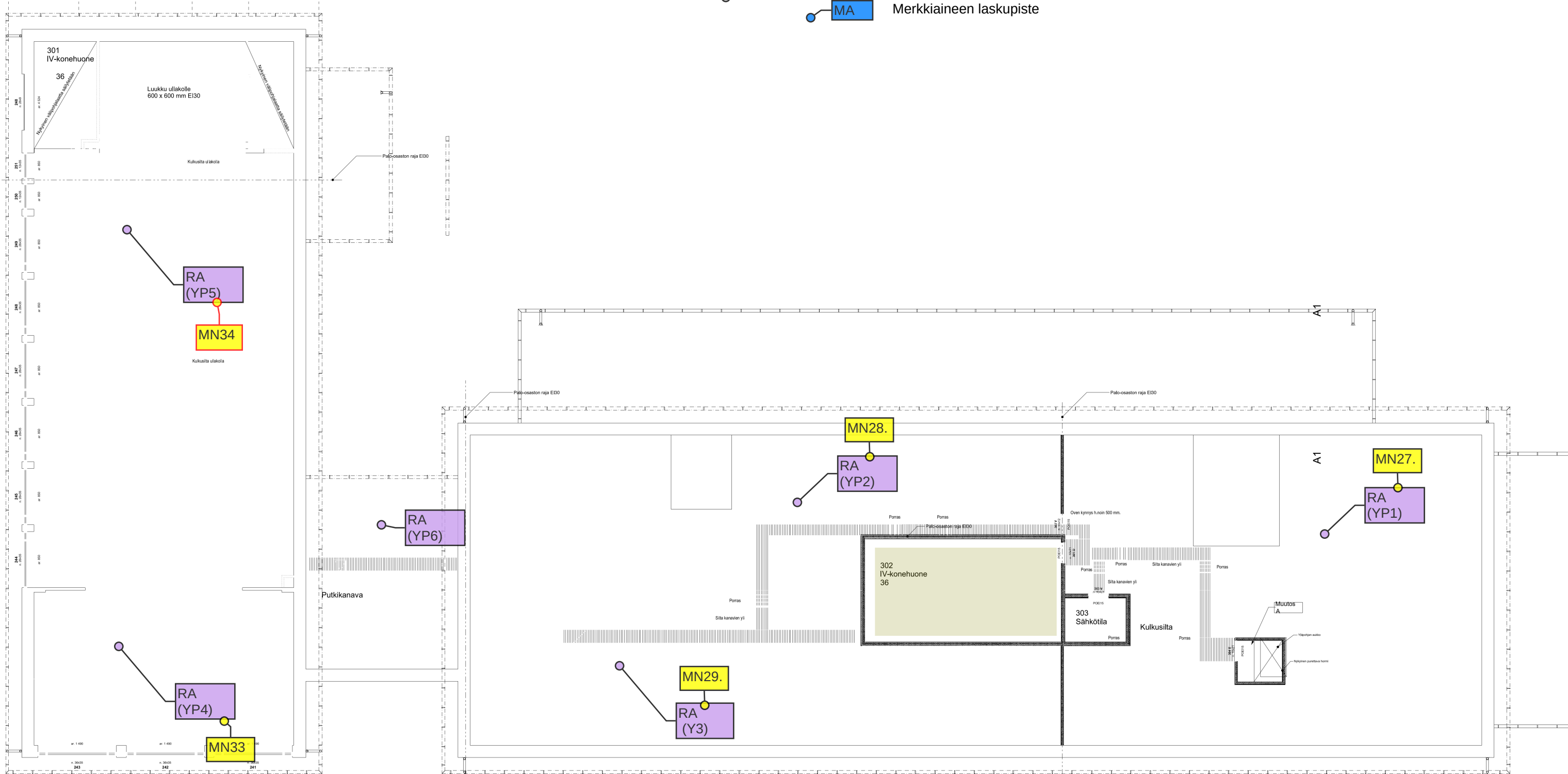
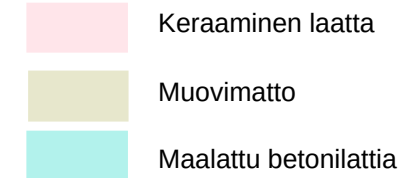
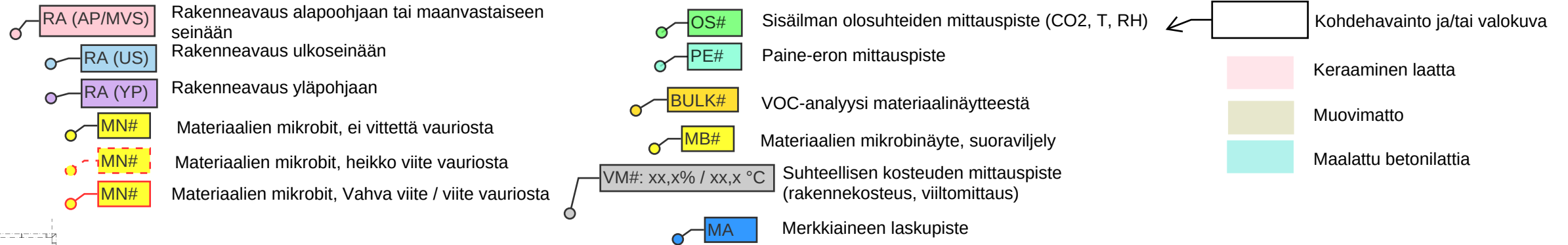


- **RA (AP/MVS)** Rakenneavaus alapohjaan tai maanvastaiseen seinään
- **RA (US)** Rakenneavaus ulkoseinään
- **RA (YP)** Rakenneavaus yläpohjaan
- **MN#** Materiaalien mikrobit, ei vittettä vauriosta
- **MN#** Materiaalien mikrobit, heikko viite vauriosta
- **MN#** Materiaalien mikrobit, Vahva viite / viite vauriosta

- **OS#** Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)
- **PE#** Paine-eron mittauspiste
- **BULK#** VOC-analyysi materiaalinäytteestä
- **MB#** Materiaalien mikrobinäyte, suoraviljely
- **VM#:** xx,x% / xx,x °C Suhteellisen kosteuden mittauspiste (rakennekosteus, viiltomittaus)
- **MK#** Mineraalikuitunäyte (14 vrk)
- ☁ Poikkeava kosteusalue
- **MA** Merkkiaineen laskupiste

- Kohdehavainto ja/tai valokuva
- Keraaminen laatta
- Muovimatto
- Maalattu betonilattia





Päivitetty: 4.12.2025
Kohde:
Työnumero: 32-1479
Mittaaja: Sami Mustajoki
Kokonaismittaus- $\pm 2 / 4 \%$ (RT 103333)
epätarkkuus:

Mittalaitteet ja niiden mittaustarkkus:

Vaisala HM40 ja HMP40S mittapää: $\pm 1,7\%RH$ (0-90%RH), $\pm 2,5\%RH$ (90-100%RH), 0-40°C
Vaisala HM40 ja HM42 Probe mittapää: $\pm 1,5\%RH$ (0-90%RH), $\pm 2,5\%RH$ (90-100%RH), 0-40°C
Vaisala HMI41 ja HMP42 mittapää: $\pm 2\%RH$ (0-90%RH), $\pm 3\%RH$ (90-100%RH), 20°C
Gann BL UNI 11 ja RH-T 37 BL Flex 250 mittapää: $\pm 1,8\%RH$ (0-90%RH), $\pm 3,0\%RH$ (90-100%RH)
Gann BL UNI 11 ja 16K25M mittapää: $\pm 1,8\%RH$ (0-90%RH), $\pm 3,0\%RH$ (90-100%RH)

nro	aloitus pvm	mittaus pvm	tila	rakenne	materiaali	syvyys mm	antu- ri nro	RH %	°C	abs. kost. g/m ³	Paino %	Mittaustulkinta
Sisäilma		16.10.2025	Sisäilma				S5	33,6	22,1	6,6		
ulkoilma		16.10.2025	Ulkoilma				S5	61,9	7,2	4,9		
V1.		16.10.2025	Aula 169	AP			S3	89,0	21,2	16,5		korkea
V2.		16.10.2025	Lepohuone/lääkäri 166	AP			S2	79,9	19,9	13,7		kohonnut
V3.		16.10.2025	Työpisteet 156	AP			S1	93,4	21,1	17,2		korkea
V4.		16.10.2025	Opettajat 146	VS			S4	64	21,4	12,0		hieman kohonnut
V5.		16.10.2025	Kahvio 145	VS			S5	67,7	21,4	12,7		hieman kohonnut
V6.		16.10.2025	Historia 137	VS			S5	60,8	21,1	11,2		hieman kohonnut
V7.		16.10.2025	Historia 137	AP			S2	72,7	21,7	13,9		normaali
V8.		16.10.2025	Odotus 139	AP			S3	76,8	21,0	14,1		normaali
V9.		16.10.2025	Oppilaskunta 004	VS			S1	97,3	22,2	19,1		korkea
V10.		16.10.2025	Oppilaskunta 004	AP			S4	100	22,3	19,7		korkea
V11.		16.10.2025	Aula 169	AP			S1	80,3	22,3	15,8		kohonnut

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaaja':	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	Tilauspäivä:	17.10.2025
Kohde':	Ilmajoen lukio	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero':	32-1479	Vastaanottopäivä:	17.10.2025
Näytteenottaja':	Sami Mustajoki	Viljelypäivät:	17.10.2025
Näytteenottopäivät':	14. - 15.10.2025		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	1, Tojalevy, AP1, aula 150	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	2, Tojalevy, AP2, luokka 126	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	3, Kutteri ja olki, AP7, WC tytöt 116	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobeita, paljon bakteereita ja bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	4, Lasivilla valk., US1, luokka 114	vähän homeita, paljon bakteereita ja bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	5, Lasivilla valk., US2, luokka 126	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	6, Kivivilla, US3, käytävä 128	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	7, Kivivilla, US4, luokka 127	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	8, Lasivilla, US5, luokka 127	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

	9, Kivivilla, US6, opet.huone 146	vähän homeita ja bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	10, Korkki, US6, pilarin ulkopuoli, op.h. 146	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	11, Kutteri, VP1, luokka 106	vähän homeita, bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	12, Kutteri, VP2, luokka 114	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	13, Lasivilla valk., VS1, terveydenh. 163	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	14, Maali ja tasoite seinäylösnoston takaa, VS1, terveydenh. 163	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	15, Lasivilla, US7, luokka 207	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	16, Lasivilla, US8, luokka 209	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	17, Korkki, US9, luokka 212	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	18, Lasivilla, US10, luokka 215	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	19, Lasivilla, US11, luokka 220	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	20, Kivivilla, US12, luokka 220	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	21, Lasivilla, US13, suuryrhmätila 221	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	22, Kivivilla, US14, luokka 137	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	23, Lasivilla, US15, varasto 170	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	24, Kivivilla, SOK1, op.ohjaus 140	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	25, Kivivilla, SOK2, rehtori 159	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	26, Tojalevy, SOK3, terv.hoitaja 162	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	27, Kutteri, YP1, 1950	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	28, Kutteri, YP2, 1950	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	29, Kutteri, YP3, 1950	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

LISÄTIEDOT

Näytteiden 9 ja 12 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhteenvedoon ja johtopäätökseen.

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

ANALYYSITULOKSET
Näyte': 1, Tojalevy, AP1, aula 150

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus restricti (lr)		+++ (T)	*aktinomykeetit	+(1)

Näyte': 2, Tojalevy, AP2, luokka 126

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus restricti (lr)		++(48)	*aktinomykeetit	+(11)

Näyte': 3, Kutteri ja olki, AP7, WC tytöt 116

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
*Chaetomium (sr)	+(2)		muut bakteerit	+++
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	+++ (T)
*Aspergillus versicolores (lr)	+(2)	+(5)		
*Aspergillus usti (lr)	+(1)	+(2)		

Näyte': 4, Lasivilla valk., US1, luokka 114

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+++
			*aktinomykeetit	+++ (28)

Näyte': 5, Lasivilla valk., US2, luokka 126

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
Mucor sp.	+		muut bakteerit	+++
Penicillium sp.	+++	+++	*aktinomykeetit	+++ (T)
*Aspergillus versicolores (lr)		+(4)		

Näyte': 6, Kivivilla, US3, käytävä 128

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus versicolores (lr)	+(1)		muut bakteerit	+
steriilit		+	*aktinomykeetit	<mr

Näyte': 7, Kivivilla, US4, luokka 127

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
*Oidiodendron sp.	+(1)		muut bakteerit	+
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	<mr
steriilit	+	+		

Näyte': 8, Lasivilla, US5, luokka 127

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte': 9, Kivivilla, US6, opet.huone 146

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	++	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	++	+	muut bakteerit	+(YK)
Cladosporium sp.		+	*aktinomykeetit	<mr

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen tulos M2-alustalla voi olla + (< 30 pmy/alusta).

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
www.ains.fi
Y-tunnus 0211382-6

Näyte': 10, Korkki, U56, pilarin ulkopuoli, op.h. 146

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	<mr
			*aktinomykeetit	+(2)

Näyte': 11, Kutteri, VP1, luokka 106

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	+++ (T)

Näyte': 12, Kutteri, VP2, luokka 114

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+++	++	muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	+(1)

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen tulos M2-alustalla voi olla ++ (< 50 pmy/alusta).

Näyte': 13, Lasivilla valk., VS1, terveydenh. 163

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	<mr
*Aspergillus restricti (lr)		+(9)		

Näyte': 14, Maali ja tasoite seinäylösnoston takaa, VS1, terveydenh. 163

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.		+	muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

Näyte': 15, Lasivilla, US7, luokka 207

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	<mr
			*aktinomykeetit	+(1)

Näyte': 16, Lasivilla, US8, luokka 209

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte': 17, Korkki, US9, luokka 212

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte': 18, Lasivilla, US10, luokka 215

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte': 19, Lasivilla, US11, luokka 220

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
www.ains.fi
Y-tunnus 0211382-6

Näyte': 20, Kivivilla, US12, luokka 220

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte': 21, Lasivilla, US13, suuryhmätila 221

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	<mr
hiivat		+		

Näyte': 22, Kivivilla, US14, luokka 137

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		
*Engyodontium (sr)	+(1)			

Näyte': 23, Lasivilla, US15, varasto 170

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Alternaria sp.	+			
Cladosporium sp.		+		
steriilit		+		

Näyte': 24, Kivivilla, SOK1, op.ohjaus 140

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		
hiivat	+			
Cladosporium sp.	+	+		

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

Näyte': 25, Kivivilla, SOK2, rehtori 159

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus versicolores (lr)	+(1)	+(1)	*aktinomykeetit	<mr
*Acremonium (sr)	+(1)	+(1)		
hiivat	+			
Aureobasidium sp.	+			
*Coelomycetes (sr)	+(2)			
Mucor sp.		+		
Cladosporium sp.		+		
*Aspergillus fumigatus (lr)		+(1)		
*Aspergillus; Eurotium (lr)		+(1)		

Näyte': 26, Tojalevy, SOK3, terv.hoitaja 162

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Aspergillus versicolores (lr)	+(14)	+(1)	muut bakteerit	+
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	+++ (T)
*Acremonium (sr)	+++ (T)			
*Aspergillus; Eurotium (lr)		+(1)		
*Aspergillus restricti (lr)		+++ (T)		

Näyte': 27, Kutteri, YP1, 1950

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.		+	muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte': 28, Kutteri, YP2, 1950

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

Näyte': 29, Kutteri, YP3, 1950

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.		+	muut bakteerit	+(YK)
			*aktinomykeetit	<mr

Tulostaulukon merkintöjen selitykset:

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kokonaismäärä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määrittämissä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

* = kosteusvaurioindikaattori.

sr = sukuryhmä

lr= lajiryhmä

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Marja Hänninen
tutkija, mikrobiologi
p. +358 50 325 0612
marja.hanninen@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKUA-Insinöörit Suunnittelu Oy
www.ains.fi
Y-tunnus 0211382-6

ANALYYSIT

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia siirrettiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta aktinomykeettien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopioimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyysi on akkreditoitu ja ruokaviraston hyväksymä. Hyväksyntä edellyttää, että menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen mukaisesti ja menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjalla saatuihin tuloksiin on varmistettu.

MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määrittäysraja on 1 pmy/0,5 ml.

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 27 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratorio-oppaan (2018) mukaisesti.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä enintään + JA - bakteerien pesäkemäärä enintään + JA - alle kahta indikaattorimikrobia/taksonia (mukaan lukien aktinomykeetit) JA - suoramikroskopoinnissa ei kasvustoa osoittavaa määrää sienirihmasto
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään kahta indikaattorimikrobia ja vähintään 3 pesäkettä/alusta kutakin (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - suoramikroskopoinnissa kasvustoa osoittava määrä sienirihmasto TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

VIITTEET

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

A.-M. Pessi ja K. Jalkanen: Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveyystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveystieteen Kustannus Oy 2018.

H. Rintala, P. Tegelberg, M. Hänninen, H. Marttila, T. Meklin. Indikaattorimikrobien merkitys viljelytulosten tulkinnassa – suoraviljelyn, laimennossarjaviljelyn ja qPCR-menetelmän vertailu. Sisäilmastoseminaari 2023

VOC-ANALYYSI MATERIAALINÄYTTEESTÄ

Tilaaaja':	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	Tilauspäivä:	17.10.2025
Kohde':	Ilmajoen lukio	Laboratorio:	Kuopio
Projektinumero':		Vastaanottopäivä:	17.10.2025
Näytteenottaja':	Sami Mustajoki	Analysointipäivät:	23.10.2025
Näytteenottopäivät':	16.10.2025		

TULOKSEN TULKINTA

Tuloksen tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjearvoja. Alla olevassa taulukossa on esitetty Työterveyslaitoksen määrittämiä viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC tulosten arvioinnissa. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat). Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös kohteen teknisistä havainnoista.

Materiaalien VOC-emissioiden viitearvot erilaisille materiaalityypeille

PVC	
pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)	
TVOC	200 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	70 µg/m ³ g
PVC	
pehmittimenä DINCH (diisononyliheksahydroftalaatti),	
DINP (di-isononyliiftalaatti) tai	
DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)	
TVOC	500 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	50 µg/m ³ g
C9-alkoholit	320 µg/m ³ g
TASOITTEET JA BETONI	
TVOC	50 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	40 µg/m ³ g
LINOLEUM	
TVOC	650 µg/m ³ g
propanihappo (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	100 µg/m ³ g

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

ANALYYSITULOKSET

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä. Tulokset on ilmoitettu tolueenivasteella laskettuna. Mikäli tunnistetun yhdisteen pitoisuus näytteessä on alle $1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, sitä ei ole merkitty tulostaulukkoon, mutta se on mukana TVOC-arvossa. Yhdisteiden CAS-numeroita on saatavilla laboratoriosta, tai osoitteesta <https://labroc.fi/wp-content/uploads/2021/04/CAS-numerot-1.pdf>.

Näyte'	BULK1.						
Näytteenottoaika'	169 aula lattia						
Materiaali'	Muovimatto						
Massa (g)	5.1						
Kerätty ilmamäärä (l)	2.1						
Ryhmä ja yhdiste	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$						
TVOC	<20						
ALIFAATTISET HIILIVEDYT							
Alifaattisia hiilivetyjä ⁴⁾	2						
AROMAATTISET HIILIVEDYT							
Tolueeni	1						
Tolueeni ^{1*)}	1						
^{1*)} Tulos laskettu yhdisteen omalla vasteella ⁴⁾ Näytteestä löytyneiden tunnistamattomien alifaattisten ja/tai alisyklisen hiilivetyjen summapitoisuus.							

279406/MV

TUTKIMUSRAPORTTI

24.10.2025

3/3

ANALYYSIT

Emissionäytteet kerättiin mikrokammilaitteella (Micro-Chamber, μ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC -MS). Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto nist02.L).

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja TXIB:n (2,2,4-trimetyyli-1,3 -pentaanidioli di-isobutyaatti) pitoisuus laskettiin oman vertailuaineen avulla. Muiden heksaanin ja heksadekaanin väliseltä kiehumispistealueelta löytyneiden yhdisteiden pitoisuudet laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (ns. TVOC) saatiin laskemalla kaikkien heksaanin ja heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näyttemäärää kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty analyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan se kertoo ainoastaan sen, mitä yhdisteitä ja missä keskinäisessä suhteessa, tutkitusta materiaalista emittoituu käytetyissä olosuhteissa.

MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määritysraja TVOC pitoisuudelle on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamustasolla) katsoa olevan. TVOC-tuloksen mittausepävarmuus on 29 % (luottamustasolla 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat: Tolueeni 25%, Styreeni 25%, 2-Etyyli-1-heksanoli 43%, Naftaleeni 32% ja TXIB 67%. Mittausepävarmuuden laskennassa on otettu huomioon näytteenoton toistettavuus. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Arja Asikainen
tutkija, FT
p. +358 44 776 0471
arja.asikainen@labroc.fi



Hanna Marttila
tutkija, ympäristötieteilijä
p. +358 44 776 0473
hanna.marttila@labroc.fi

VIITTEET

ISO 16000-6, 2021, Indoor air - Part 6: Determination of organic compounds (VOC, SVOC) in indoor and test chamber air by active sampling on sorbent tubes, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS FID.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri Laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
www.ains.fi
Y-tunnus 0211382-6

282732/MVL

TUTKIMUSRAPORTTI

13.11.2025

1/1



TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ

Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	Tilauspäivä:	6.11.2025
Kohde:	Ilmajoen lukio	Toimitettu laboratorioon:	6.11.2025
Projektinnumero:	32-1479	Laboratorio:	Kuopio

Menetelmät:

Geeliteille kerätystä laskeumapölystä laskettiin valo-/polarisaatiomikroskooppia käyttäen teolliset mineraalikulut, joiden halkaisija on yli 3µm ja pituuden suhde halkaisijaan on vähintään 3:1. Sisäinen menetelmä pohjautuu menetelmään, joka on esitetty VTT:n tiedotteessa 2360 Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt (2006) sekä TTL:n ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen (2017). Menetelmän määrittämisraja yhdelle teippinäytteelle on 0,07 kuitua/cm².

Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on 30%.

Näytteissä, jotka eivät ole 14 vrk laskeumapölynäytteitä ja joiden kuitupitoisuus on yli 7 kuitua/cm² liittyy laboratorion teknisen mittausepävarmuuden lisäksi poissonin jakaumasta tuleva hiukkasjakauman mittausepävarmuus. Poissonin jakaumasta johtuva mittausepävarmuus on korkeintaan 19%.

Laskelma ei huomioi näytteenoton mittausepävarmuutta. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannosta KSE 2013 mukaisesti.

Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

Näytteenottaja: Jukka Lehtinen

Näyte	Näytteenottoaika	Näytteen kertymäaika	Kuitua/ cm ² *
2	106 Maantieto/Biologia / 107 Viherhuone	-	53,00
3	203 Luokka/matematiikka	-	25,25
1	105 Aula- ja käytävätilat	-	4,36
4	215 Luokka / kielet	-	21,04
5	166 Lepuhuone / lääkäri	-	6,14
6	141 Kuraattori	-	18,46
7	160 Kanslia	-	3,36

*STM:n asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista määrittelee teollisten mineraalivilakuitujen toimenpiderajaksi 0,2 kuitua/cm² kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje suosittelee otettavan vähintään kolme näytettä/tila. Toimenpiderajaa IV-kanaviston sisäpintojen kuitupitoisuudelle ei ole asetuksessa määritetty. '-'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Jonna Helli
tutkija, FM
jonna.helli@labroc.fi



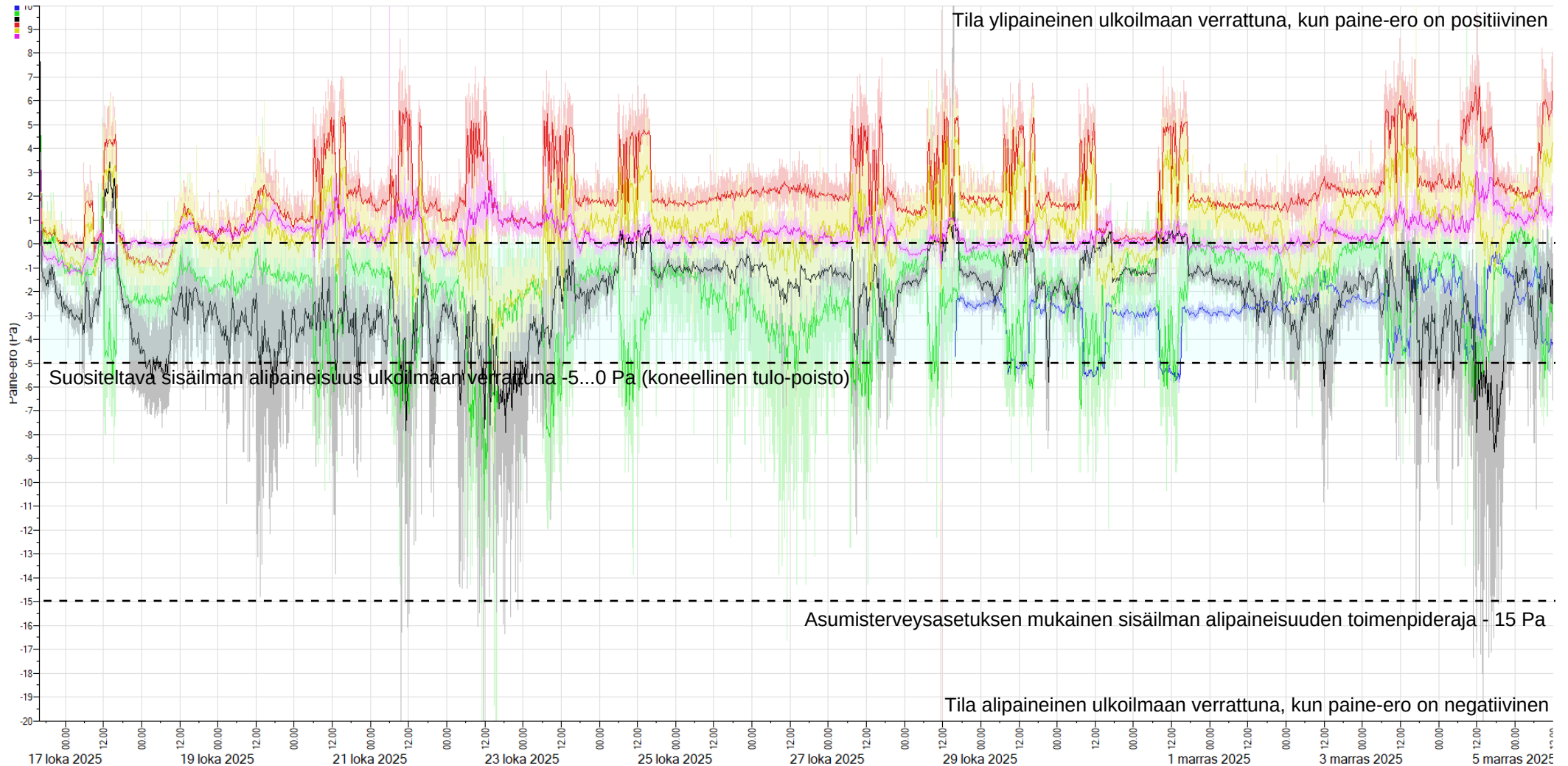
Juha Ruuskanen
tutkija
p. +358 44 493 7471
juha.ruuskanen@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

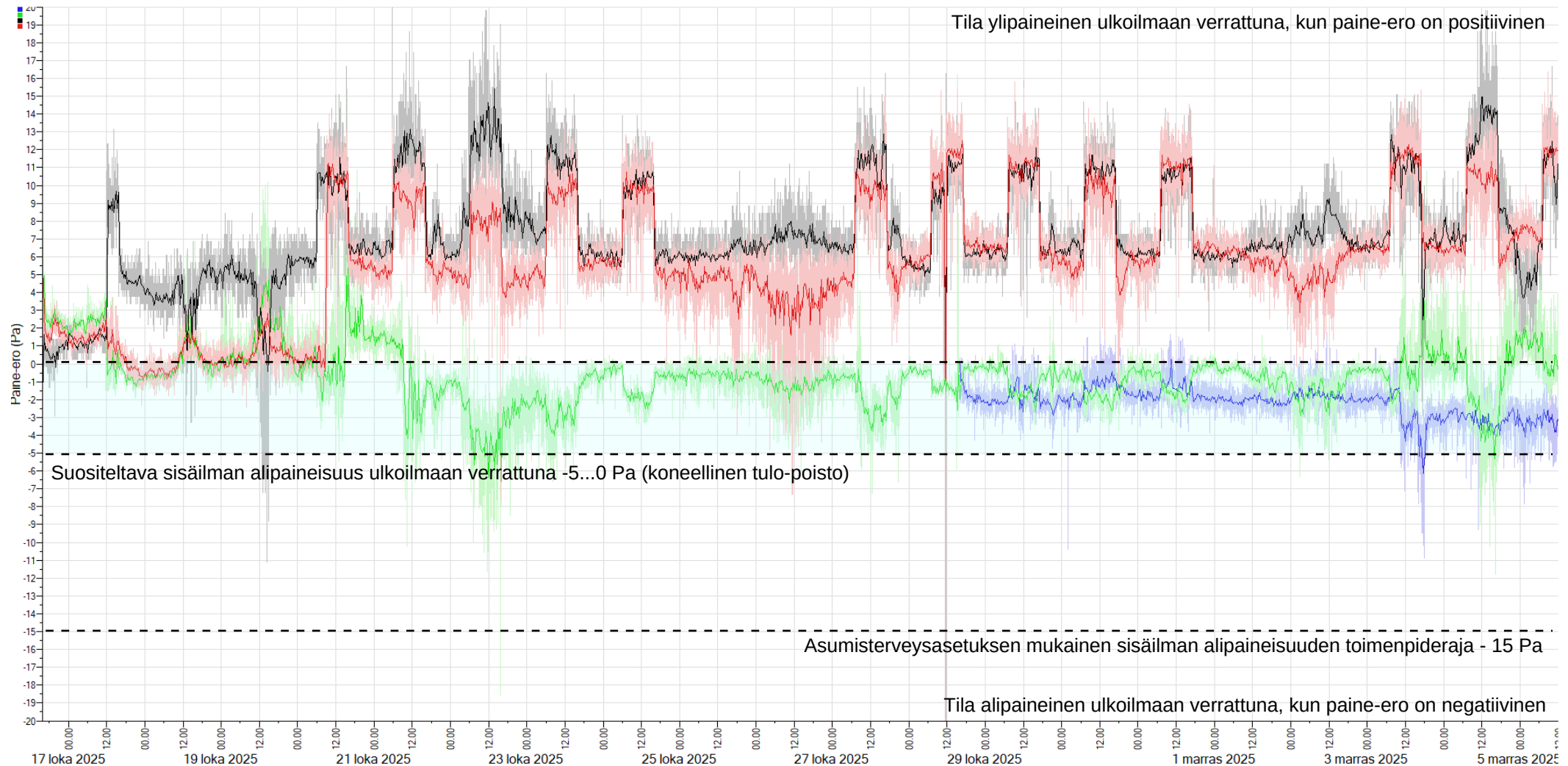
WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

www.ains.fi
Y-tunnus 0211382-6

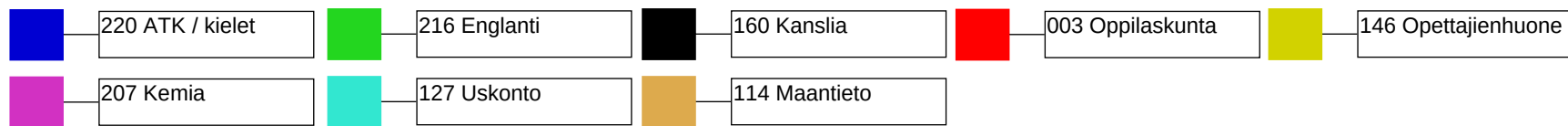
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025. Koostekuvaaja 1. kerros



Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025. Koostekuvaaja 2. kerros



Sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 16.10-5.11.2025

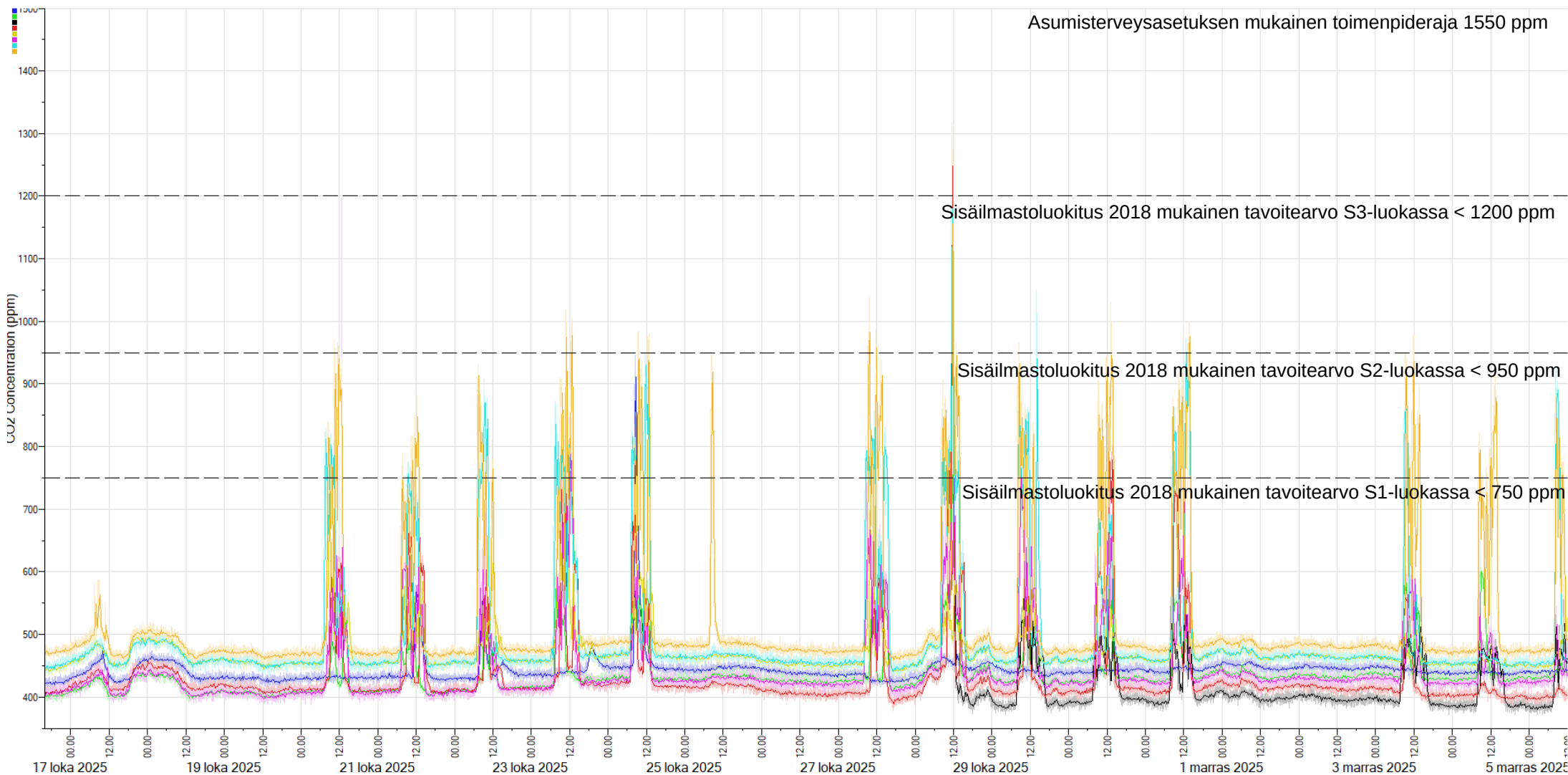


Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm

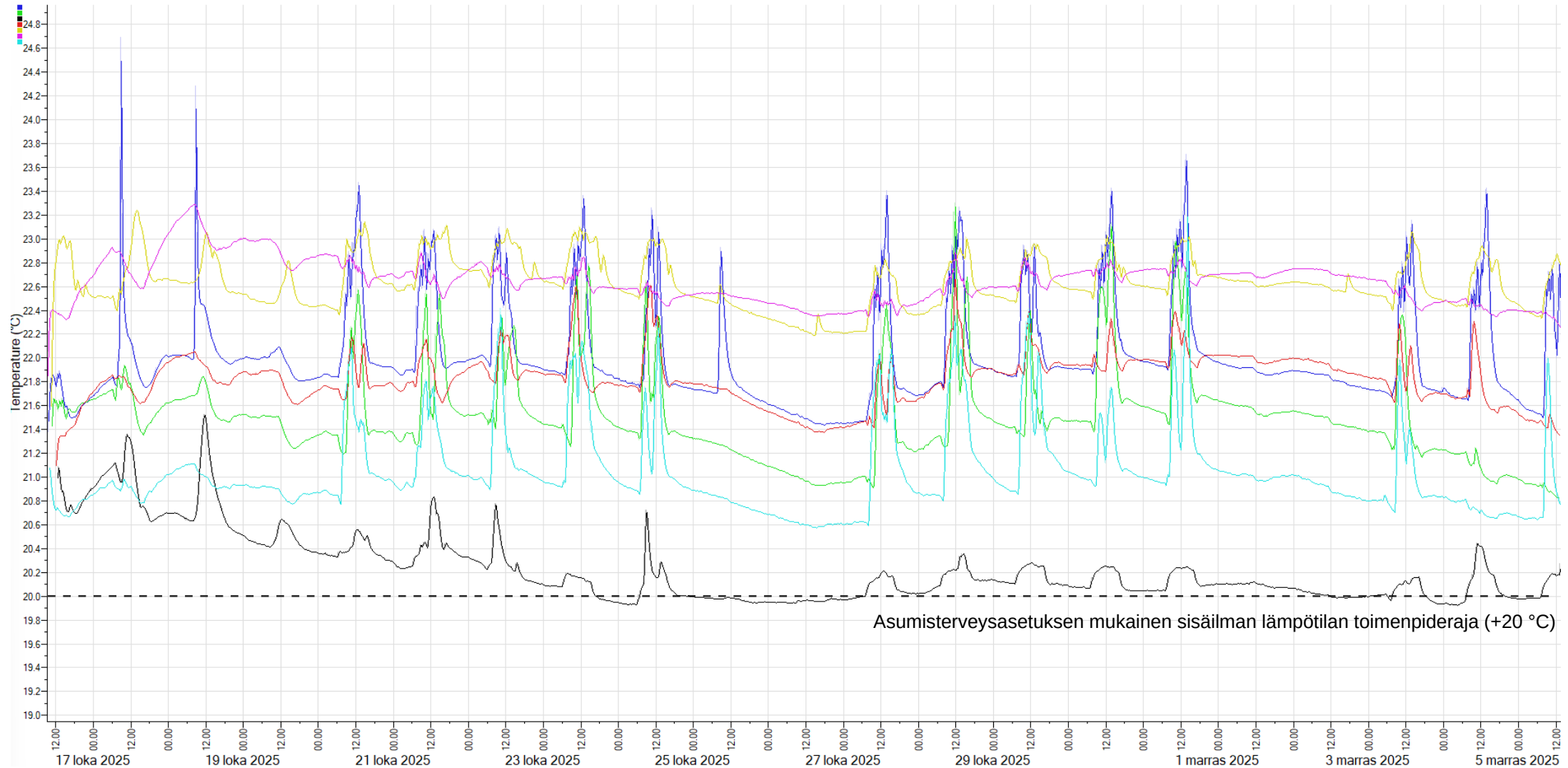
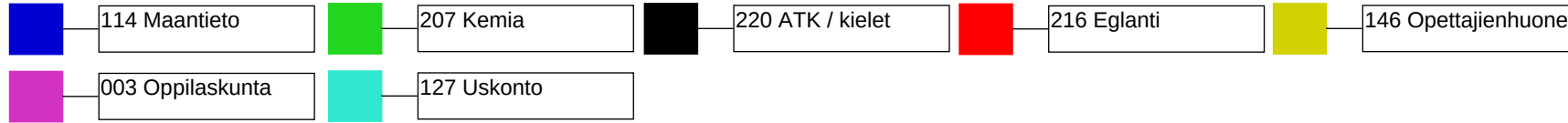
Sisäilmastoluokitus 2018 mukainen tavoitearvo S3-luokassa < 1200 ppm

Sisäilmastoluokitus 2018 mukainen tavoitearvo S2-luokassa < 950 ppm

Sisäilmastoluokitus 2018 mukainen tavoitearvo S1-luokassa < 750 ppm

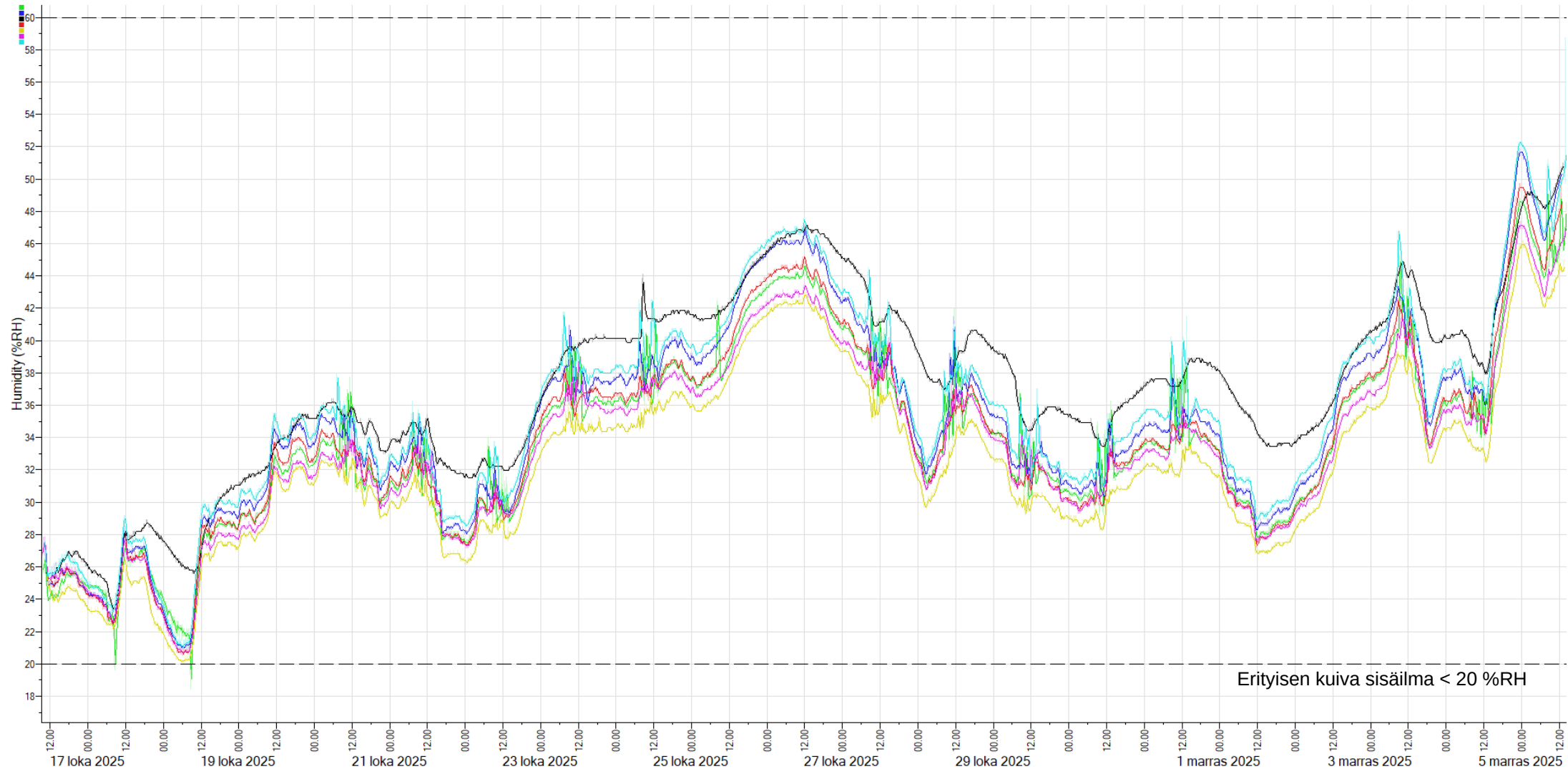
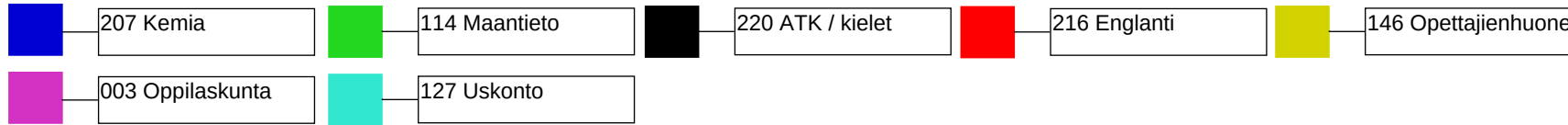


Sisäilman lämpötila aikavälillä 16.10-5.11.2025



Asumisterveysasetuksen mukainen sisäilman lämpötilan toimenpideraja (+20 °C)

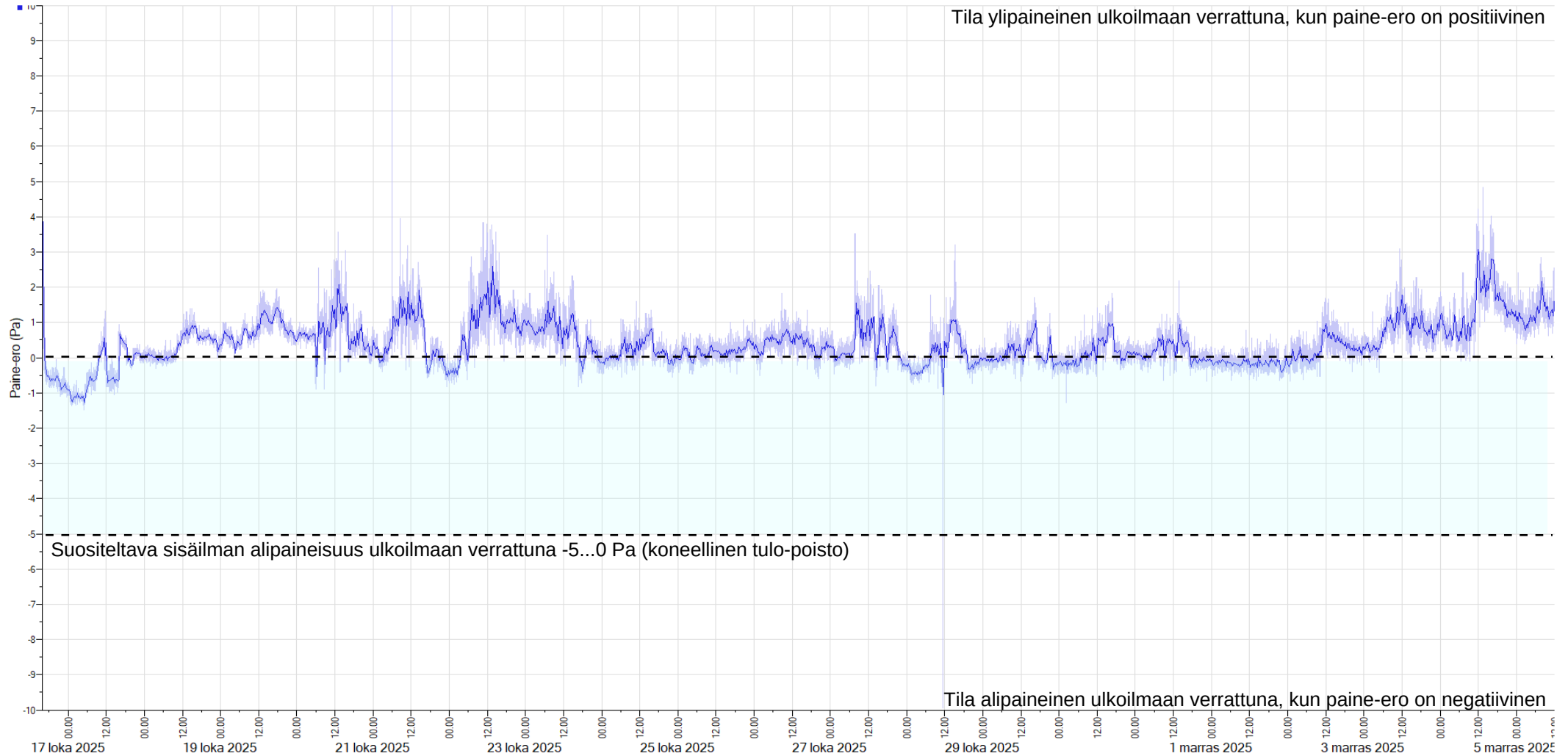
Sisäilman suhteellinen kosteus aikavälillä 16.10-5.11.2025



Erityisen kuiva sisäilma < 20 %RH

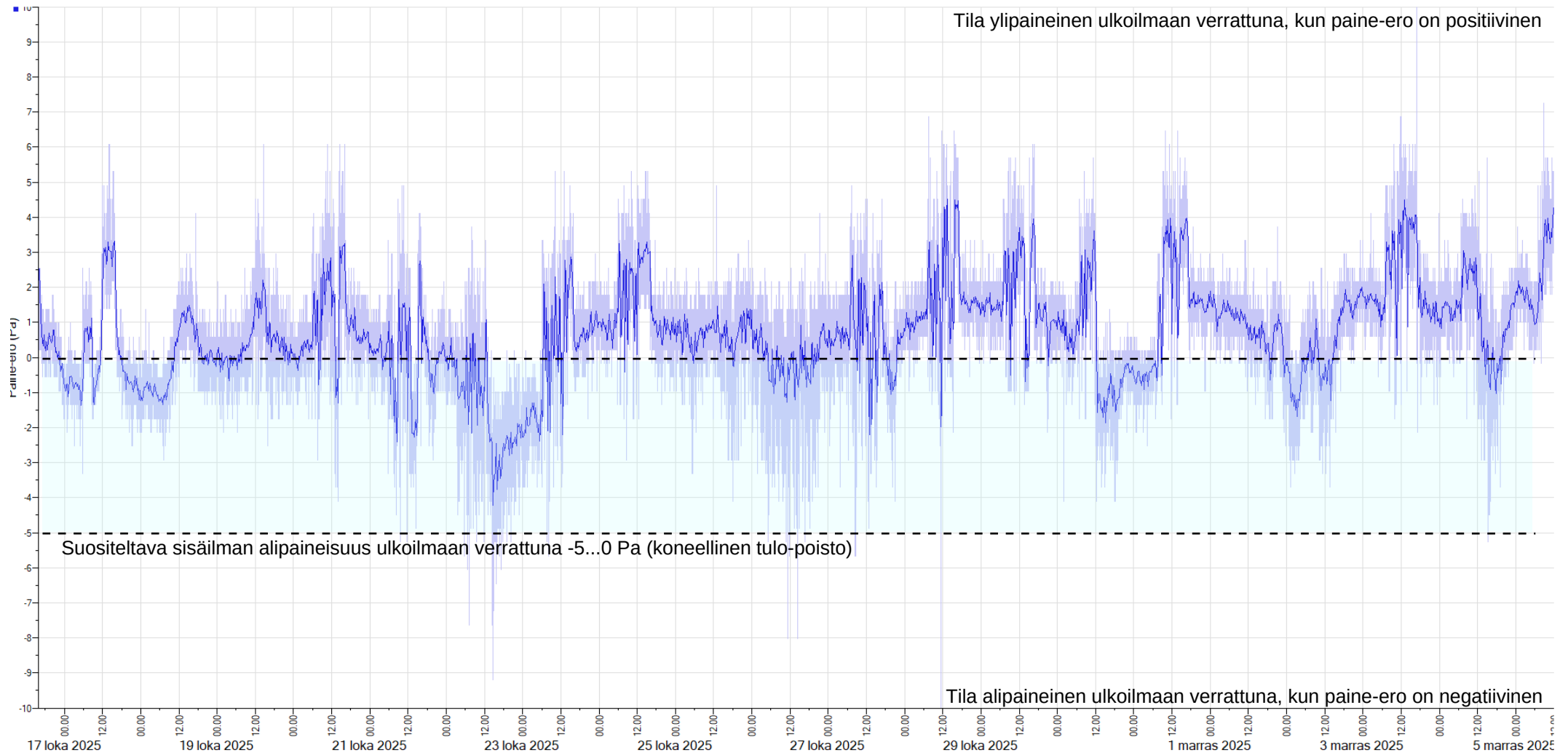
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

001 Porras -
ryömintätila



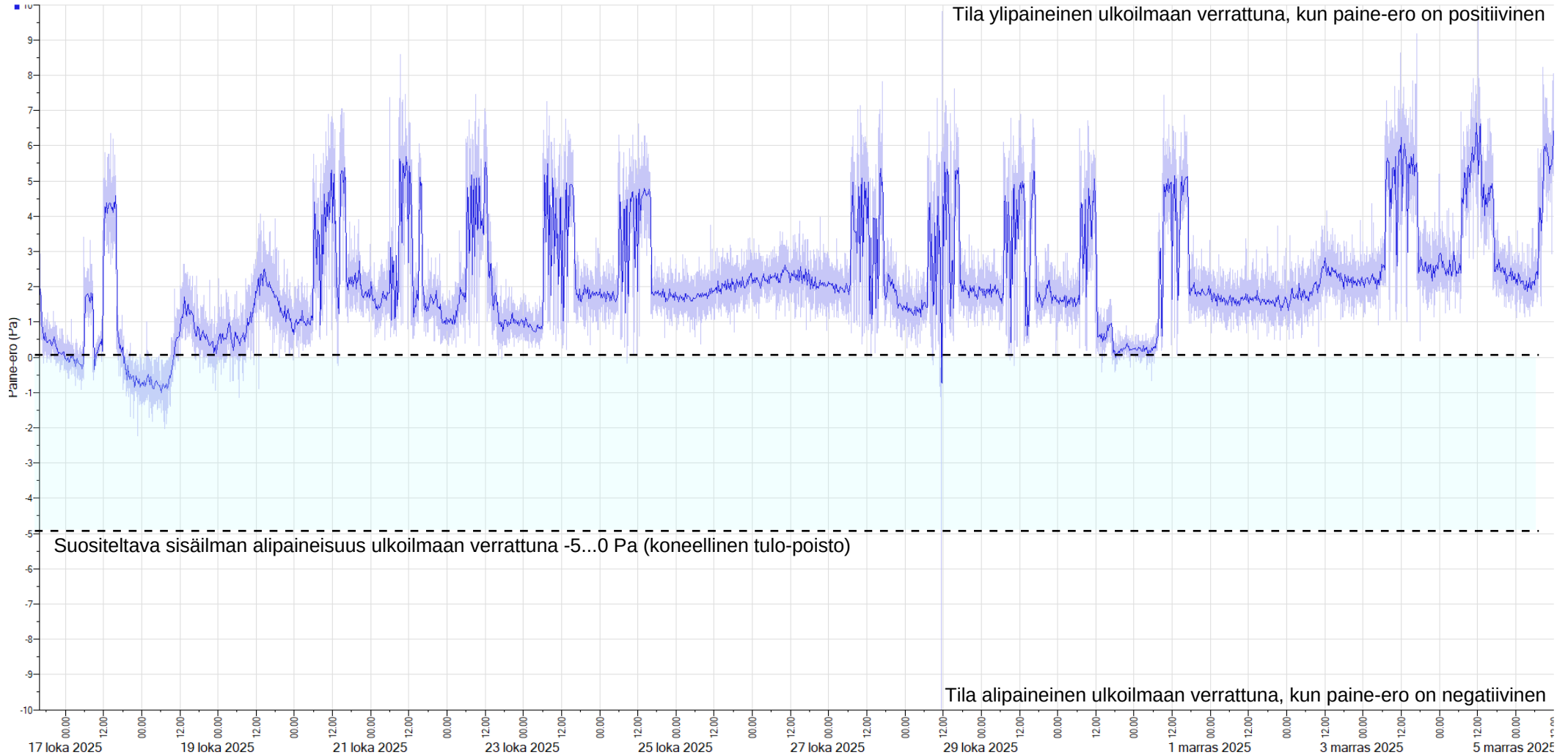
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

127 Uskonto



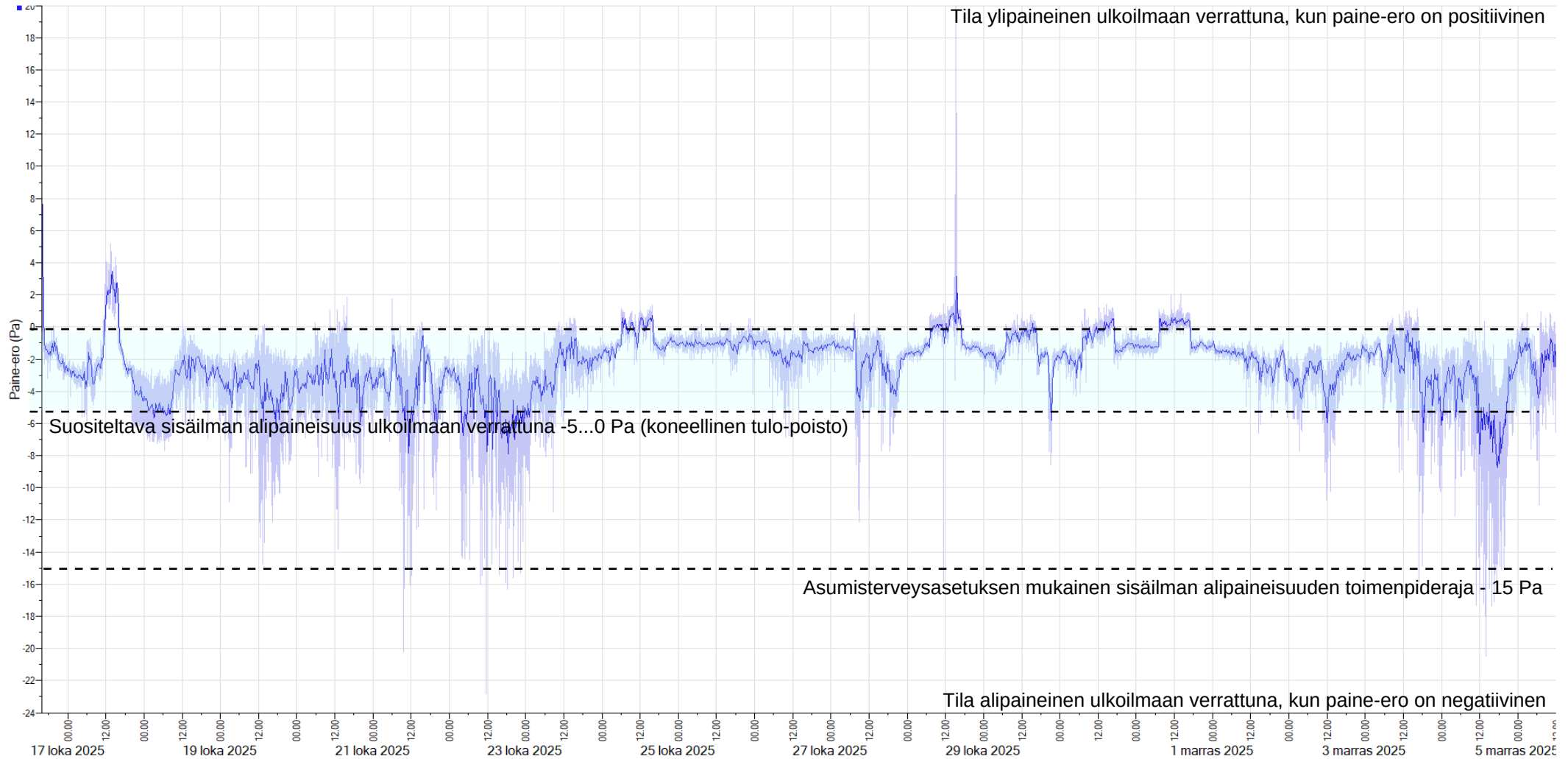
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

127 Uskonto-
ryömintätila

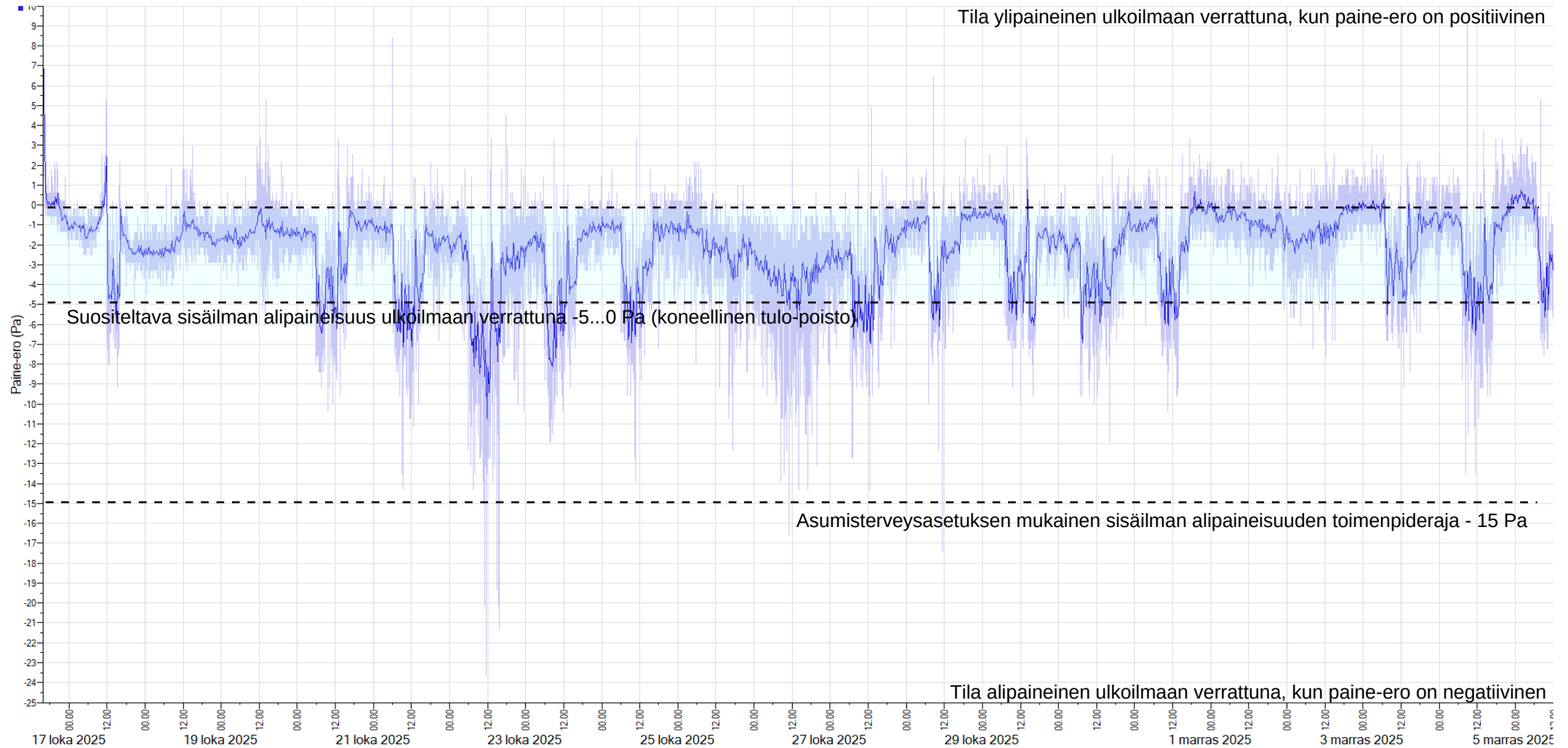


Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

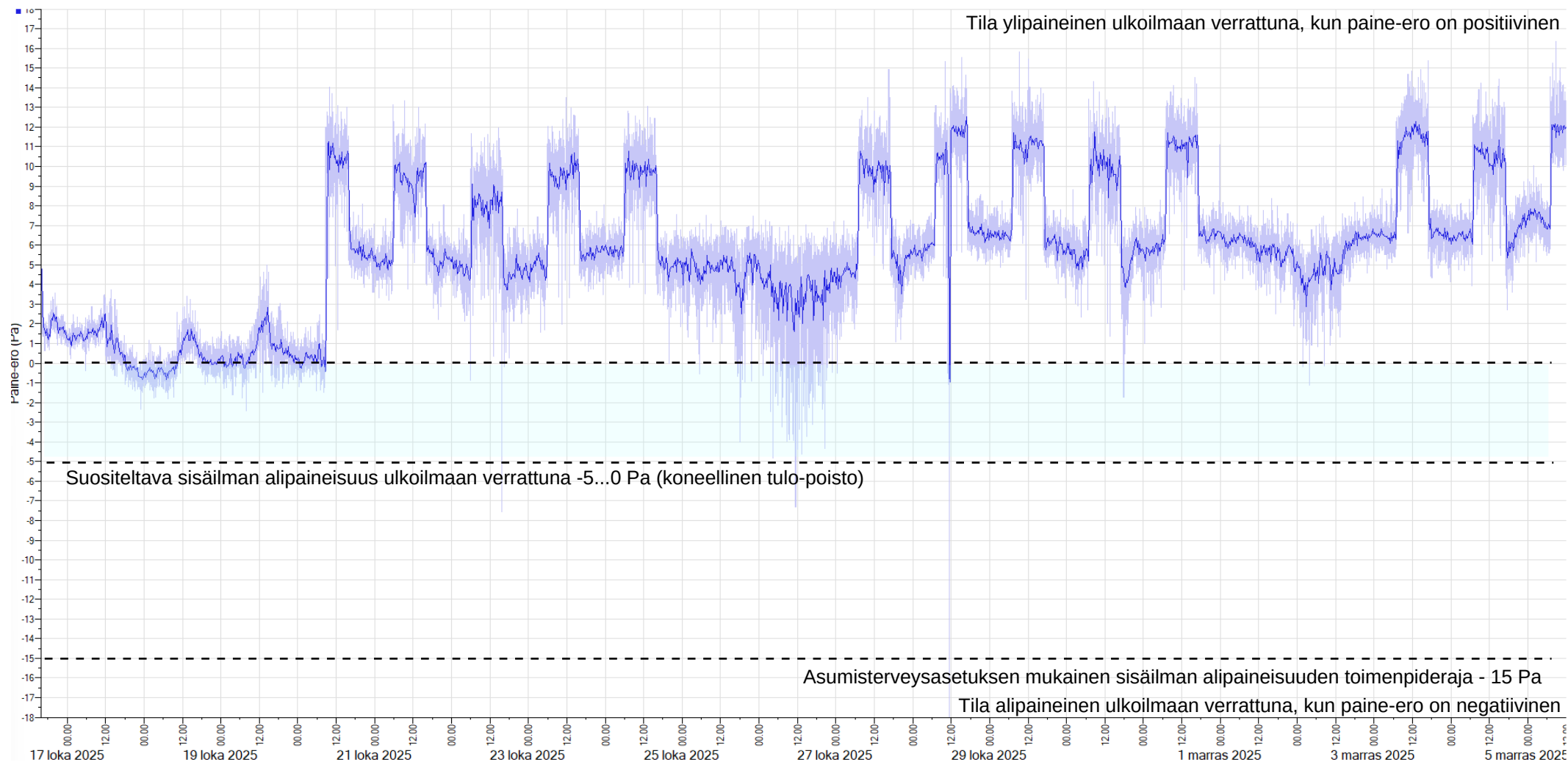
146 Opettajienhuone



Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

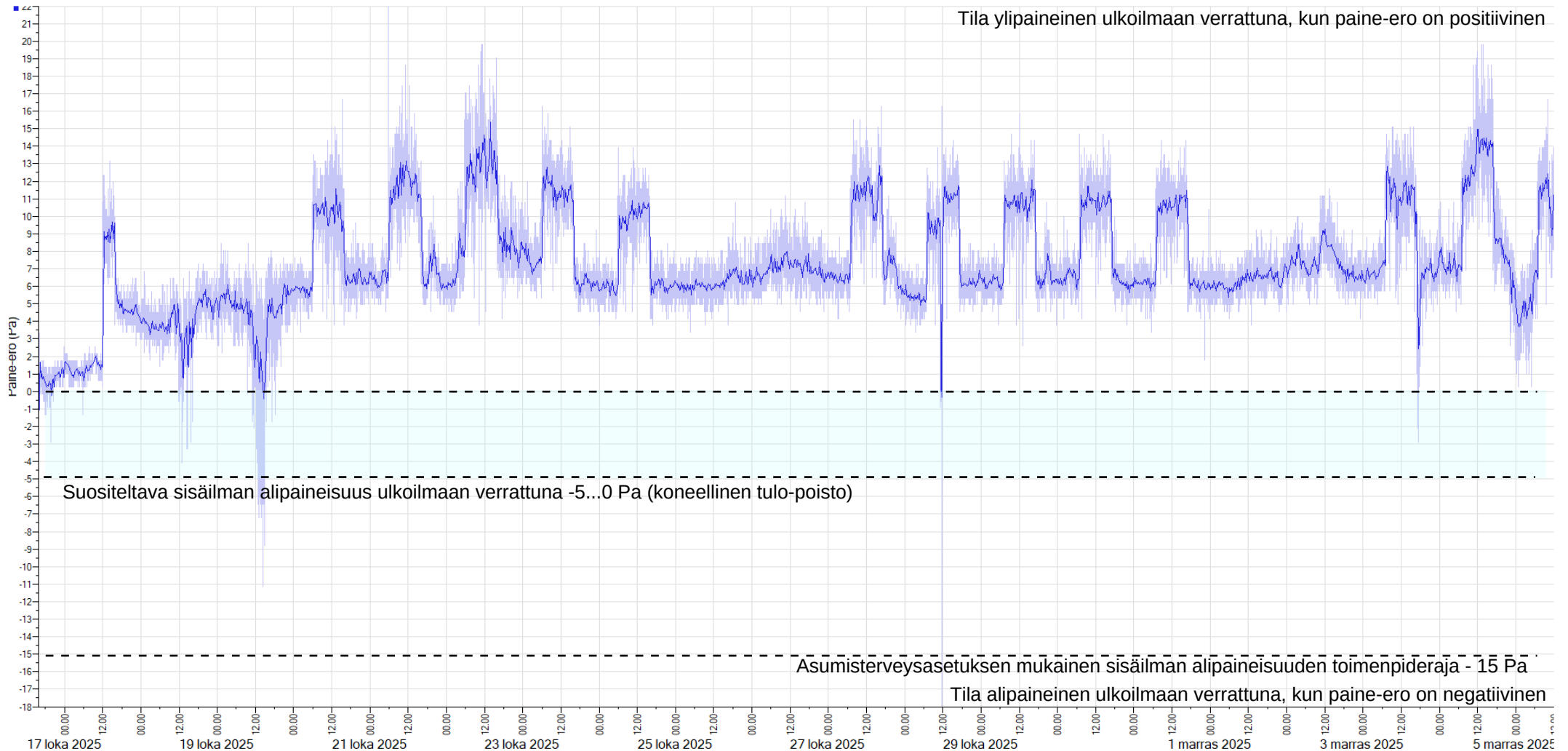
 114 Maantieto


Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

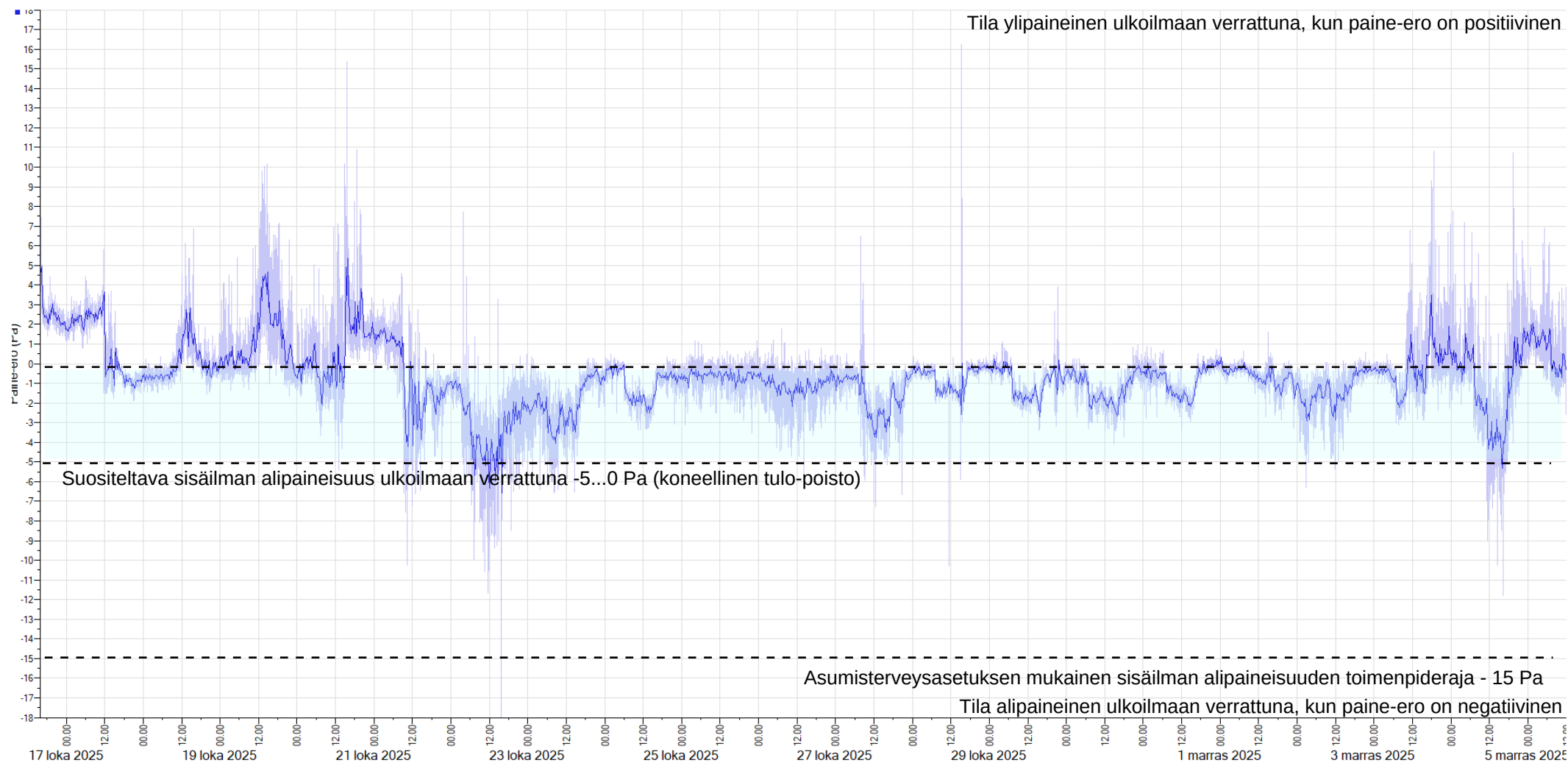
 207 Kemia


Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

201 Englanti

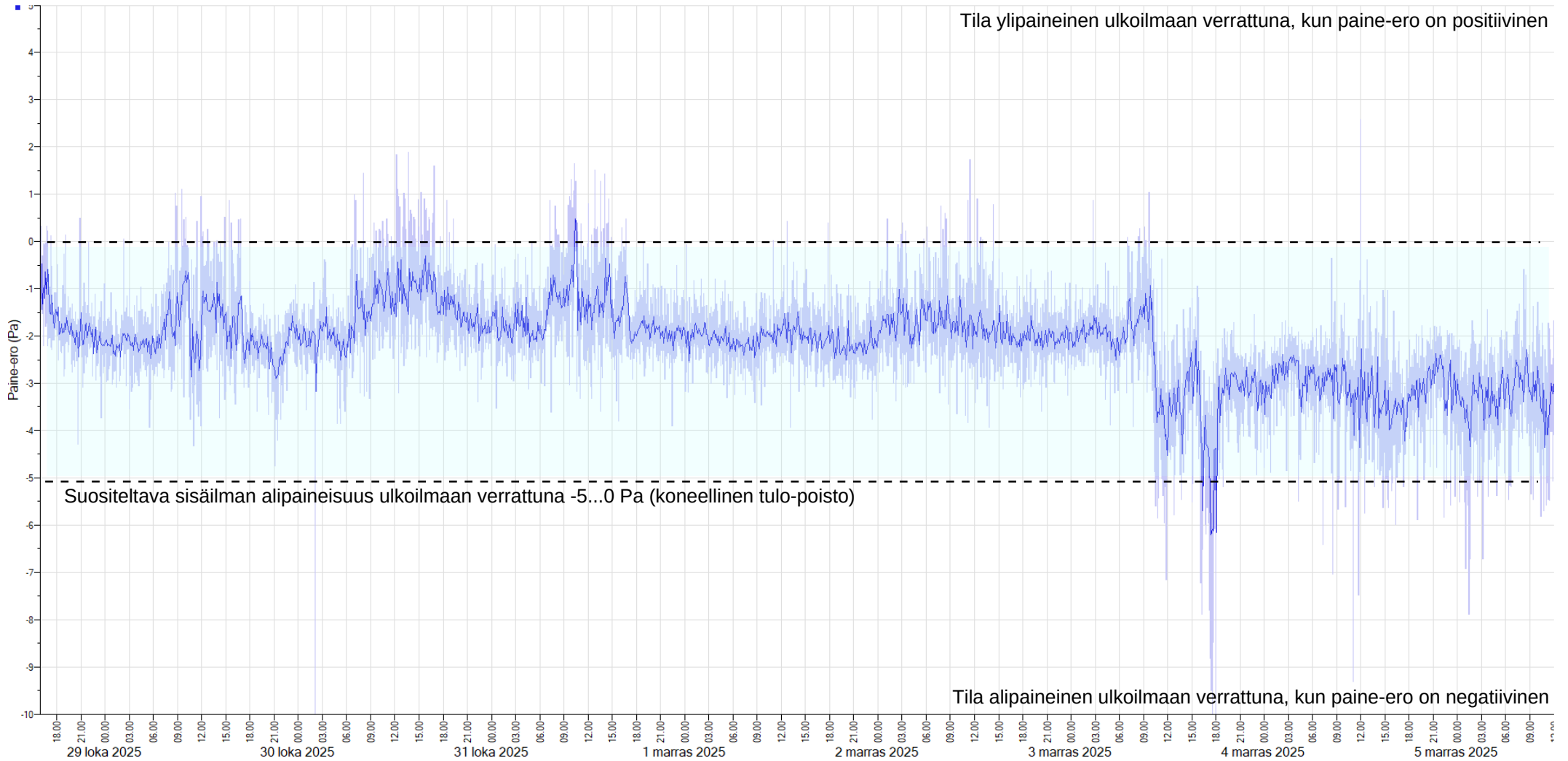


Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 16.10-5.11.2025.

 220 ATK / kielet


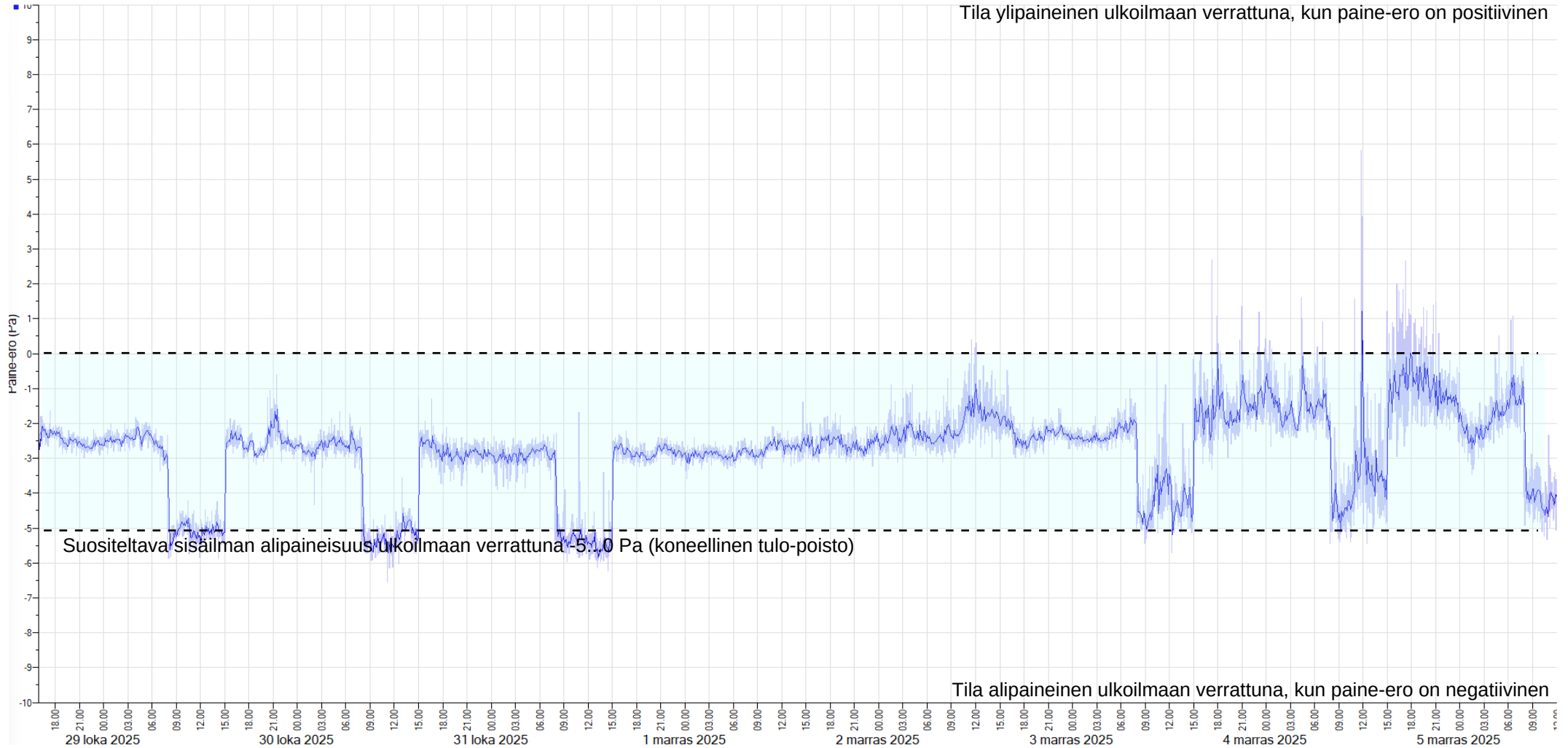
Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 28.10-5.11.2025.

203 Matematiikka



Paine-ero sisäilmasta ulkoilmaan aikavälillä 28.10-5.11.2025.

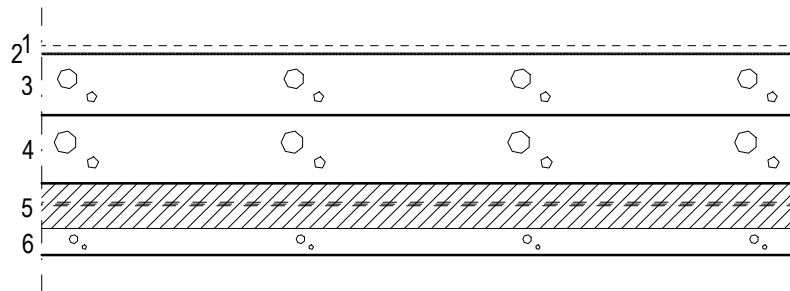
163 Terveydenhoitaja



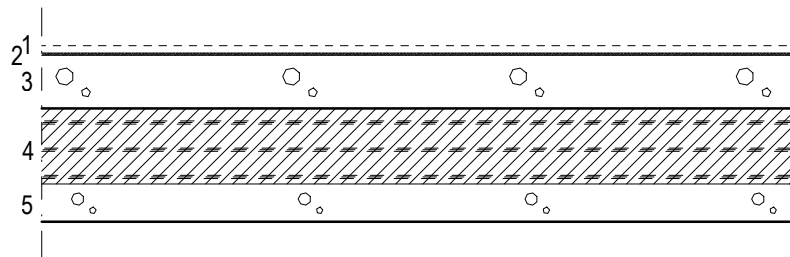


Päiväys

AP 1



1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	2 mm
3	PINTALAATTA	80 mm
4	BETONI	90 mm
	- sileä verkko 2 mm	
5	TOJA-ERISTE	60 mm
6	LAATTA	35 mm

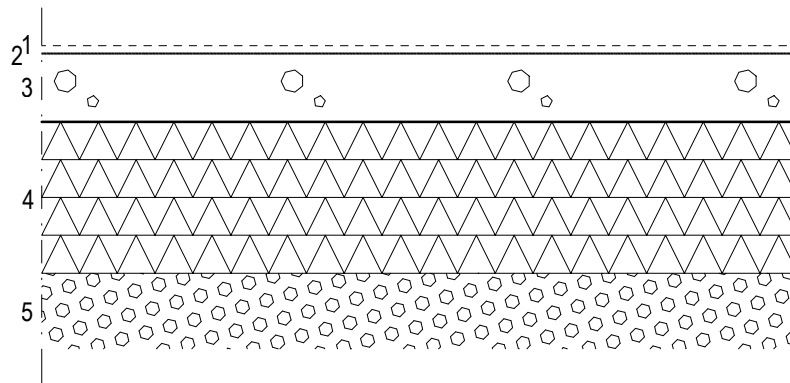


1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	3 mm
3	BETONI	70 mm
4	TOJA-ERISTE	100 mm
5	LAATTA	50 mm

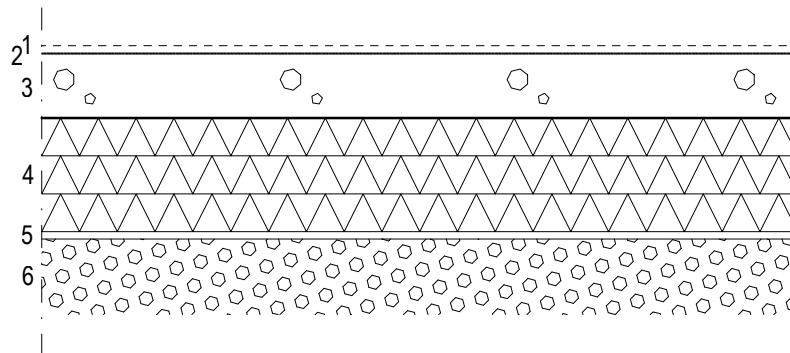


Päiväys

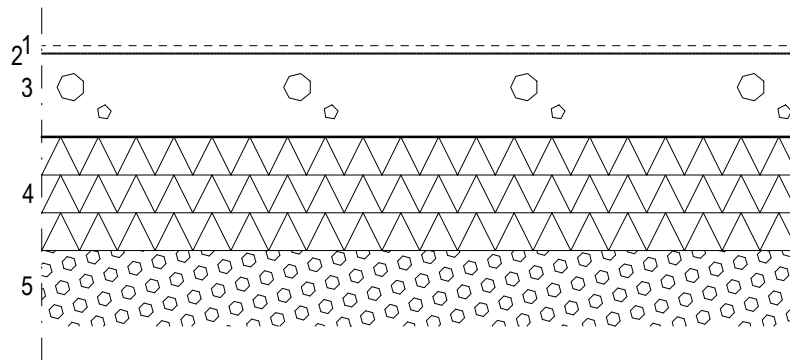
AP 3



1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	1 mm
3	BETONI - teräsverkko	90 mm
4	EPS-ERISTE	200 mm
5	SEPELI	



1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	1 mm
3	BETONI	85 mm
4	EPS-ERISTE	150 mm
5	ILMAVÄLI	10 mm
6	SEPELI	

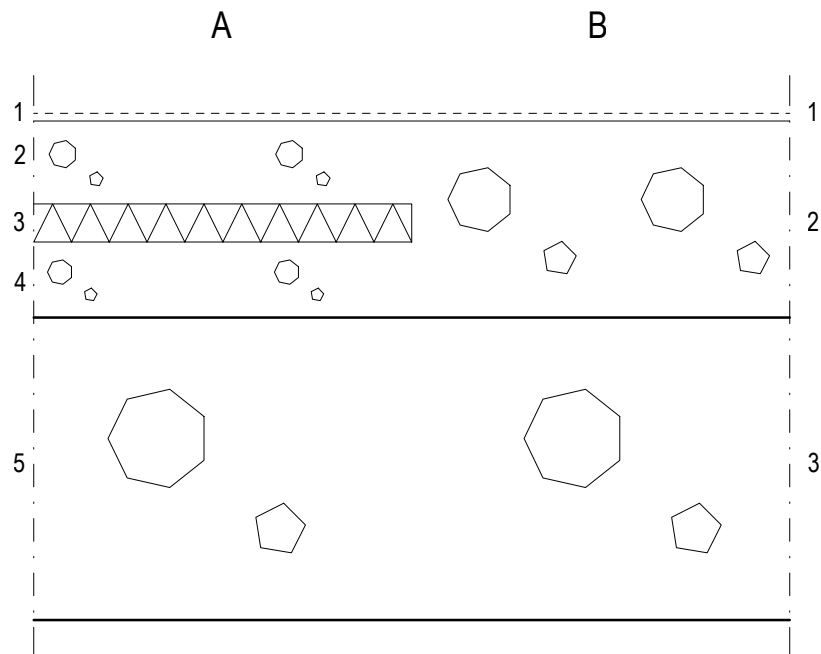


1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	1 mm
3	BETONI	110 mm
4	EPS-ERISTE	150 mm
5	SEPELI	



Päiväys

AP 6



A

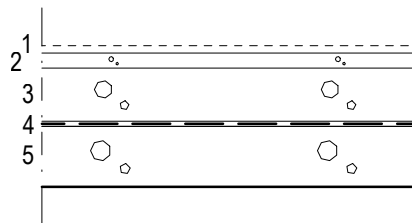
1	MUOVIMATTO	
2	BETONI	110 mm
3	EPS-ERISTE	50 mm
4	BETONI	100 mm
5	PERUSTUS	400 mm

PORAUS KESKEYTETTIIN PERUSTUKSEN PORAUKSEEN

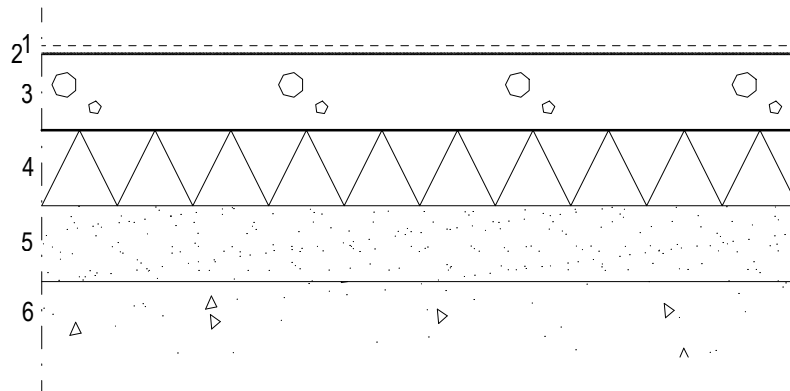
B

1	MUOVIMATTO	
2	YHTENÄINEN BETONI	260 mm
3	PERUSTUS	400 mm

PORAUS KESKEYTETTIIN PERUSTUKSEN PORAUKSEEN



- | | | |
|---|--------------|-------|
| 1 | MUOVIMATTO | |
| 2 | PINTAVALU | 20 mm |
| 3 | BETONI | 70 mm |
| 4 | BITUMISIVELY | |
| 5 | BETONI | |

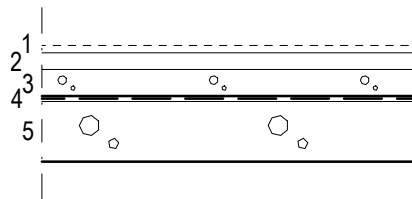


1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	1-2 mm
3	BETONI	100 mm
4	EPS-ERISTE	100 mm
5	HIENO HIEKKA	100 mm
6	TÄYTTÖMAA	



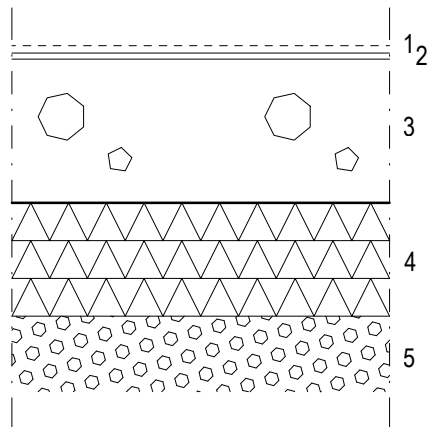
Päiväys

AP 9

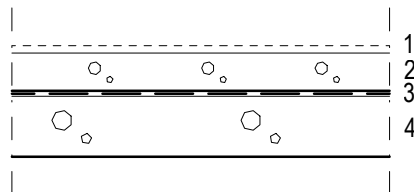


TILA 003 OPPILASKUNTA

1	MUOVIMATTO	
2	KARKEATASOITE	22 mm
3	BETONI	35 mm
4	BITUMISIVELY	2 mm
5	BETONI	



- | | | |
|---|------------|--------|
| 1 | MUOVIMATTO | |
| 2 | TASOITE | 8 mm |
| 3 | BETONI | 190 mm |
| 4 | EPS-ERISTE | 150 mm |
| 5 | SEPELI | |

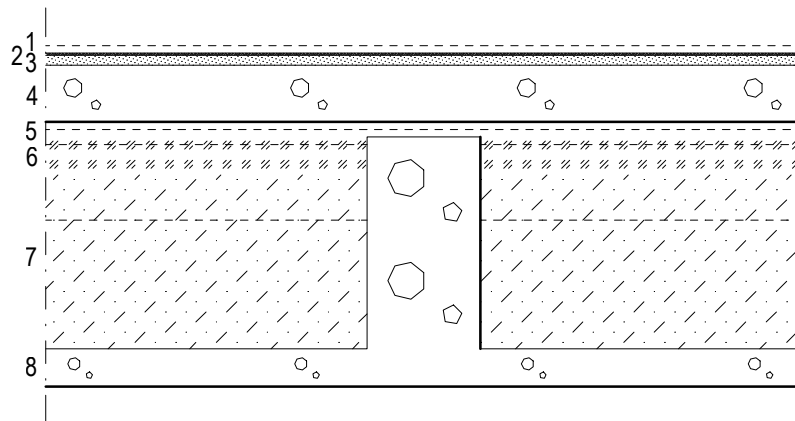


- | | | |
|---|--------------|-------|
| 1 | MAALI | |
| 2 | BETONI | 50 mm |
| 3 | BITUMISIVELY | |
| 4 | BETONI | |



Päiväys

VP 1

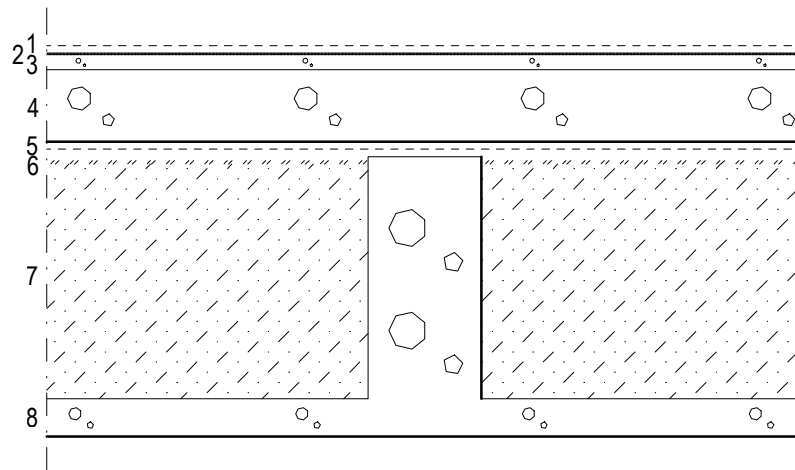


1	MUOVIMATTO	
2	HIENOTASOITE	3 mm
3	KARKEATASOITE	13 mm
4	BETONILAATTA	75 mm
5	VALUPAPERI	
6	TIILI-LAASTITÄYTTÖ	50 mm
7	KUTTERINPURU	230 mm
	- seassa 50x100 mm puu	
8	ALALAATTA	

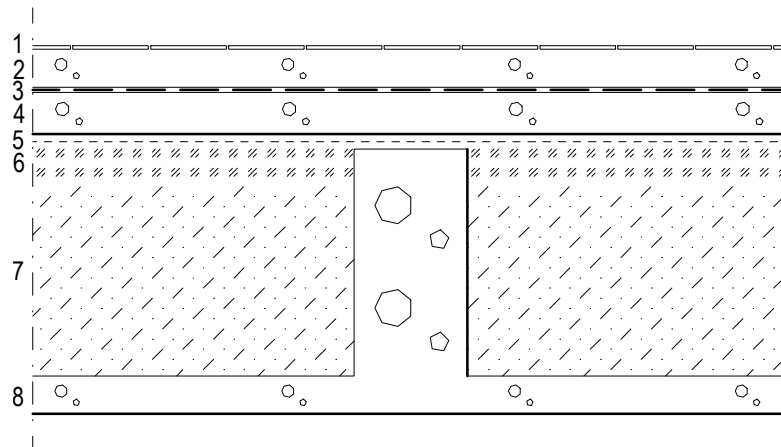


Päiväys

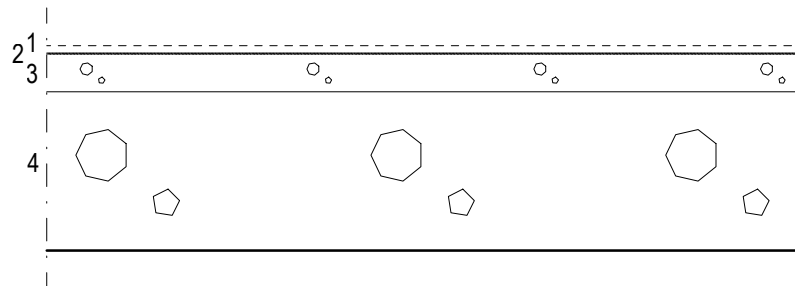
VP 2



- | | | |
|---|----------------------|------------|
| 1 | MUOVIMATTO | |
| 2 | HIENTASOITE | 1-2 mm |
| 3 | PINTAVALU | 20 mm |
| 4 | BETONIVALU | 90-100 mm |
| 5 | VALUPAPERI | |
| 6 | TIILI-LAASTITÄYTTÖ | |
| 7 | KUTTERINPURU | 300-320 mm |
| | - seassa vähän olkia | |
| 8 | ALALAATTA | |



1	KLINKKERI	5 mm
2	BETONI	50 mm
3	BITUMISIVELY	
4	BETONILAATTA	55 mm
5	VALUPAPERI	
6	TIILI-/LAASTI-/HIEKKATÄYTTÖ	
7	KUTTERINPURU/OLKI	250 mm
8	ALALAATTA	

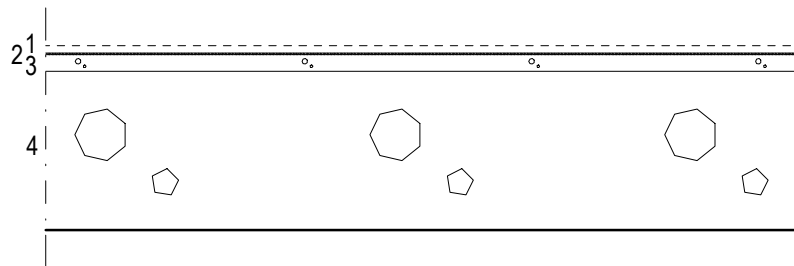


1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	1 mm
3	BETONI	50 mm
4	BETONI	210 mm



Päiväys

VP 5

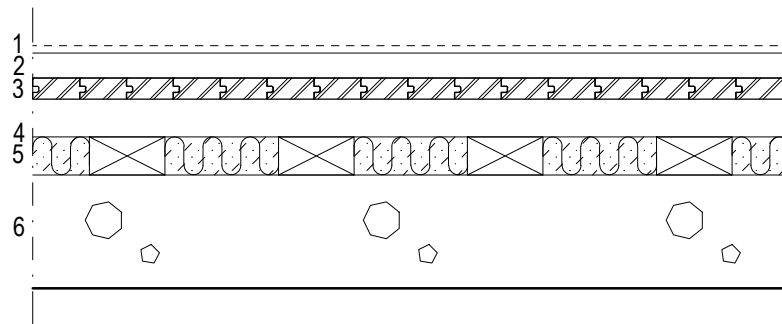


1	MUOVIMATTO	
2	TASOITE	1-2 mm
3	BETONI	22 mm
4	BETONI	

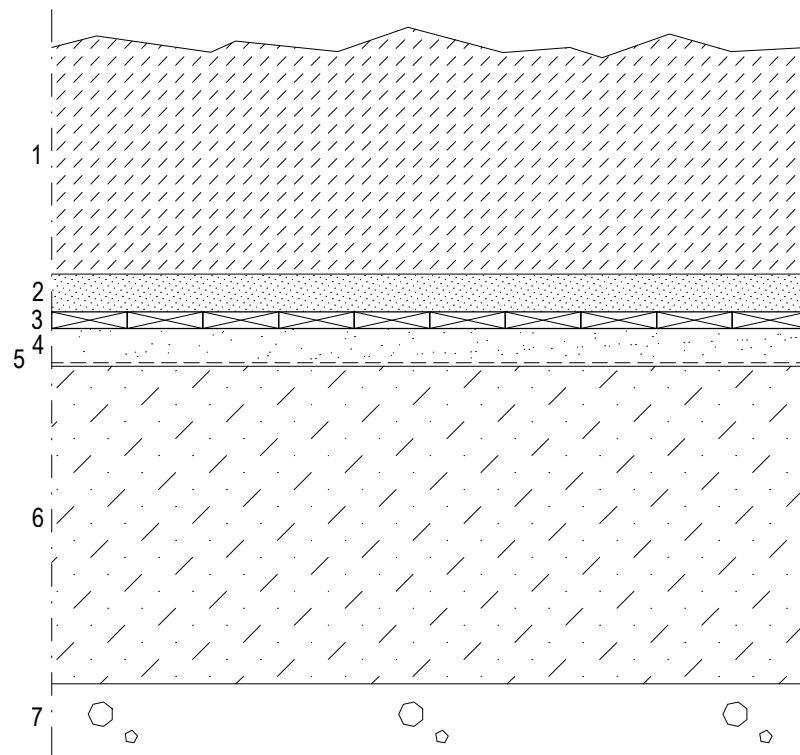


Päiväys

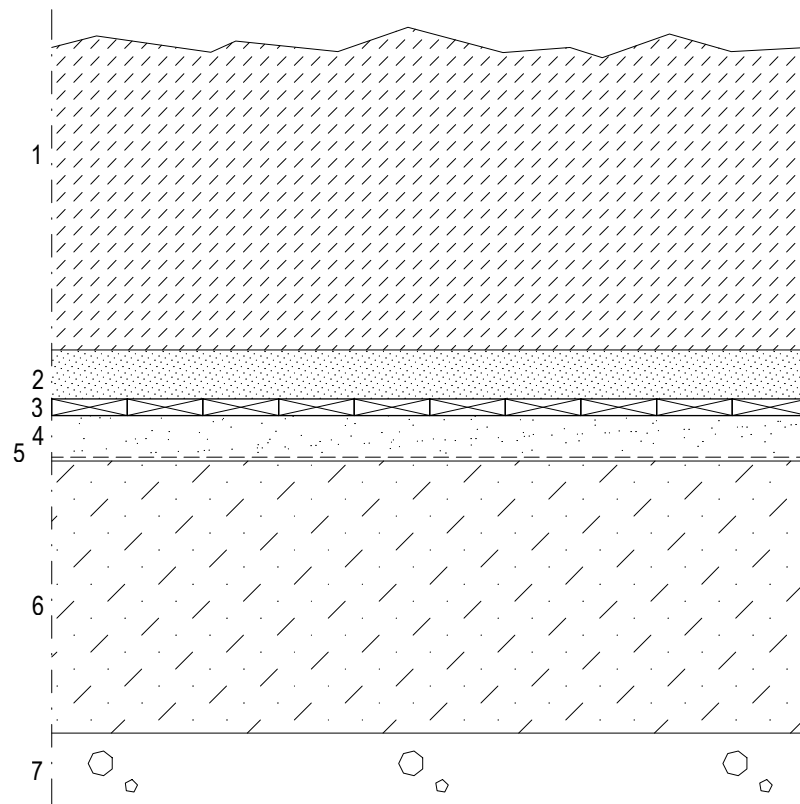
VP 6



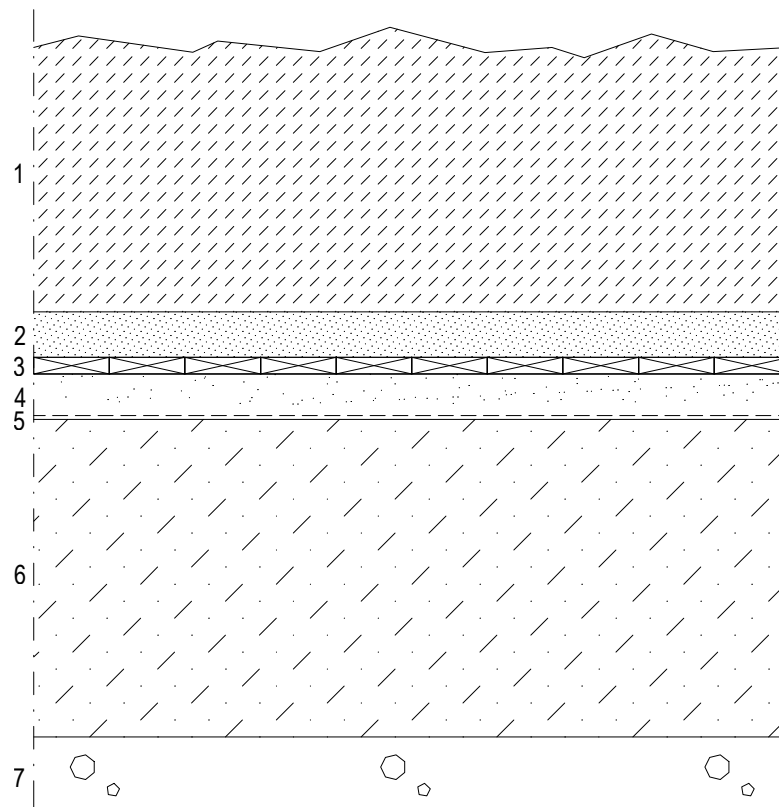
- | | | |
|---|--|--------|
| 1 | MUOVIMATTO | |
| 2 | LASTULEVY | 30 mm |
| 3 | PONTTILAUTA | 30 mm |
| 4 | RISTIINKOOLAUS 50+50 | 100 mm |
| 5 | BETONIN PÄÄLLÄ TERVAPAPERIPINTAISTA
MINERAALIVILLAA 50 mm TAI ROSKAA/HIEK-
KAA/PUUKUITULEVYÄ | |
| 6 | BETONI | |



1	SELLUVILLA	300 mm
2	LAASTILAATTA	50 mm
3	LAUTA	22 mm
4	HIEKKA	40 mm
5	TERVAPAPERI	
6	KUTTERINPURU	420 mm
7	BETONI	

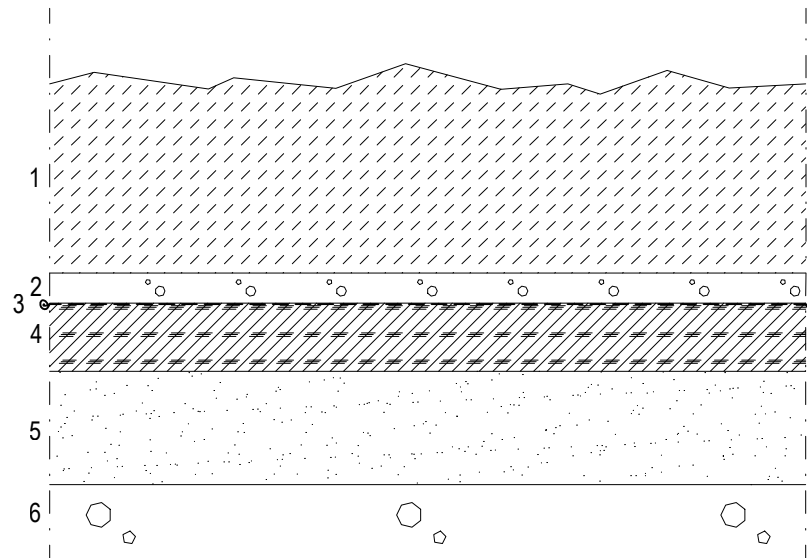


1	SELLUVILLA	400 mm
2	PALOPERMANTOLAATTA	65 mm
3	LAUTA	22 mm
4	HIEKKA	50 mm
5	TERVAPAPERI	
6	KUTTERINPURU	360 mm
7	BETONI	

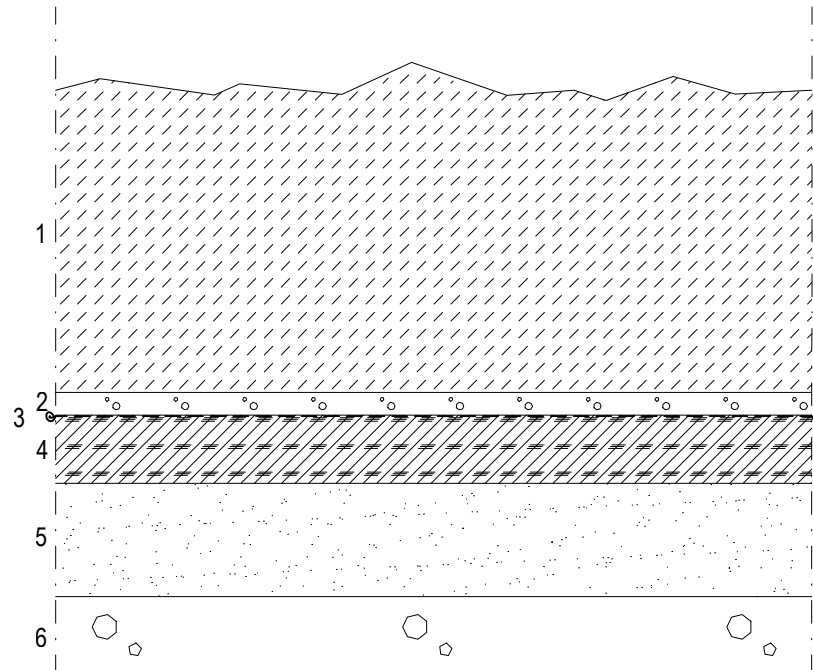


1	SELLUVILLA	350 mm
2	LAASTILAATTA	60 mm
3	LAUTA	22 mm
4	HIEKKA	40 mm
5	TERVAPAPERI	
6	KUTTERINPURU	420 mm
7	BETONI	

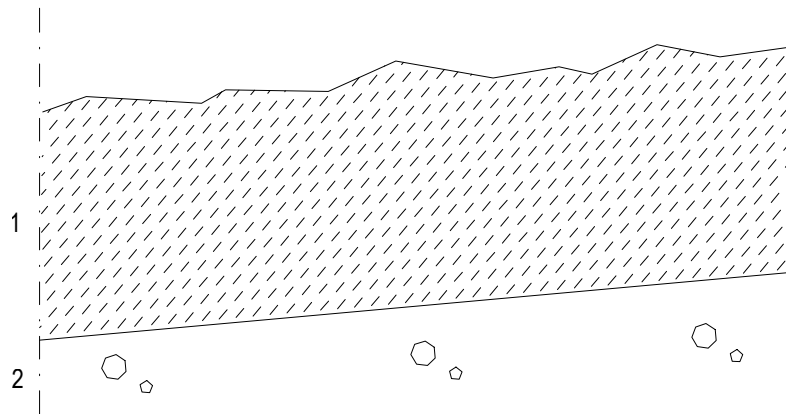
PALKIN PÄÄLLÄ VALKOINEN LASIVILLA 50 mm JA YMPÄRILLÄ BITUMIPAPERI



1	PUHALLUSVILLA	n. 250 mm
2	BETONI	40 mm
3	VALUPAPERI, MUSTA	
4	TOJA-ERISTYS	90 mm
5	HIEKKA	150 mm
6	BETONILAATTA	

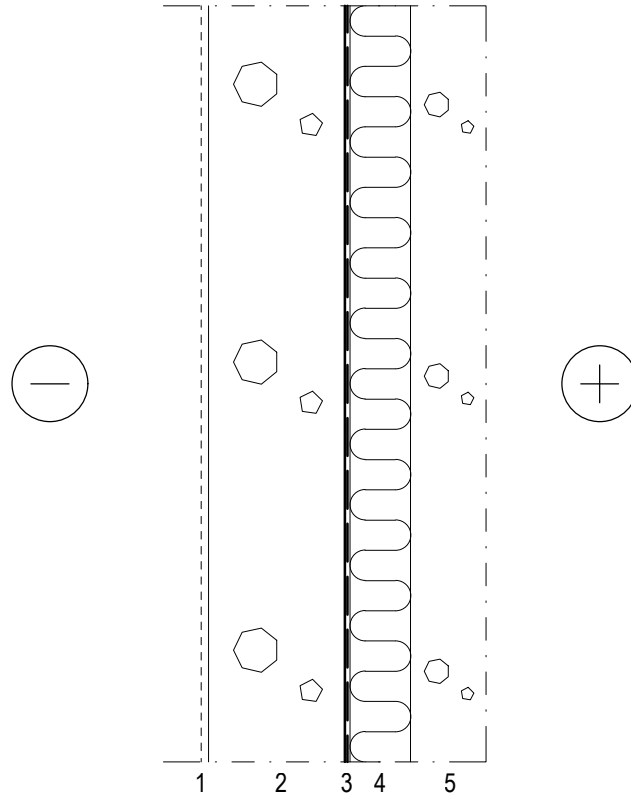


1	PUHALLUSVILLA	n. 400 mm
2	BETONI	30 mm
3	VALUPAPERI, MUSTA	
4	TOJA-ERISTYS	90 mm
5	HIEKKA	150 mm
6	BETONILAATTA	

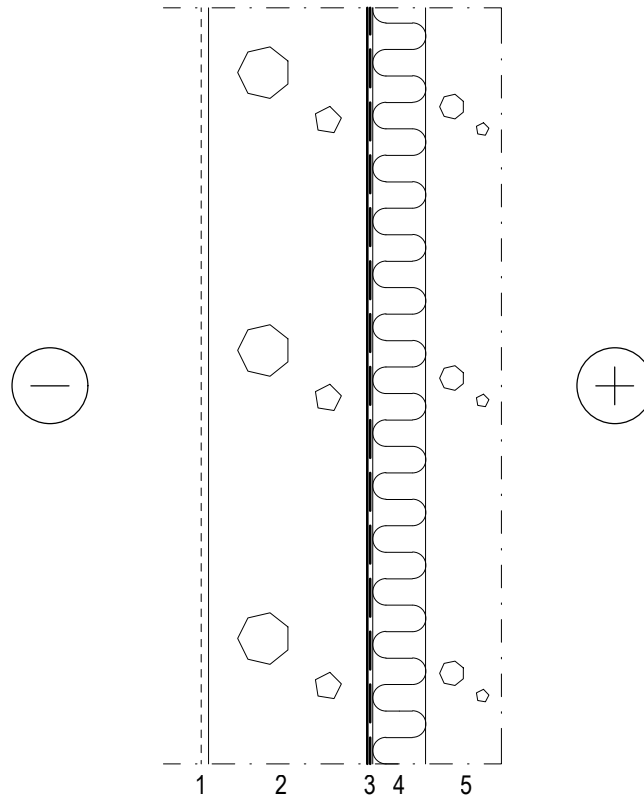


1 PUHALLUSVILLA 300 mm
2 BETONI

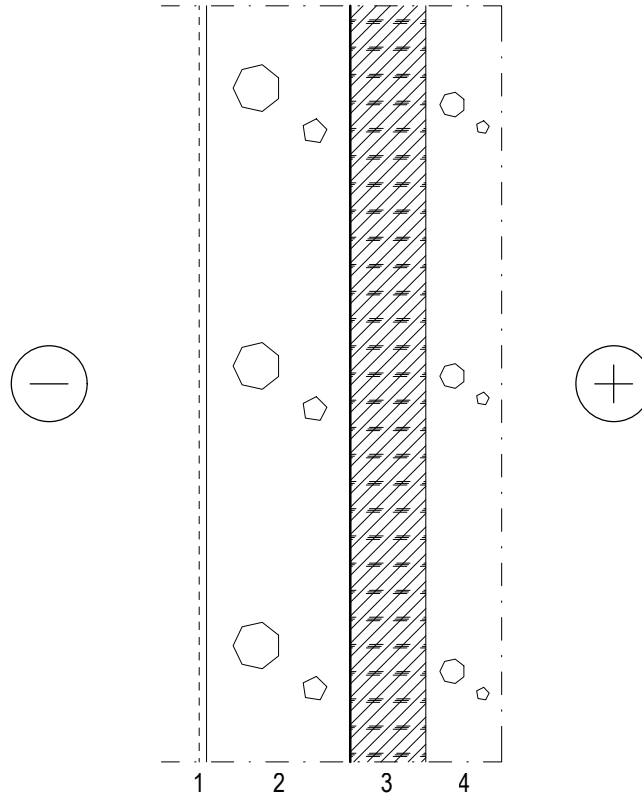
EI HARJATUULETUSTA



- | | | |
|---|--------------|--------|
| 1 | MAALI | |
| 2 | BETONI | 180 mm |
| 3 | BITUMISIVELY | |
| 4 | KIVIVILLA | 80 mm |
| 5 | BETONI | |



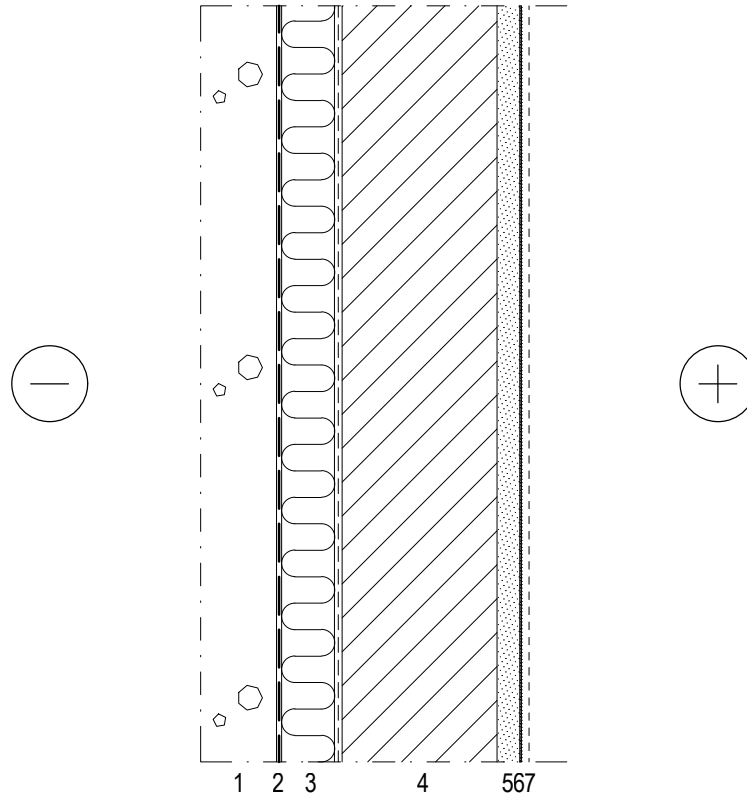
1	MAALI	
2	BETONI	210 mm
3	BITUMISIVELY	
4	KIVIVILLA	70 mm
5	BETONI	



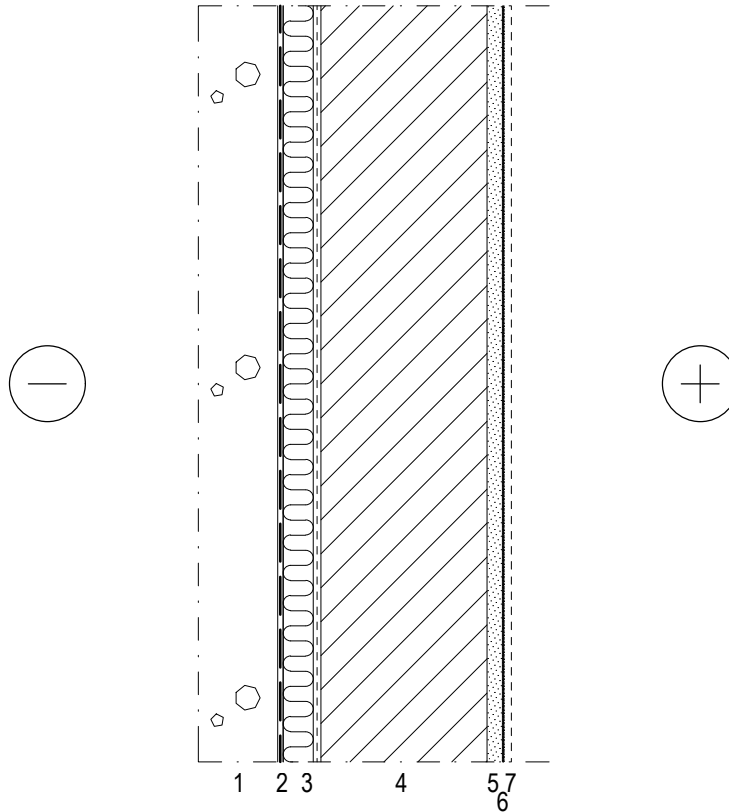
1
2
3
4

MAALI
BETONI
TOJA
BETONI

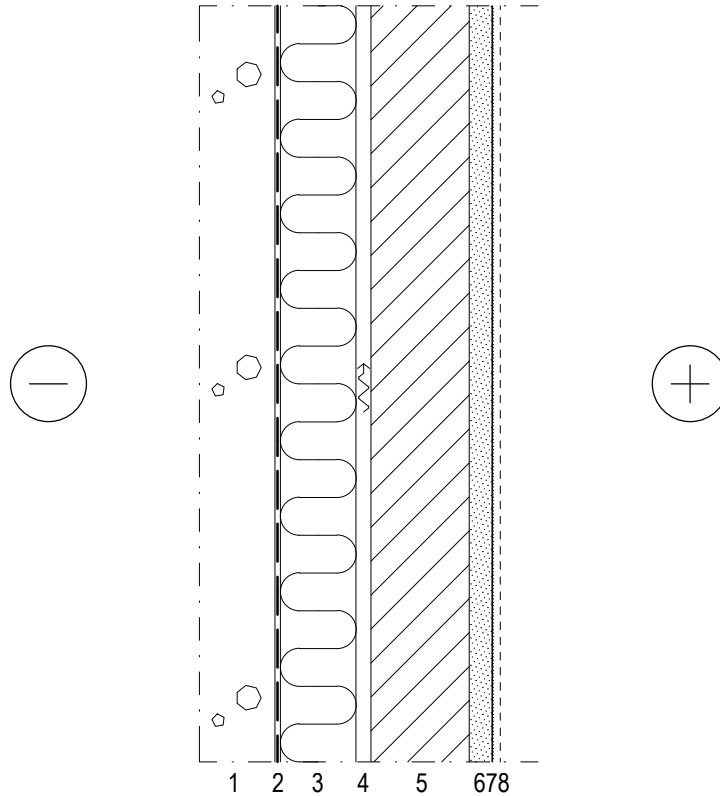
190 mm
100 mm



- | | | |
|---|---------------------------------|-------------|
| 1 | BETONI | |
| 2 | BITUMISIVELY | |
| 3 | BITUMIPAPERIPINTAINEN LASIVILLA | 70 mm |
| 4 | 1,5-KIVEN KENNOTIILI | 130 + 75 mm |
| 5 | RAPPAUS | 30 mm |
| 6 | HIENTASOITE | 1-2 mm |
| 7 | MAALI | |



- | | | |
|---|-----------------------|--------|
| 1 | BETONI | |
| 2 | BITUMISIVELY | |
| 3 | PAPERIPINTAINEN VILLA | 40 mm |
| 4 | 1,5-KIVEN KENNOTIILI | 220 mm |
| 5 | RAPPAUS | 20 mm |
| 6 | HIENTASOITE | 2 mm |
| 7 | MAALI | |

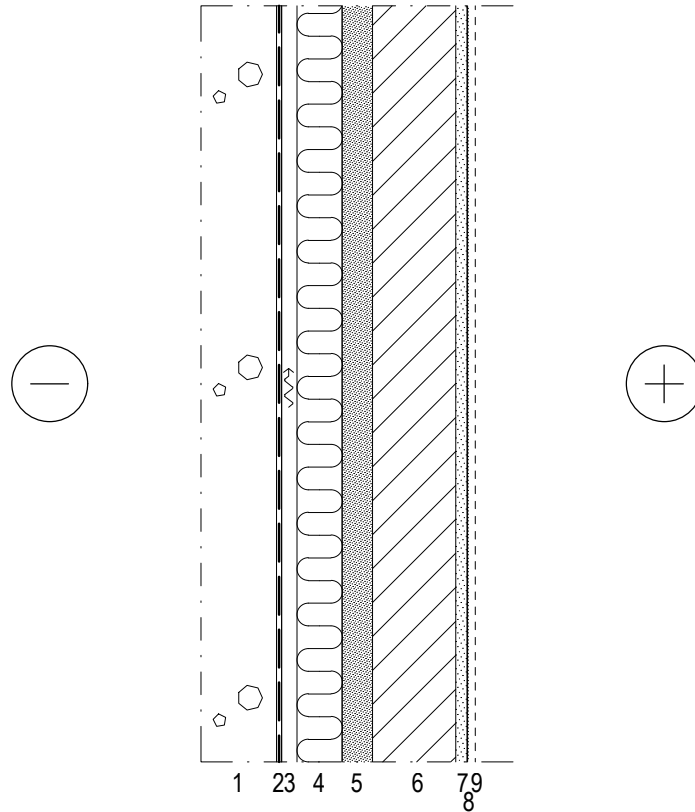


1	BETONI	
2	BITUMISIVELY	
3	KIVIVILLA	100 mm
4	ILMATILA / PURSEET	20 mm
5	UMPITIILI	130 mm
6	RAPPAUS	30 mm
7	HIENTASOITE	1 mm
8	MAALI	



Päiväys

US 4

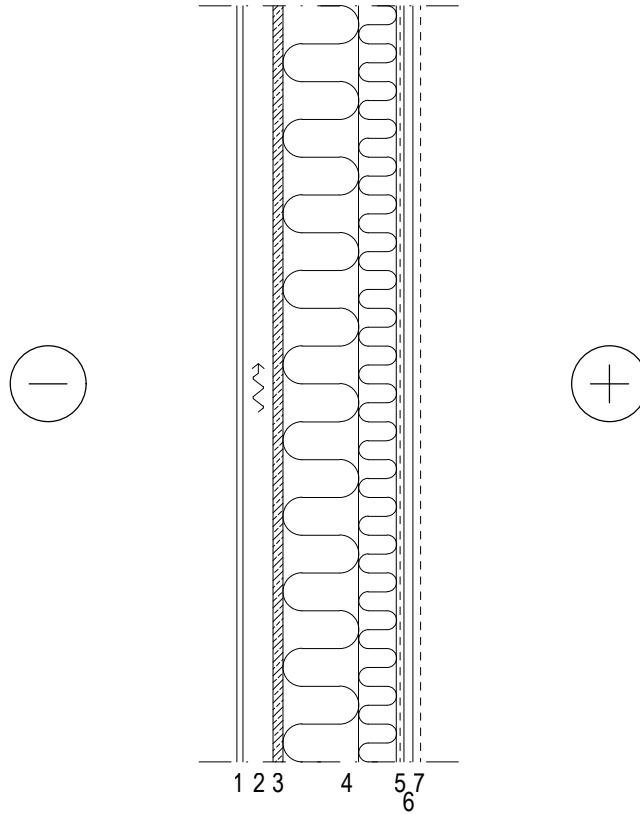


1	BETONI	
2	BITUMIKERMI	
3	ILMARAKO	20 mm
4	KIVIVILLA	60 mm
5	LAASTI	40 mm
6	UMPITIILI	110 mm
7	RAPPAUS	15 mm
8	TASOITE	1 mm
9	MAALI	



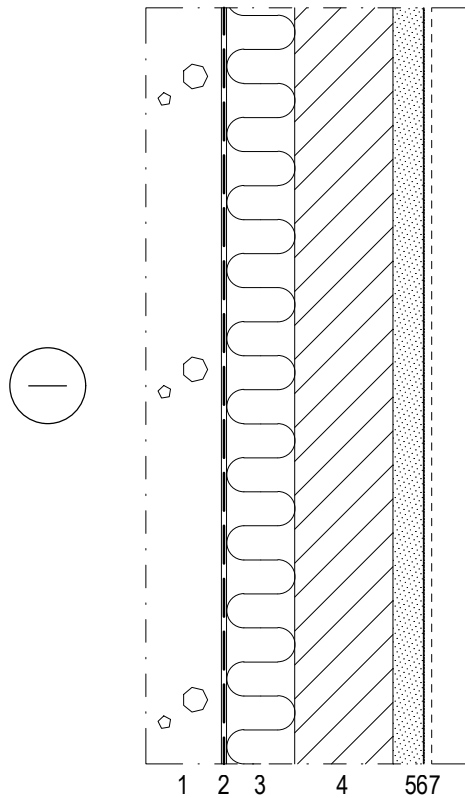
Päiväys

US 5

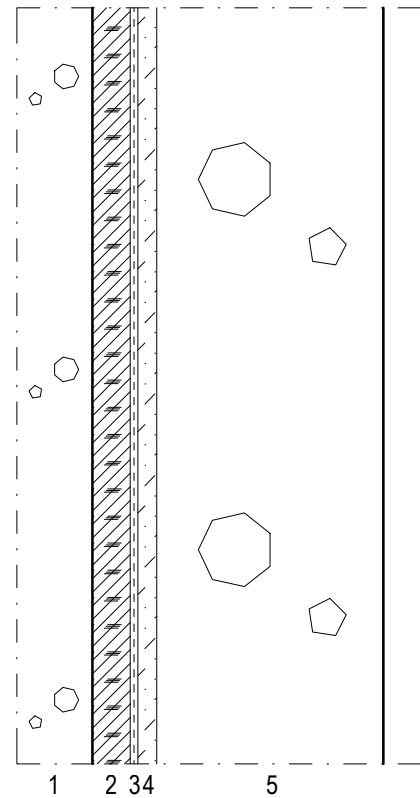


1	KUITUSEMENTTILEVY	
2	RIMA + ILMAVÄLI	40 mm
3	BITULIITTI	13 mm
4	LASIVILLA, PUURUNKO 50 + 100 mm	150 mm
5	RAKENNUSPAPERI	
6	LASTULEVY	12 mm
7	MAALI	

IKKUNAN ALLA

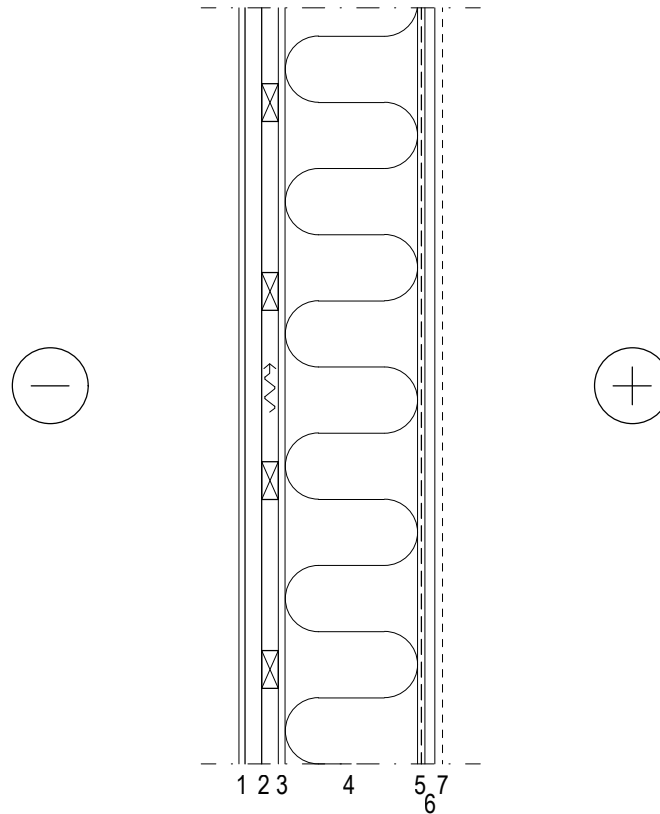


PILARIN KOHDALLA



1	BETONI	
2	BITUMISIVELY	
3	KIVIVILLA	90 mm
4	UMPITIILI	130 mm
5	RAPPAUS	40 mm
6	TASOITE	1 mm
7	MAALI	

1	BETONI	
2	TOJA-ERISTE	50 mm
3	PIKIPAPERI	
4	KORKKI	25 mm
5	PILARI	300 mm

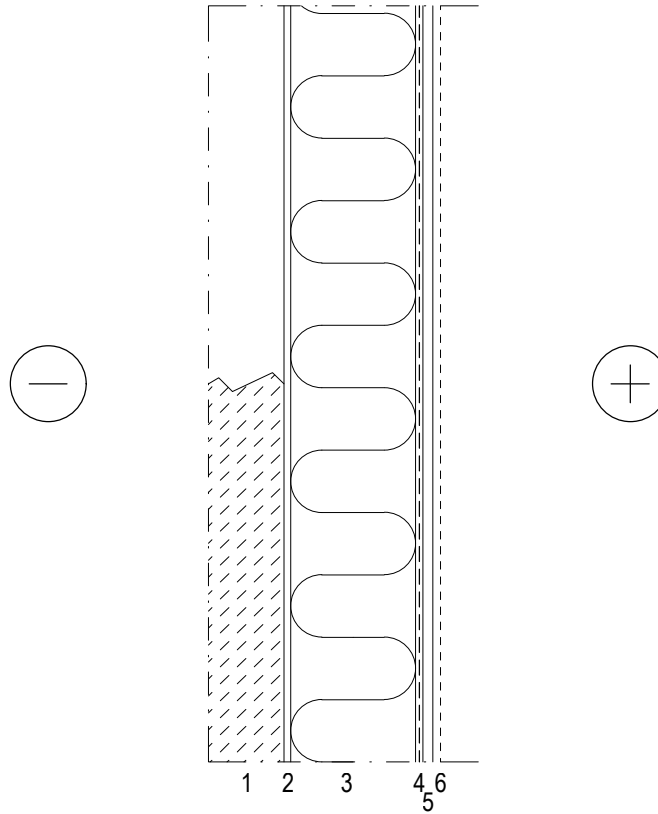


1	SEMENTTIKUITULEVY	
2	RISTIINKOOLAUS 22+22 mm	44 mm
3	TUULENSUOJAKIPSILEVY	9 mm
4	LASIVILLA, PUURUNKO	175 mm
5	MUOVI	
6	KIPSILEVY	13 mm
7	MAALI	



Päiväys

US 8

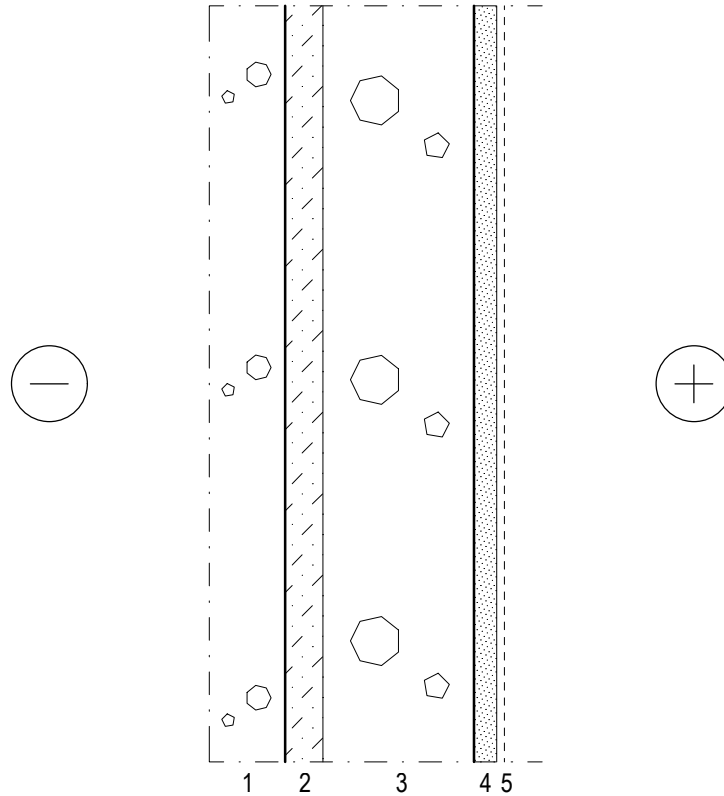


1	YLÄPOHJATILA/SELLUVILLA	
2	TUULENSUOJAKIPSILEVY	9 mm
3	LASIVILLA, PUURUNKO	165 mm
4	MUOVI	
5	KIPSILEVY	13 mm
6	MAALI	

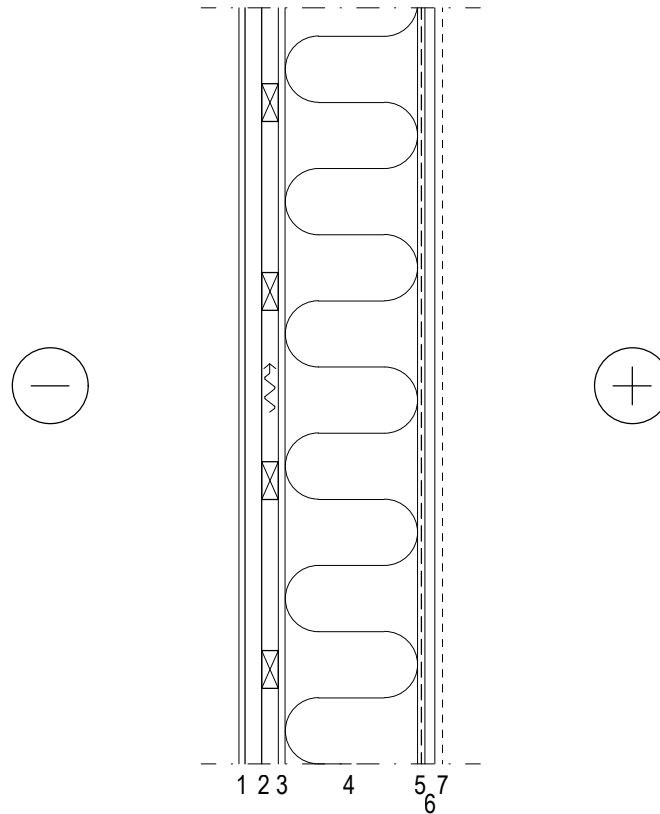


Päiväys

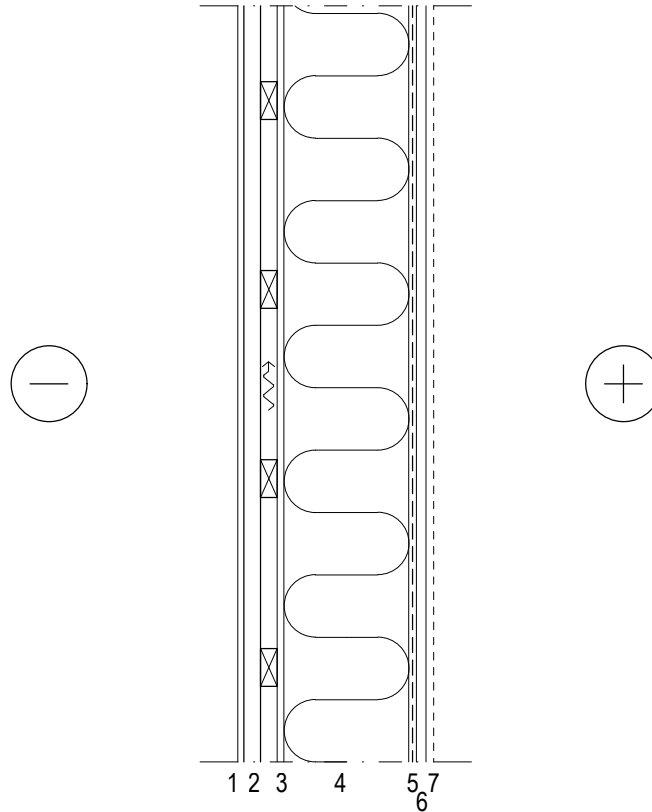
US 9



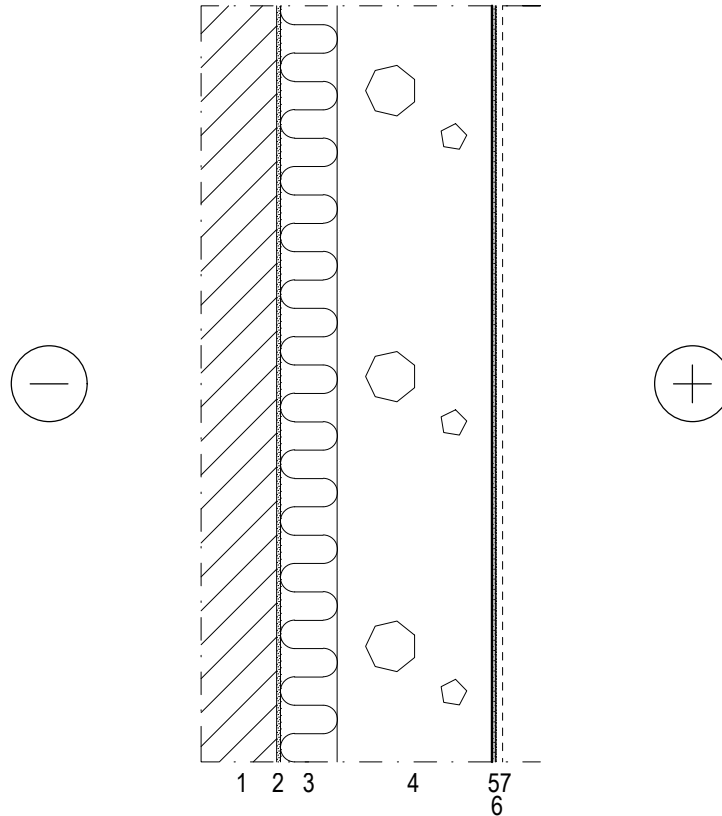
1	BETONI	
2	KORKKI	50 mm
3	BETONI	200 mm
4	RAPPAUS	30 mm
5	MAALI	



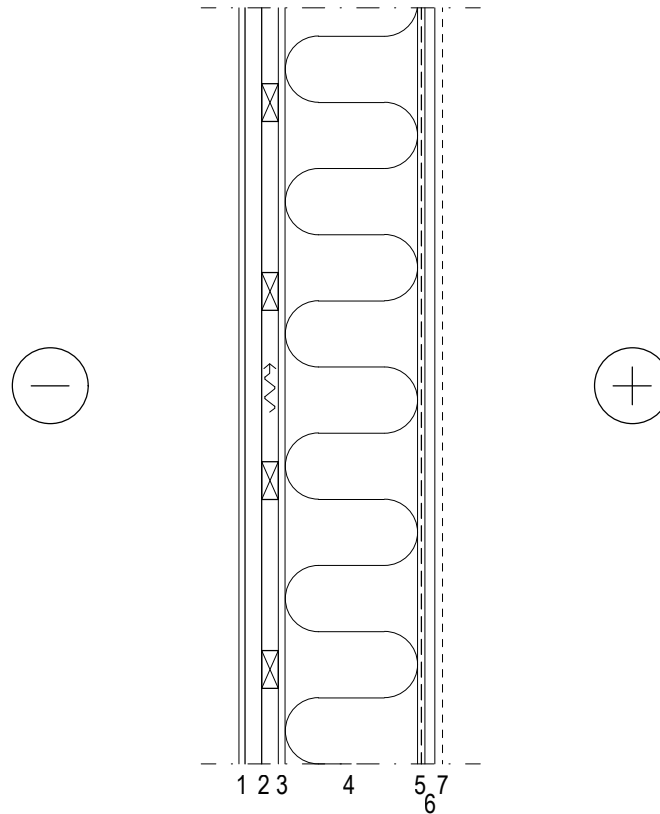
1	SEMENTTIKUITULEVY	
2	RISTIINKOOLAUUS 22+22 mm	44 mm
3	TUULENSUOJAKIPSILEVY	9 mm
4	LASIVILLA, PUURUNKO	175 mm
5	MUOVI	
6	KIPSILEVY	13 mm
7	MAALI	



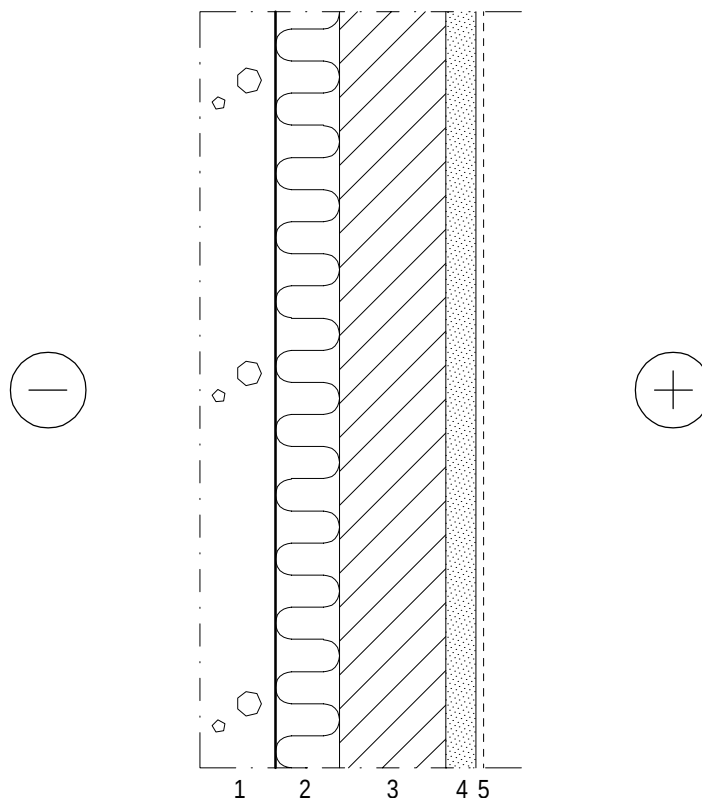
1	SEMENTTIKUITULEVY	
2	RISTIINKOOLAUS 22+22 mm	44 mm
3	TUULENSUOJAKIPSILEVY	9 mm
4	LASIVILLA, PUURUNKO	165 mm
5	MUOVI	
6	KIPSILEVY	13 mm
7	MAALI	



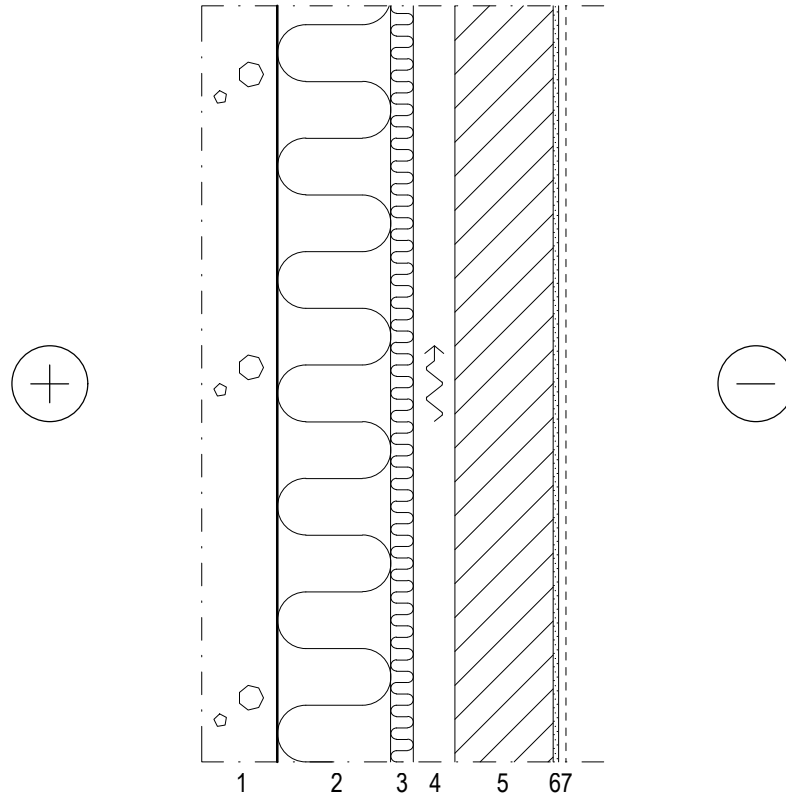
1	PUNATIILI	
2	LAASTIPURSE	5 mm
3	KIVIVILLA	75 mm
4	BETONI	205 mm
5	RAPPAUS/KARKEATASOITE	4 mm
6	TASOITE	1 mm
7	MAALI	



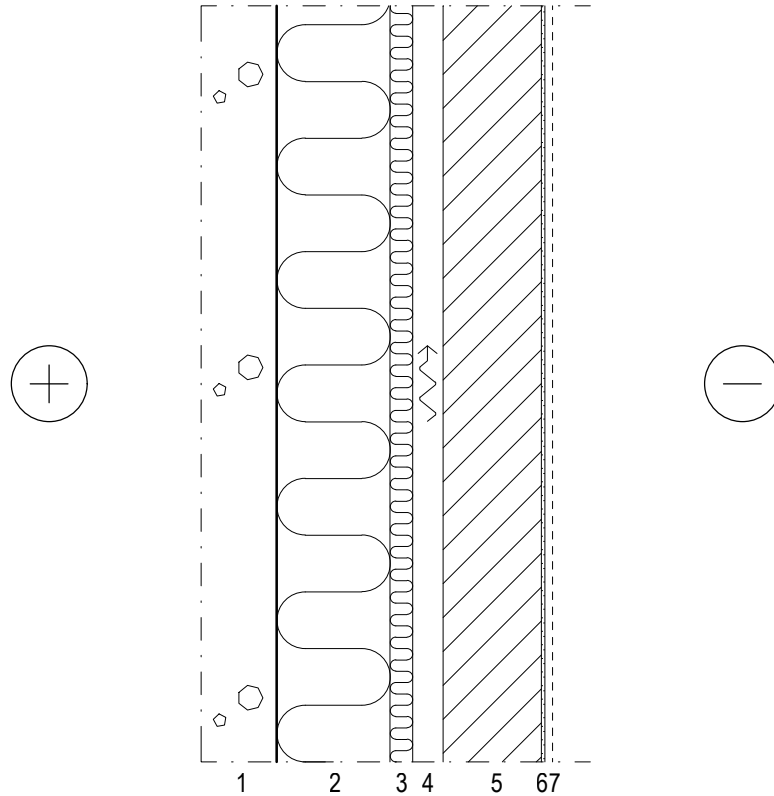
1	SEMENTTIKUITULEVY	
2	RISTIINKOOLAUS 22+22 mm	44 mm
3	TUULENSUOJAKIPSILEVY	9 mm
4	LASIVILLA, PUURUNKO	175 mm
5	MUOVI	
6	KIPSILEVY	13 mm
7	MAALI	



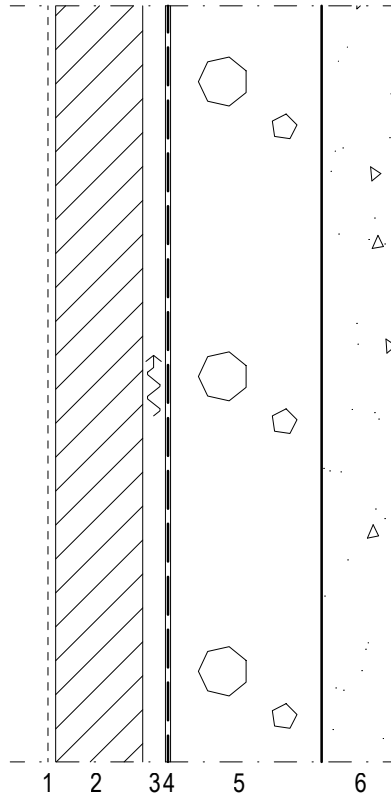
1	BETONI	
2	KIVIVILLA	85 mm
3	REIKÄTIILI	140 mm
4	ROISKERAPPAUS	40 mm
5	MAALI	



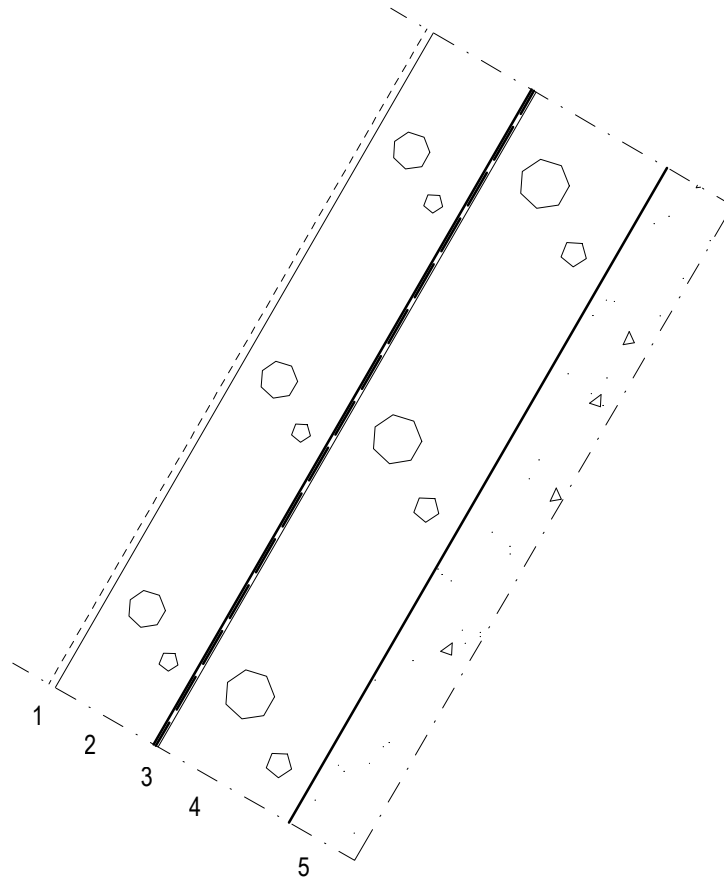
1	BETONI	
2	LASIVILLA	150 mm
3	TUULENSUOJAVILLA (PAPERIPINTAINEN (KUITUVAHVISTETTU) LASIVILLA)	30 mm
4	ILMAVÄLI	55 mm
5	REIKÄTIILI	130 mm
6	RAPPAUS	7 mm
7	MAALI	



1	BETONI	
2	LASIVILLA	150 mm
3	TUULENSUOJAVILLA (PAPERIPINTAINEN (KUITUVAHVISTETTU) LASIVILLA)	30 mm
4	ILMAVÄLI	55 mm
5	REIKÄTIILI	130 mm
6	RAPPAUS	7 mm
7	MAALI	

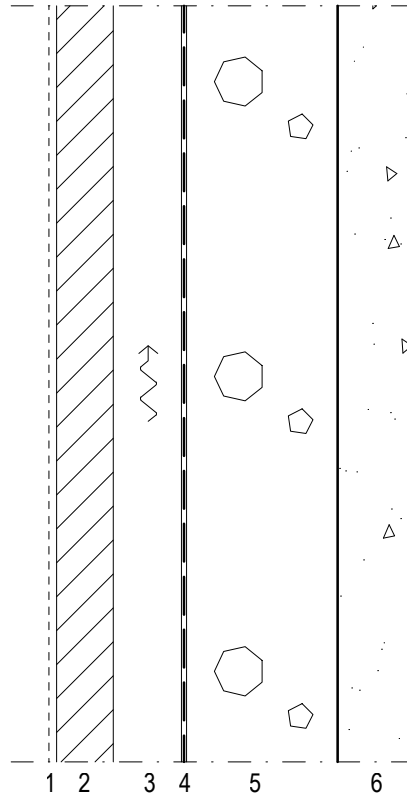


- | | | |
|---|----------------------|--------|
| 1 | MAALI | |
| 2 | UMPITIILI | 115 mm |
| 3 | ILMARAKO/LAASTIPURSE | 30 mm |
| 4 | BITUMISIVELY | |
| 5 | BETONI | |
| 6 | MAATÄYTTÖ | |

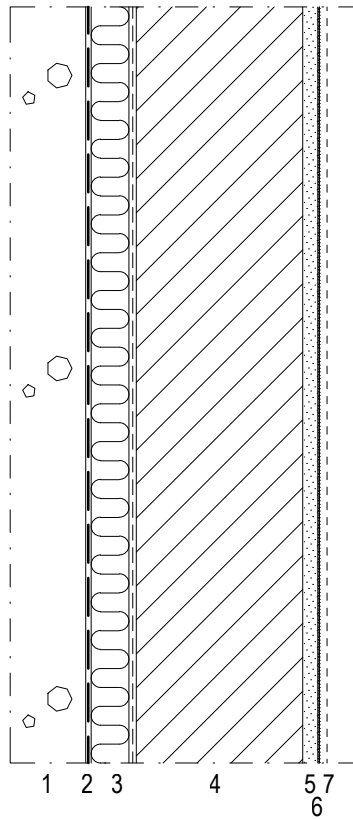


- 1 MAALI
- 2 BETONI
- 3 BITUMISIVELY
- 4 BETONI
- 5 MAATÄYTTÖ

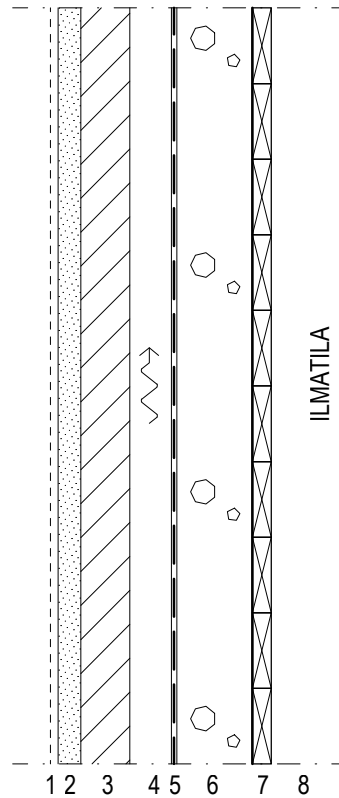
150 mm



- | | | |
|---|-------------------------------|-------|
| 1 | MAALI | |
| 2 | UMPITIILI | 75 mm |
| 3 | ILMARAKO/LAASTIPURSE | 90 mm |
| 4 | BITUMISIVELY (HUONOKUNTOINEN) | |
| 5 | BETONI | |
| 6 | MAATÄYTTÖ | |



- | | | |
|---|--------------------------------------|--------|
| 1 | BETONI | |
| 2 | BITUMISIVELY | |
| 3 | BITUMIPAPERIPINTAINEN MINERAALIVILLA | 50 mm |
| 4 | 1,5-KIVEN MUURAUS | 220 mm |
| 5 | RAPPAUS | 20 mm |
| 6 | HIENOTASOITE | 1-2 mm |
| 7 | MAALI | |



1	MAALI	
2	RAPPAUS	30 mm
3	PUNATIILI	65 mm
4	ILMARAKO	55 mm
5	BITUMISIVELY	
6	BETONI	100 mm
7	PUUMUOTTI	
8	ILMATILA	

SISÄLLYSLUETTELO

1	Laitteiden kalibrointi	3
2	Pintakosteuskartoitus	3
3	Rakennekosteusmittaukset	4
3.1	Viiltomittaus	4
4	Rakenneavaukset	5
5	Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus)	6
6	Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus	9
6.1	Aistienvaarainen puhtauden tarkistus	9
6.2	Tuloilmakanavien sisäpintojen pölyn mineraalikulitujen laskenta	9
7	Pitkäaikaiset paine-eromittaukset	10
8	Sisäilman lämpötila	11
9	Sisäilman suhteellinen kosteus	15
10	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	16
11	Ilmanvaihdon mittaukset	17
12	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit	18
12.1	Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä	19
13	Materiaalien VOC-emissiot (BULK)	20
	PVC, pehmittimenä DEHP, viitearvot	21
	TVOC 21	
	200 µg/m ³	21
	2-Etyyli-1-heksanoli (2-EH)	21
	70 µg/m ³	21
	PVC, pehmittimenä DINCH, DINP, tai DIDP, viitearvot	21
	TVOC 21	
	500 µg/m ³	21

2-Etyyli-1-heksanoli (2-EH)	21
50 µg/m ³	21
C ₉ -alkoholit	21
320 µg/m ³	21
Tasoitteet ja betonit, viitearvot	21
TVOC 21	
50 µg/m ³	21
2-Etyyli-1-heksanoli (2-EH)	21
40 µg/m ³	21
Linoleum, viitearvot	21
TVOC 21	
650 µg/m ³	21
Propanihappo	21
100 µg/m ³	21
14 PAH-materiaalinäyte	21
15 Olosuhdearviointi	22
15.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma	23
15.2 Rakennusosien riskitekijät	25
15.3 Ilmastointijärjestelmä	26
15.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	28

1 Laitteiden kalibrointi

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

- Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimet ja B50/LB70/LB71 -mittausanturit
- Vaisala HM40 ja HMI41 -mittalaitteet ja HMP40S, HM42 Probe ja HMP42 mittapää (rakennekosteusmittaukset)
- Gann UNI11-mittalaite ja Gann RH-T 37 BL flex 250, 16K25M mittapää (rakennekosteusmittaukset)
- Testo 435-4 -yhdistelmämittari
- Testo 512 -paine-eromittari
- Tinytag TGPR-0704 ja TGC-0046 (paine-eron seurantamittaukset)
- Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505 (sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset)
- Tinytag TGE-0010 (sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset)
- Miran DLS olosuhdemittausten loggerijärjestelmä
- Andersen-keräimen ilmapumppu (lisäksi ultraäänipesu kalibroinnin yhteydessä)

Kalibrointitodistukset saa nähtäville niitä erikseen pyydettyäessä.

2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus on ainetta rikkomaton ja suuntaa antava menetelmä, jossa tutkitaan lattia-, katto- ja seinäpinnoilta ns. poikkeama-alueita. Korkeat pintakosteudenosoittimen lukemat saattavat viitata kosteuteen rakenteissa. Mittaus on rakenteita rikkomaton ja nopea, mutta myös virhealtis.

Tutkimusvälineet

Pintakosteusmittaukset rakenteiden pinnoilta suoritettiin Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimilla ja B50/LB70/LB71 -mittausantureilla.

Tulosten tulkinta

Pintakosteudenosoittimien näytössä esiintyvät lukuarvot ovat välillä 0...199. Betonirakenteissa normaali lukuarvo vaihtelee yleensä välillä 50...90. Havaintojen tulokset ovat suuntaa antavia vertailuarvoja, jotka riippuvat rakenteen kosteuspitoisuuden lisäksi myös materiaaleista ja niiden kerrospaksuuksista. Tutkittavan alueen pintakosteuslukemia tulisi aina siksi verrata mahdollisuuksien mukaan ns. referenssialueeseen, jossa rakenteet ovat samanlaisia kuin tutkittavalla alueella. Mittalaite mittaa kosteuspitoisuutta koko mittaussyvyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspitoisuutta eri syvyyksillä. Pelkän pintakosteudenosoittimen lukemien perusteella ei tule tehdä päätöksiä purkutöistä, vaan rakennekosteusepäilyt tulee tarvittaessa tarkistaa luotettavammalla tutkimusmenetelmällä, esim. rakennekosteus- tai viiltomittauksella.

Epävarmuustarkastelu

Pintakosteudenosoittimella voidaan paikoittain saada vertailuarvoista poikkeavia tuloksia, jotka saattavat johtua esim. rakenteellisesta poikkeamasta, metallia sisältävästä tasoitteesta, raudoitteesta, kaapeleista, ym. Virhettä mittaukseen voi aiheuttaa mittapään asennon vaihtelu suhteessa mitattavaan pintaan sekä mittajan kosketus mittanturiin. Mittapäättä ei myöskään saa viedä n. 5 cm lähemmäksi nurkkaa, jolloin anturi mittaa sähkönjohtavuutta kahdesta eri pinnasta. Tutkimusmenetelmän käyttö edellyttää harjaantumista ja kykyä tulkita pintakosteudenosoittimen lukemia. Mittalaitteella voidaan melko nopeasti tutkia laajoja alueita ja havaita siellä olevia mahdollisia poikkeamia. Kelluvilla lattiapinnoitteilla, kuten laminaatilla, mittaus ei ole luotettava.

3 Rakennekosteusmittaukset

3.1 Viiltomittaus

Mittauksella tutkitaan lattiapinnoitteen, kuten muovimaton alapuoliseen liimapintaan kohdistuva kosteusrasitusta. Mittauksessa pinnoitteeseen tehdään viilto ja sitä irrotetaan hieman esim. taltalla. Viillon kautta pieni mittapää työnnetään pinnoitteen alle. Tämän jälkeen lattiapinnoitteen viiltokohta tiivistetään vesihöyrytiiviillä kitillä. Mittapään tasaantumisaika on n. 20 minuuttia. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 103333.

Tutkimusvälineet

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila ja lattiapinnoitteen alle tehty suhteellisen kosteuden mittaukset tehtiin Vaisalan mittapäillä. Käytettyjen mittauspäiden mallinumerot on esitetty mittauspöytäkirjassa.

Tulosten tulkinta

Mittausten tarkoituksena on selvittää, ylittyykö lattiapinnoitteen alla useimpien mattoliimojen kriittisenä pidettävä suhteellisen kosteuden arvo, joka on 85 %. Suhteellinen kosteus lattiapäällysteen alla liimatilassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Vanhemmissa lattiapinnoitemateriaaleissa suhteellisen kosteuden arvo lattiapinnoitteen alla olisi suositeltavaa olla alle 75 %, jotta voitaisiin olla varmoja liiman ja pinnoitteen kunnosta.

Lattiapinnoitteen viiltomittauksessa on hyödyllistä tehdä myös aistinvaraiset tarkastelut. Kun lattiapinnoitetta avataan mittapäätä varten, tulee tehdä havaintoja liiman tartunnasta, koostumuksesta, väristä ja hajusta. Mittaushetkellä kosteutta ei välttämättä enää ole, mutta viitteet siitä yleensä säilyvät.

Epävarmuustarkastelu

Mittalaitteiden epätarkkuus on esitetty kosteusmittauspöytäkirjassa. Mittausmenetelmällä on suositeltavaa tehdä riittävän monta mittauspistettä. Tällöin saadaan kattavasti rajattua alueet, joilla on poikkeavaa kosteuspitoisuutta. Referenssimittaukset ovat olennainen osa mittauksia, joilla selvitetään rakenteen ns. normaalitila. Mittausmenetelmää voidaan pitää tarkkana.

4 Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehdään rakennetyyppien selvittämiseksi ja rakenteen kunnon tarkistamiseksi. Samassa yhteydessä rakenteille voidaan tehdä kosteusmittauksia ja tarpeen mukaan ottaa materiaalinäytteitä haitta-aine- tai mikrobianalyysiä varten.

Kattavan rakenteellisen kuntotutkimuksen yksi perustehtävä on rakenneavaukset. Avauksia tarvitaan, jotta rakenteen tiiveyttä, kosteusfysikaalista toimintaa, kuntoa ja toteutustapaa voidaan tutkia kattavasti. Yleensä rakenneavauksilla tutkitaan myös

mahdollisten mikrobivaurioiden laajuutta ja vakavuutta. Rakennusmateriaalin mikrobivaurioista on kerrottu lisää kohdassa materiaalien mikrobianalyysit.

Kalusto

Rakenneavaukset betonirakenteisiin tehdään pääsääntöisesti $\varnothing 8 \dots 28$ mm iskuporakoneella ja $\varnothing 52 \dots 100$ mm timanttiporakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsahalla. Isommat rakenneavaukset betonirakenteisiin teetetään tarvittaessa ulkopuolisella toimijalla.

Tulosten tulkinta

Rakenneavausten yhteydessä materiaalien vaurioita voidaan arvioida aistinvaraisesti tai rakennekosteusmittauksin, mutta rakenteen vaurioitumisesta saadaan varmuus materiaalinäytteen mikrobianalyysillä. Rakenneavauksen yhteydessä selvitetään rakenteen mahdollisia ilmavuotoreittejä sisäilmaan, joka on olennainen osa rakenteen mikrobivaurion vaikutuksesta sisäilman laatuun.

Epävarmuustarkastelu

Rakenneavausten sijainti ja lukumäärä on olennainen osa tutkimuksen kattavuutta ja luotettavuutta. Rakenteelliset poikkeamat saattavat aiheuttaa väärän tulkinnan mahdollisten vaurioiden laajuudesta tai rakenteiden toteutustavasta. Joskus vanhat rakenteet on korjattu vain osittain, joka voi vaikeuttaa rakenteiden toteutustavan selvittämistä, mutta vaikeuttaa myös vaurioiden paikallistamista ja niiden laajuuden selvittämistä.

5 Rakenteiden tiiviyskoe (merkkiainetutkimus)

Merkkiainetutkimus on ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- tai välipohjarakenteiden tiiveyden tutkimista. Merkkiainetutkimusten avulla selvitetään rakenteiden ilmatiiveyttä sekä rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien tai radonin kulkeutumisreittejä sisätiloihin. Merkkiainetutkimuksella voidaan tutkia rakenteiden tiiveyttä eri tavoitetasoilla.

Lisätietoa tutkimuksesta löytyy RT-kortista 14-11197.

Mittauksen suoritus

Merkkiainekokeita voidaan (1) tehdä rakenteissa esiintyvälle epäpuhtauksille mahdollisen altistumisen arviointia varten, (2) rakenteista sisäilmaan olevien ilmapuhtausvaatimusten selvittämistä varten tai (3) tiivistyskorjausten laadunvarmistuksena.

1. Altistumisolosuhteiden arvioinnissa merkkiainekokeet tehdään tutkittaviin rakenteisiin sen hetkisin ns. tavanomaisilla olosuhteilla. Paine-ero tutkittaviin rakenteisiin nähden on tällöin yleensä pienempi, kuin seuraavissa tapauksissa.
2. Merkkiainekokeilla voidaan selvittää ilmapuhtausvaatimusten määrää ja laatua rakenteista sisäilmaan tarvittaessa koneellisella alipaineistuksella (yleensä n. 10 Pa alipaineessa).
3. Tiivistyskorjausten laadunvarmistuksena tutkittavat tilat alipaineistetaan merkkiainekokeiden ajaksi koneellisesti 10-15 Pascalia tutkittavaan rakenteeseen nähden. Rakennus ei normaalissa käyttötilassa ole yleensä näin alipaineinen.

Tarvittava paine-ero saadaan aikaan yleensä joko kiinteistön omaa ilmanvaihtoa manipuloiden (mm. ilmanvaihdon päätelaitteita peittämällä) tai erillisellä alipaineistuskalustolla, joka ylläpitää tavoiteltua paine-eroa automaattisesti tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipainetta voidaan luoda myös muilla erillisillä alipaineistuspuhaltimilla tai rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Paine-eroa seurataan yleensä lisäksi erillisellä paine-eromittarilla.

Tutkittavaan tilaan pyritään saamaan n.10 Pa alipaine tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipaineen luomiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, joka ylläpitää tavoiteltua paine-eroa automaattisesti tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipainetta voidaan luoda myös muilla erillisillä alipaineistuspuhaltimilla tai rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Paine-eroa seurataan lisäksi erillisellä paine-eromittarilla.

Kaasunsyöttöpiste- ja paine-eromittauspisteet tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä ja niiden ja kaasunsyöttölaitteiston tiiveys tarkistetaan ennen tutkimusta. Merkkiainetutkimuksessa merkkiainekaasua johdetaan tutkittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkitaan rakenneliittymien ja läpivientien kautta kaasuanalysaattorin avulla. Vuotopisteet ja -alueet merkitään, valokuvataan ja kirjataan ylös.

Tutkimusvälineet

Merkkiaineena käytettiin Formier 5 -seoskaasua, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä ja on siten tiheydeltään ilmaa vastaava seos. Merkkiaineena syötettiin kaasupulloon liitettyllä virtaussäätimellä, jolla kaasun syöttömäärää voidaan säätää. Merkkiainevuotojen tutkimiseen käytettiin Inficon Sensistor XRS 9012 -merkkiaineanalysaattoria. Merkkiainelaiteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10. Tutkimus suoritettiin pääsääntöisesti herkkyysasetuksella 5, mutta tarkemmassa paikallistamisessa tarvittaessa herkemmällä asetuksella.

Tulosten tulkinta

Vuotojen tulkinta on melko yksiselitteistä, mutta tutkimuksessa on otettava huomioon useita rakenteellisia seikkoja ja epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä. Katso tarkemmin kohta epävarmuustarkastelu.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden aikana tehtävässä merkkiainekeksessä pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmapuotoreittien määrä on pienentynyt ja rakenteeseen kohdistetaan tavanomaista korkeampi alipaineisuus.

Epävarmuustarkastelu

Merkkiainekaasun syöttömäärällä on suuri vaikutus tuloksiin. Liian pienellä kaasumäärällä merkkiainetta ei ole rakenteessa riittävästi, eivätkä isotkaan rakenteelliset ilmapuodot tule esille. Vastaavasti liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti. Olennainen osa tutkimusta on sopiva ja jatkuva paine-ero tutkittavaan rakenteeseen nähden. Paine-eroa tulee seurata aktiivisesti koko tutkimuksen ajan, jotta voidaan olla varmoja alipaineistuksen toimivuudesta tutkittavalla alueella. Tutkittavat rakenteet on oltava tiedossa tutkimusta tehdessä, jotta merkkiainetta voidaan syöttää oikeaan kohtaan rakennetta. Kaasunsyöttöpisteiden määrä on myös oltava riittävä rakenteeseen nähden, jotta kaikki vuotopaikat saadaan näkyville.

Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (merkkiaine saattaa läpäistä maalaamattoman kipsilevyn tai rapatun tiilimuurauksen, mutta jo pinnan maalaus pysäyttää kaasun etenemisen), mikä pitää tulkinnessa huomioida. Tunkeutuvuus

materiaalien läpi on merkkiaineelle hyvä ominaisuus, jos tavoitteena on ehkäistä mikrobien aineenvaihduntatuotteiden pääsy sisäilmaan.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden jälkeen tehtävässä merkkiainekokeessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmavuotoreittien määrä on pienentynyt.

Testo monitoimimittauslaitteen 435-4 paine-eron mittausvirhe on ± 1 %, kun mitattu paine-ero on alle 200 Pa. Paine-eromittalaitteen Testo 512 mittausvirhe on $\pm 0,5$ %. Paine-eromittalaitteen Miran DP-200 mittausvirhe on ± 3 %.

Retrotec-ovipuhallinlaitteiston puhaltimen ilmoittaman ilmamäärän tarkkuus on ± 5 %. Ovipuhallinlaitteiston paine-erosäätimen DM32-4A tarkkuus on ± 1 % tai $\pm 0,25$ Pa (joista suurempi on määräävä).

6 Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus

6.1 Aistienvarainen puhtauden tarkistus

Arvioidaan tuloilmakanavien puhtautta aistinvaraisesti. Puhtautta arvioidaan kanavaan kertyneen pölyjäämän mukaisesti. Vanhoissa kanavissa on tyypillisesti vaikeasti puhdistettavaa pinttynyttä likajäämää, joka ei poistu edes ilmanvaihtokanaviston puhdistuksessa. Suorakaidekanavissa (ns. kanttikanavat) pölyä jää tyypillisesti puhdistuksen jälkeen kanavan reuna-alueille.

6.2 Tuloilmakanavien sisäpintojen pölyn mineraalikuitujen laskenta

Tutkimuksella selvitetään, toimiiko tuloilmajärjestelmä kuitulähteenä. Tutkimuksessa otetaan näyte geeliteipillä tuloilmakanavan pinnalta, josta lasketaan kuitupitoisuus. Tavoitteena on selvittää, esiintyykö tuloilmakanavien sisäpinnoilla poikkeavia pitoisuuksia teollisia mineraalikuituja. Ilmanvaihtojärjestelmän teollisten mineraalikuitujen lähteitä arvioitiin tuloilmakanavan sisäpinnoille kertyneestä pölystä. Menetelmäkuvaukset on esitetty liitteenä olevassa analyysivastauksessa

Ilmanvaihtokanavan teollisten mineraalikuitujen pitoisuus on keskimäärin 10-30 kuitua/cm² (Työterveyslaitos). Ilmanvaihtokanavan kuitupitoisuuden suositusarvot perustuvat tekniseen puhtauteen (Työterveyslaitos). Virallisia viitearvoja tuloilmakanavien mineraalikuitumäärille ei ole olemassa. Tuloilmakanavien sisäpintojen mineraalikuitunäytteet tutkittiin polarisaatiomikroskoopin avulla.

Tarkemmat tutkimusmenetelmät esitetään laboratorion analyysivastauksessa.

7 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset

Paine-eromittauksella voidaan arvioida ilmanvaihdon toimivuutta, tasapainotilaa ja sen vaikutusta rakennuksen paine-eroihin tilakohtaisesti. Mittauksella voidaan myös arvioida mahdollisten epäpuhtauksien siirtymistä rakenteista sisäilmaan. Pitkäkestoisilla paine-eromittauksilla viitataan yleensä vähintään viikon, mutta yleensä kaksi viikkoa kestäviin paine-eron seurantamittauksiin.

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Dwyer Magnesence ja Pro dual -paine-eronäytöt ja Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgeri sekä Beck-anturi ja Tinytag TGC 0046 -paine-erologgeri avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on $\pm 1 \%$ (± 50 Pa).
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on $\pm 3 \%$ lukemasta, 0-pistetarkkuus $\pm 0,1$ Pa.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Rakennuksen ja ulkoilman välillä mitattuihin painesuhteisiin vaikuttavat rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä, rakennuksen sisälle lämpötilaeroista muodostuva paine-ero (savupiippuvaikutus) ja tutkimushetkellä vallinneet tuuliolosuhteet.

Vuonna 2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen (545/2015) soveltamisohjeen mukaan: *Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pascalia (Pa), niin*

alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Tällä vähennetään vuotoilmavirtauksia ja niiden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia.

Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Hetkellinen ylipaineisuus on mahdollista tuuliolosuhteista tai rakennuksen geometriasta johtuen, eikä vaadi korjaustoimenpiteitä.

Asumisterveysoppaan (Aurola R. ja Välikylä T., 2009) mukaan tilat, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0...-2 Pascalia alipaineisia ulkoilmaan nähden. Kokemusperäisesti voidaan todeta, että rakennus, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0...-5 Pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden, jolloin rakenteista ei tapahdu merkittäviä ilmapuotoja sisäilmaan päin.

8 Sisäilman lämpötila

Tutkimusvälineet

Sisäilman lämpötilan seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- (Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on lämpötila-alueella 0 °C...50 °C ± 0,35...0,5 °C.
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on ± 0,3 °C.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan lämpötilojen toimenpiderajat ovat seuraavat:

- Lämmityskaudella asuinhuoneistoissa lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +26 °C. Lämmityskauden ulkopuolella asuinhuoneiston lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +32 °C

- Lämmityskaudella palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +26 °C.
- Lämmityskauden ulkopuolella lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +32 °C
- Lämmityskauden ulkopuolella palvelutaloissa, vanhainkodeissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli +20 °C ja alle +30 °C

Suomen säädöskokoelman (1009/2017) mukaan uuden rakennuksen suunniteltu huonelämpötila tulee olla lämmityskaudella 21 °C, mutta voi vaihdella välillä 20-25 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä 20-27 °C. Rakennuksen huonelämpötilan on oltava suunniteltuna käyttöaikana viihtyisä, eivätkä ilman liike, lämpötilasäteily, lämpötilan vaihtelu, lämpötilaerot ja pintalämpötilat saa sitä heikentää.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan sisäilman operatiivisen lämpötilan tavoitearvot ovat seuraavat:

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 ¹⁾	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ ¹⁾	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 ¹⁾	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	$< 22,5 + 0,166 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$> 20,5 + 0,075 \times t_u$	$> 20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$< 23 + 0,2 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) ²⁾
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) ²⁾
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) ²⁾
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

¹⁾ S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.

²⁾ Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

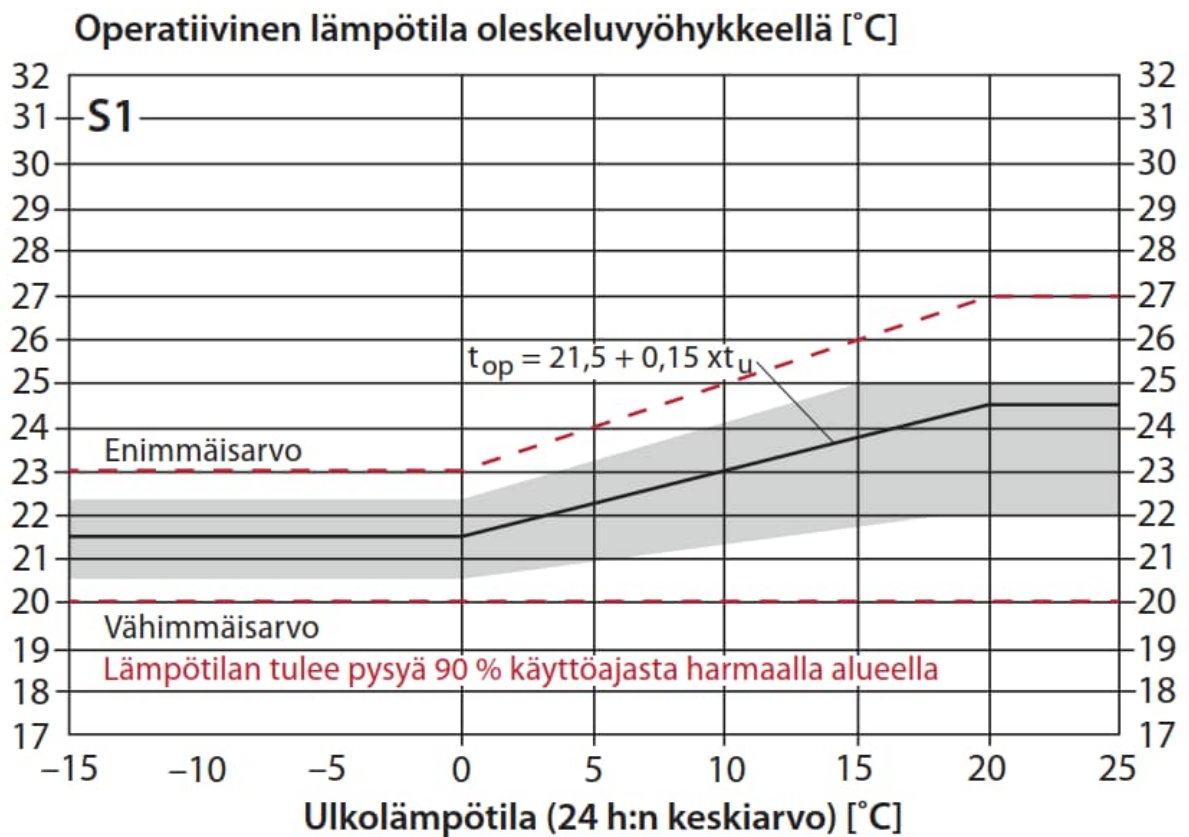
Kuva 1

Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

Kun huoneessa on suuria pintoja, joiden lämpötila eroaa ilman lämpötilasta, käytetään huonelämpötilan mittaamiseen operatiivista lämpötilaa. Operatiivinen lämpötila ottaa huomioon pintojen lämpötilat ja niiden vaikutuksen ihmisten lämmöntunteeseen sisätiloissa.

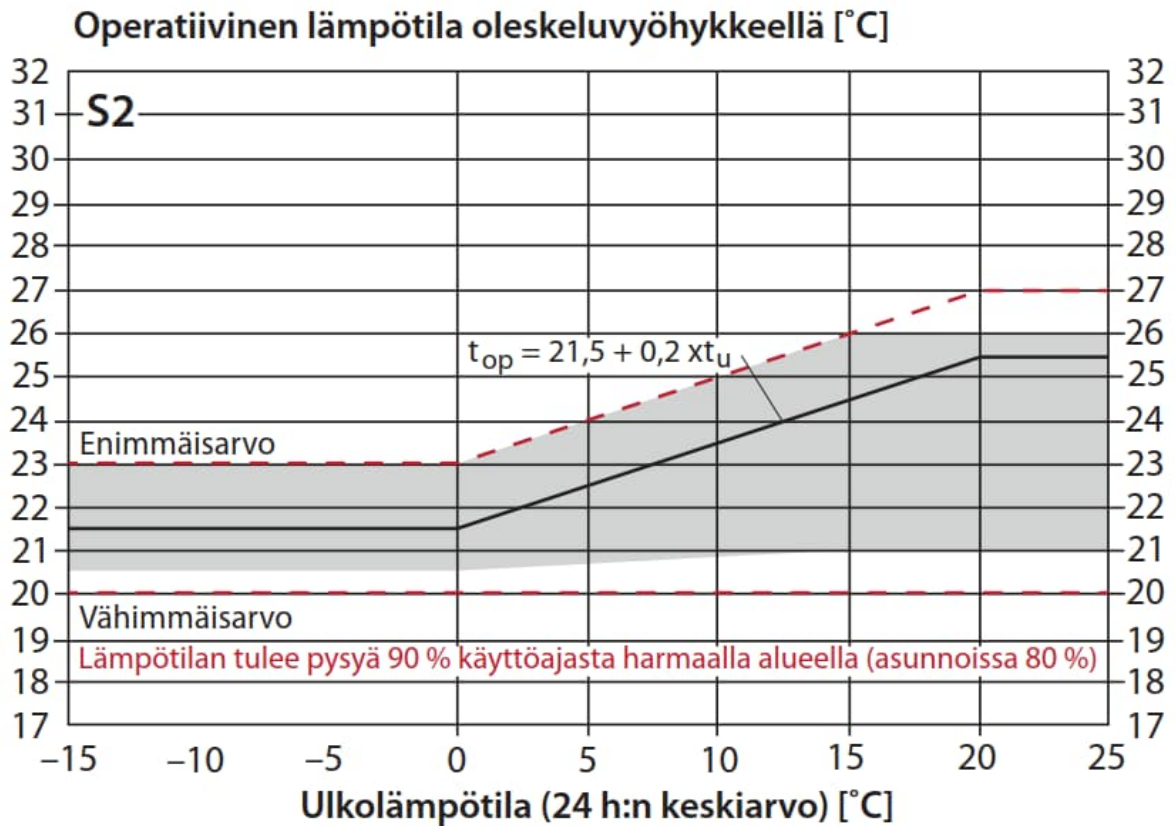
Ulkolämpötilalla t_u tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin alueella olosuhteiden pysyvyyden edellyttämä aika laskettuna rakennuksen suunnitellusta käyttöajasta. Lämpötilan yhden tunnin liukuva keskiarvo ei saa suunnitellulla käytöllä (mitoitussäällä tarkasteltuna käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja.

Operatiivinen lämpötila mitataan esimerkiksi nestepatsaslämpömittarilla tai sähköisellä anturilla oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin (työpisteessä 0,6 m) korkeudelta standardin SFS EN 12599 mukaisesti. Operatiivisen lämpötilan asemasta voidaan usein tarkastella huonelämpötilaa. Kuitenkin, jos pintojen lämpötilat poikkeavat selvästi ilman lämpötilasta (esim. huonosti eristetty vaippa, 2-lasiset ikkunat, suuret ikkunat, useita ulko-seiniä, lattian alla lämmittämätön tila, auringonsäteily, lattialämmitys, kattolämmitys, jäähdytyskatto), määritetään operatiivinen lämpötila laskemalla se ilman ja pintojen lämpötiloista tai mittaamalla esimerkiksi pallolämpömittarilla standardin SFS EN 12599 mukaisesti.



Kuva 2

S1-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.



Kuva 3

S2-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.

9 Sisäilman suhteellinen kosteus

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505 mittalaitteilla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on ± 3 %RH, kun lämpötila on 25 °C.
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on $\pm 1,8$ % (0...85 %RH).

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Huoneilman kosteus ei saa pitkäkestoisesti olla niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvuston riskiä (Sosiaali- ja

terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Tarkkoja sisäilman suhteellisen kosteuden vaihteluvälin raja-arvoja ei ole asetettu. Huoneilman suhteellisen kosteuden suositeltavana vaihteluvälinä on pidetty 20 – 60%. Tähän vaikuttaa kuitenkin ilmastolliset tekijät, eikä se aina ole saavutettavissa. Talviaikaan kovalla pakkasella sisäilman suhteellinen kosteus saattaa yleensä tippua melko matalalle. Jos sisäilma on erityisen kuivaa (< 20 %) pidemmän ajan, käyttäjät voivat tuntea sen epämiellyttäväksi. Alhaisella huoneilman kosteudella on todettu olevan yhteyttä hengitystieoireisiin.

Sisäilman suhteellista kosteutta tulisi tarkastella kosteuslisänä ulkoilman vallitsevaan kosteuspitoisuuteen verrattuna, tarkasteltaessa kosteuden vaikutusta rakenteisiin. Mikäli kosteuslisä on suurempi kuin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja sen pinnoilla lisääntyy (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016).

10 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan kaluston saatavuuden mukaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla:

- Tinytag TGE-0010 mittalaitteella. Käytetyn mittalaitteen mittaustarkkuus on ± 50 ppm.
- Miran DLS loggerijärjestelmällä, jonka mittaustarkkuus on ± 30 ppm tai ± 3 % luke-masta.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on suurempi kuin 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden yleisenä arvona voidaan pitää 400 ppm. 1550 ppm pitoisuuden ylittyessä huoneilmassa, toimenpiderajan voidaan katsoa ylittyvän.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat eri sisäilmastoluokissa seuraavat, kun ulkoilman hiilidioksiditasona pidetään 400 ppm*:

S1 < 750 ppm

S2 < 950 ppm

S3 < 1200 ppm

**Hiilidioksidipitoisuustavoite koskee ihmisperäistä hiilidioksidia. Olosuhteiden pysyvyyttä tarkastellaan yhden tunnin liukuvan keskiarvon avulla.*

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on riippuvainen sijainnista ja vuodenajasta. Talviaikaan hiilidioksidipitoisuus on kesäaikaan nähden hieman korkeampi, kun kasvillisuus on lumen peitossa. Kaupunkialueella ja liikennöidyillä alueilla hiilidioksidipitoisuus on myös tyypillisesti korkeampi.

Hiilidioksidin suuri pitoisuus sisäilmassa on yleensä viite tilan riittämättömästä ilmanvaihdosta ja voi aiheuttaa tilan käyttäjälle väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon huononemista.

11 Ilmanvaihdon mittaukset

Tutkimusvälineet

Alnor LoFlow 6200 balometrillä eli ns. huppumittarilla voidaan mitata suoraan ilmanvaihdon päätelaitteen ilmavirtausta. Sen mittausalue 4,7 ... 236 L/s, ja mittaustarkkuus $\pm (3\% + 2,4 \text{ L/s})$.

TSI Airflow TA430 termoaanemometrillä mitataan ilmavirran nopeutta. Mittarin mittausalue on 0 – 30 m/s. Mittarin mittaustarkkuus on $\pm 3\%$ lukemasta tai $\pm 0,015 \text{ m/s}$ sen mukaan, kumpi on suurempi.

HK Instruments PHM-V1 -mittarilla suoritettavat ilmamäärämittaukset suoritetaan paineeroon perustuen ja laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Mittarin mittaustarkkuus on $\pm 1,4\%$ mitattavasta paine-erosta. Ilmamäärien laskennassa käytetään laitevalmistajien ilmoittamia k-arvoja. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä $\pm 15 \%$ mittaustarkkuuteen. Tarkkuus kuitenkin heikkenee pienillä ilmamäärillä ja ilmavirtasäätimen ollessa säädettyinä ääriasentoonsa.

Miran DP-200 -mittarilla suoritettujen ilmamäärämittausten suoritetaan paine-eroon perustuen ja laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Mittarin mittaustarkkuus on $\pm 3\%$ mitattavasta paine-erosta. Ilmamäärien laskennassa käytetään laitevalmistajien ilmoittamia k-arvoja. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä $\pm 15\%$ mittaustarkkuuteen. Tarkkuus kuitenkin heikkenee pienillä ilmamäärillä ja ilmavirtasäätimen ollessa säädettynä ääriasentoonsa.

Viitearvot

Mitattuja ilmamääriä verrataan kohteen IV-suunnitelmien mukaisiin ilmamääriin, tai aiempien IV-mittauspöytäkirjojen arvoihin niiden ollessa tutkimuksen lähtötietoina.

Asunnon ilmanvaihdon ulkoilmavirran tulee olla käytön aikana vähintään $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$ neliometriä kohden kaikissa asuinhuoneissa. Ulkoilmavirralla tarkoitetaan tilaan johdettavan ulkoilman määrää. Ilmanvaihtomäärän vaatimus vastaa samaa kuin aiempi ilmanvaihtokertoimen vaatimus $0,5 \text{ l/h}$, jos asunnon huonekorkeus on $2,5 \text{ m}$.

Kouluissa, päiväkodeissa, ja muissa vastaavissa kohteissa Ilmanvaihdon mitoitus perustuu henkilömäärään toisin kuin asuntojen osalta. Muut oleskelutilat ovat tyypillisesti sellaisia tiloja, joissa henkilömäärä on tilojen kokoon nähden asuntoja suurempi ja riittävän ilmanvaihdon saavuttamiseksi tärkein mitoittava tekijä. Lähtökohtaisesti ilmanvaihdon tulee täyttää ilmanvaihdolle asetetut rakennusluvan aikana voimassa olleet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 annetut määräykset, huomioiden suunnitteluohjearvoissa sallittu $\pm 20\%$ toleranssi. Muiden oleskelutilojen tyypillisenä suunnittelumääräyksenä ulkoilmavirralla on $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ henkilöä kohden.

12 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä tavanomaisesta poikkeavaa mikrobikasvustoa.

Materiaalinäytteenotto

Materiaalinäytteet kerätään suljettaviin muovipusseihin. Materiaalinäytteenottoon käytetyt välineet puhdistetaan ennen jokaista näytteenottoa aseptisesti.

12.1 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä

Labroc Oy

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

Taulukko 1

Analyysitulosten merkintöjen selitykset (Labroc Oy).

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kok. määrä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30 - 49	---	---
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän, että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden ja hiivojen ja aktinomykeettien kokonaismäärät ovat pieniä, lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä. Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa seuraavan taulukon mukaisesti. Menetelmällä on Ruokaviraston hyväksyntä, jolloin suoraviljelytuloksia voidaan käyttää Asumisterveysasetuksen mukaisesti muun muassa kohteen terveyshaitan arviointiin.

Taulukko 2

Materiaalinäytteen suoraviljelytulosten tulkintamenettely käyttäen Labroc Oy:n validointiaineistoa.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalis	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit)
epäily mikrobikasvusta materiaalis	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

Menetelmän määrittäysraja on 1 pmy/0,5 ml. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 17 % ja aktinomykeeteille 31 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

13 Materiaalien VOC-emissiot (BULK)

Tutkimuksella on tarkoitus selvittää materiaalinäytteestä emittoituvien päästöjen määrää, jolla selvitetään tilassa olevien VOC-päästöjen lähdettä.

Tutkimusmenetelmä

Tutkittavasta pintarakenteesta otetaan materiaalinäyte (esim. tasoite, liima, muovimatto), joka kääritään folioon ja toimitetaan laboratorioon analysoitavaksi. Suositeltavaa on, että yhteen näytteeseen toimitetaan vain yhtä materiaalia.

Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Saatuja tuloksia verrataan Työterveyslaitoksen asettamiin viitearvoihin. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen asiakas- ja seurantanäytteiden BULK-emissioihin. Emittoituvien päästöjen määrä kerrotaan yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Taulukko 3

Työterveyslaitoksen esittämät viitearvot BULK-emissioista (Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilman kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille, 11.10.2023)

PVC, pehmittimenä DEHP, viitearvot	
TVOC	200 µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli (2-EH)	70 µg/m ³
PVC, pehmittimenä DINCH, DINP, tai DIDP, viitearvot	
TVOC	500 µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli (2-EH)	50 µg/m ³
C ₉ -alkoholit	320 µg/m ³
Tasoiitteet ja betonit, viitearvot	
TVOC	50 µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli (2-EH)	40 µg/m ³
Linoleum, viitearvot	
TVOC	650 µg/m ³
Propaanihappo	100 µg/m ³

Tarkemmat tutkimusmenetelmät esitetään laboratorion analyysivastauksessa.

14 PAH-materiaalinäyte

PAH-yhdisteet (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) ovat höyrymäisiä yhdisteitä, joita muodostuu orgaanisen materiaalin epätäydellisessä palamisessa. PAH-yhdisteitä sisältäviä tuotteita ovat pääasiassa puumateriaalien kyllästysaineet, bitumituotteet, asfaltti ja valuasfaltti. PAH-yhdisteitä pidetään terveydelle vaarallisina ja ne voivat aiheuttaa mm. hengitysärsytystä, iho-oireita ja syöpää. Vanhat materiaalit aiheuttavat voimakasta hajua yleensä vasta kun sen pintaa on rikottu. PAH-yhdisteitä (kreosootti) on käytetty eniten 1960-lukuun saakka ja vähenevissä nykypäivään saakka.

PAH-yhdisteiden on todettu imeytyvän viereisiin huokosiin rakennusmateriaaleihin, kuten puuhun, betoniin, tiileen, laastiin ja tasoiitteeseen, joka tulee ottaa huomioon mahdollisessa purkutyössä. Purettaessa materiaalista vapautuu ilmaan hiukkasmaisia

ja höyrymäisiä aineita ja ne kulkevat elimistöön hengitysilmassa tai kosketuksessa ihon läpi.

Tulosten tulkinta

PAH-yhdisteitä pidetään haitallisena, jos sen kokonaismäärä materiaalissa ylittää raja-arvon 200 mg/kg. Rajan ylittyessä jätteitä käsitellään vaarallisena jätteenä. Purkumateriaalien jäteluokituksesta ja purkutöiden suojaustarpeesta on kerrottu lisää ohjekortissa Ratu 82-0381. Tutkimusmenetelmät ja mittausepävarmuudet on esitetty laboratorion analyysivastauksessa.

15 Olosuhdearviointi

Yleistä olosuhdearviointinnista

Työterveyslaitoksen laatiman ”Ohje työpaikkojen sisäilmastoselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekijälle, 2022” mukaan: ”Olosuhdearviointi tehdään, kun rakennuksessa on tai siellä epäillä olevan rakennuksesta johtuvia sisäilman laatua ja olosuhteita heikentäviä tekijöitä, joiden koetaan aiheuttavan työnteekijöille haittaa tai oireita. Olosuhdearviointi on tarpeen myös, kun työterveyslääkäriltä halutaan arvio tilojen terveydellisestä merkityksestä työnteekijöille tai viranomaisen edellyttää terveydellisen merkityksen arvioimista. Olosuhdearviointia voi hyödyntää työympäristön ja työhyvinvoinnin kehittämässä ilman terveydellisen merkityksen arviointiakin”.

”Olosuhdearviointin tekemiseksi tarvitaan tietoa rakennus- ja ilmanvaihtoteknisistä tekijöistä, mahdollisista epäpuhtauslähteistä, vuotoilman kulkeutumisesta sekä sisäilman laadusta ja olosuhteista. Olosuhdearviointi voidaan tehdä myös aiemmin tehdyn, ajantasaisen, tutkimustiedon pohjalta. Olosuhdearviointia ei tule tehdä, jos tietoa ei ole riittävästi. Aiemmin tehtyjä tutkimuksia täydennetään tarvittaessa lisätutkimuksilla”.

”Olosuhdearviointi on kriteerien ja pisteiden avulla tehtävä arvio. Olosuhdearviointi tehdään arvioimalla neljää osa-aluetta arviointikriteerien avulla. Arvioitavat osa-alueet ovat rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma, rakennusosien riskitekijät, ilmastointijärjestelmä sekä biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät. Arvioinnissa kukin osa-alue saa pisteitä, jotka lasketaan yhteen. Kokonaispistemäärän perusteella arviointitulos

sijoittuu luokkiin A-D. Kullekin luokalle on ohjeessa esitetty laadullinen kuvaus ja toimenpidetarve. Toimenpide voi olla korjaus tai joku muu sisäilman laatua ja olosuhteita parantava toimenpide”.

Olosuhdearvioinnin tulos esitetään neliportaisen asteikon (A-D) mukaisesti yhteenlasketun pisteytyksen perusteella (Työterveyslaitos, 2022):

- A. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä.
- B. Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä.
- C. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 5–8 pistettä.
- D. Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 9–12 pistettä.

Työterveyslaitoksen ohjeen mukainen pisteytys on esitetty seuraavissa kappaleissa.

15.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

- 0 pistettä; Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on epätodennäköistä.
 - Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja epätiivistä materiaalia ei ole.
 - Vuotoilmareitit ovat pistemäisiä.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti ei lisää epäpuhtaan vuotoilman riskiä.
 - Ilmatiiviys on erittäin hyvä tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä parempi.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua ei kulkeudu rakennusosasta sisäilmaan.
 - Käyttöaikainen alipaine ei lisää vuotoilman kulkeutumista.

- 1 piste; Vuotoilmareittejä on vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on mahdollista.
 - Vuotoilmareittejä tai epätiivistä materiaalia on vähän.
 - Vuotoilmareitit ovat pieniä tai epätiivistä materiaalia on pienialaisesti.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti voi lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä vähän.
 - Ilmatiiviys on hyvä tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräysten mukainen.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan ajoittain.
 - Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista vähän.
- 2 pistettä; Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu.
 - Vuotoilmareittejä tai epätiivistä materiaalia on jonkin verran.
 - Vuotoilmareitit ovat keskikokoisia tai epätiivistä materiaalia on laaja-alaisesti.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti voi lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä jonkin verran.
 - Ilmatiiviys on keskimääräinen tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä heikompi.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan lähes kokoaikaisesti.
 - Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista jonkin verran.
- 3 pistettä; Vuotoilmareittejä on paljon ja vuotoilmaa kulkeutuu runsaasti.
 - Vuotoilmareittejä tai epätiivistä materiaalia on paljon.
 - Vuotoilmareitit ovat suuria tai epätiivistä materiaalia on erittäin laaja-alaisesti.
 - Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti voi lisätä epäpuhtaan vuotoilman riskiä paljon.
 - Ilmatiiviys on heikko tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä paljon heikompi.
 - Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan kokoaikaisesti.

- Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista paljon.

15.2 Rakennusosien riskitekijät

- 0 pistettä; Rakennusosissa ei ole sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavia riskitekijöitä.
 - Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia ei ole.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä ei rakennusosissa ole.
 - Näkyviä kosteusvaurioita ei ole.
 - Poikkeavaa kosteutta ei ole.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti M1-luokkaa tai niihin rinnastettuja materiaaleja
- 1 piste; Rakennusosissa on vähän riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.
 - Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on yksi.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä on rakennusosissa vähän.
 - Näkyviä kosteusvaurioita on vähän ja ne ovat pieniä.
 - Poikkeavaa kosteutta on pienialaisesti ja vähän.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti M2-luokkaa ja/tai materiaaleihin sisältyy vähän päästöriskejä.
- 2 pistettä; Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.
 - Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on kaksi tai kolme.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä on rakennusosissa jonkin verran.
 - Näkyviä kosteusvaurioita on jonkin verran ja ne ovat pieniä tai keskikokoisia.
 - Poikkeavaa kosteutta on laaja-alaisesti yksittäisessä rakennusosassa tai pienialaisesti useassa eri rakennusosassa.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti luokittelemattomia ja materiaaleihin sisältyy jonkin verran päästöriskejä.

- 3 pistettä; Rakennusosissa on paljon riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.
 - Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on yli kolme.
 - Epäpuhtauslähteiden riskejä on rakennusosissa paljon.
 - Näkyviä kosteusvaurioita paljon ja ne ovat keskikokoisia tai suuria.
 - Poikkeavaa kosteutta on laaja-alaisesti ja useassa eri rakennusosassa.
 - Tilapinnat tai tilavarusteet ovat luokittelemattomia ja materiaaleihin sisältyy paljon päästöriskejä.

15.3 Ilmastointijärjestelmä

- 0 pistettä; Ilmastointijärjestelmä edistää hyvää sisäilman laatua ja olosuhteita.
 - Järjestelmä on suunniteltu nykyisiä määräyksiä paremmaksi ja toimii/käytetään hyvin.
 - Rakennusautomaatio on ja se toimii hyvin kaikissa käyttötilanteissa ja asetukset ja ohjaukset ovat kunnossa.
 - Järjestelmä on hyväkuntoinen ja puhdas eikä sisällä epäpuhtauslähteiden riskitekijöitä.
 - Järjestelmästä johtuva ylipaine ei aiheuta kosteusrasitusta rakennusosiin.
 - Järjestelmästä johtuva alipaine ei lisää vuotoilman kulkeutumisriskiä.
 - Tilojen ilmapirrat ja lämpötilat ovat toteutuneet suunniteltujen tavoitetasojen (S1, S2) mukaan.
 - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on erinomaista ja järjestelmä ei aiheuta melua.
 - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii hyvin ja on aistinvaraisesti puhdas.
- 1 piste; Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilman laatua ja olosuhteita.
 - Järjestelmän toiminta ja käyttötapa eivät todennäköisesti heikennä sisäilman lämpöolosuhteita.

- Rakennusautomaatio on ja se toimii oikein käyttöaikoina, mutta sen toiminnassa on puutteita käyttöaikojen ulkopuolella.
 - Järjestelmässä on epäpuhtauslähteitä, joista ei todennäköisesti kulkeudu epäpuhtauksia sisäilmaan.
 - Järjestelmän ylipaine voi aiheuttaa ajoittain kosteusrasitusta rakennusosiin.
 - Järjestelmän alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä.
 - Tilojen ilmavirrat ovat suunnitelmien ja nykyisten ilmanvaihtomääräysten mukaisia.
 - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on hyvää ja järjestelmä ei aiheuta melua.
 - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii hyvin, mutta se voi toimia epäpuhtauslähteenä.
- 2 pistettä; Ilmastointijärjestelmä toimii tavanomaisesti, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.
- Järjestelmän toiminta ja käyttötapa voivat todennäköisesti heikentää sisäilman lämpöolosuhteita.
 - Rakennusautomaatiota ei ole tai on, mutta sen toiminta on epäselvä tai automatiikan toiminnassa on puutteita.
 - Järjestelmässä on epäpuhtauslähteitä, joista epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.
 - Järjestelmän ylipaine voi aiheuttaa lähes kokoaikaisesti kosteusrasitusta rakennusosiin.
 - Järjestelmän alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä paljon.
 - Tilojen ilmavirrat ovat aiempien rakennuslupavuoden suunnitelmien tai ilmanvaihtomääräysten mukaisia.
 - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on tavanomaista ja/tai järjestelmä aiheuttaa melua paikallisesti.
 - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii, mutta se voi toimia epäpuhtauslähteenä tai aiheuttaa vetoa.
- 3 pistettä; Ilmastointijärjestelmä toimii huonosti ja heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.

- Järjestelmän toiminta ja käyttötapa heikentävät erittäin todennäköisesti sisäilman lämpöolosuhteita.
- Rakennusautomaatio on, mutta se ei ole toimiva tai automatiikan toiminnassa on merkittäviä puutteita.
- Järjestelmässä on useita epäpuhtauslähteitä, joista epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.
- Järjestelmän ylipaine voi aiheuttaa kokoaikaisesti kosteusrasitusta rakennusosiin.
- Järjestelmän alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä erittäin paljon.
- Tilojen ilmavirrat eivät ole rakennuslupavuoden suunnitelmien tai ilmanvaihtomääräysten mukaisia.
- Aistinvaraisesti arvioitu sisäilma on huonoa ja/tai järjestelmä aiheuttaa melua laajasti.
- Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii huonosti ja voi toimia epäpuhtauslähteenä tai aiheuttaa vetoa.

15.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät

- 0 pistettä; Kaikki mittaus- ja/tai analyysitulokset täyttävät vaaditut tai suositellut ohjearvot, raja-arvot, viitearvot tai toimenpiderajat.
- 1 piste; Yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.
- 2 pistettä; Useat mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.
- 3 pistettä; Suurin osa mittaus- ja/ tai analyysituloksista ei täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa.

Kohde: Ilmajoen lukio
Työnumero: 32-1479
Mittaaja: Jouko Pekkarinen, Jukka Lehtinen
Mittausajankohta: 5.11.2025
IV-koneiden käyntitiedot:

Päivitetty:

Mittalaitteet ja niiden mittaustarkkus:

HK-Instruments, PHM-V1, 1,4 % luetusta arvosta.
Alnor LoFlow 6200 balometri, mittausalue 4,7 ...
236 L/s, mittaustarkkuus $\pm (3\% + 2,4 \text{ L/s})$.
Kalibrintipöytäkirjat saa nähtäville niitä erikseen
pyydettyäessä.

Kone	Tila	Tuloilma						Poistoilma					
		Venttiili	k-arvo	Paine [Pa]	Mitattu [l/s]	Suunniteltu [l/s]	%	Venttiili	k-arvo / as.	Paine [Pa]	Mitattu [l]	Suunniteltu [l/s]	%
TK3	160 Kanslia	Kanavamittaus			35	31	13 %	URH-125	+6	101,5	29	26	12 %
TK3	141 Kuraattori	STQA-100	As: 10	55,2	22	22	0 %	URH-100	-3	120,4	13	14	-7 %
TK3	144 Monistus	TLB-160	18,8	7,6	52	48	8 %	URH-125	+11	85,8	32	32	0 %
									+12	102,0	35	32	9 %
TK3	157 Työpisteet	STQA-100	As: 10	56,6	23	21	10 %	URH-125	+1	88,0	22	21	5 %
TK5	148 WC							URH-100	+12	27,5	12	20	-40 %
TK5	149 WC							URH-100	+12	25,7	12	20	-40 %
TK5	150 Suihku							URH-100	+6	32,0	10	15	-33 %
TK5	147 Pukuh.	THB-160	21,9	2,9	38	50	-24 %						
TK3	222 Näyttämö	PRA-200	as1	151,5	87			PRA250	as 4,5	79,7	267	222	20 %
			as1	157,5	89								
			as1	164,0	91								
				yht:	267	222	20 %						
TK1	216 Luokka	PRA250	as4,5	15,3	118			PRA250	as 3,5	118,3	239	222	8 %
		PRA250	as4,5	3,8	59 *)								
				yht:	118	222	-47 %						
		*) huom tulosuuttimesta n. 23-27Pa molemmat, toinen PRA näyttää väärin ilmeisesti											
TK1	212 Luokka	PRA250	as 4,5	18,1	128			PRA250	as 4	73,2	219	222	-1 %
		PRA250	as 6	3,8	104								
				yht:	232	222	5 %						
TK1	207 Luokka	PRA250	as 4,5	22,5	143			PRA250	as3,5	101,4	222	216	3 %
		PRA250	as 4,5	8,7	89								
				yht:	232	226	3 %						
TK1	106 Luokka	PRA250	as5	37,7	220	222	-1 %	PRA250	as5	28,1	190	219	-13 %