
**KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
JUUPAJOEN KOULUKESKUS – TYÖPAJA**



SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleiset tiedot kohteesta	4
1.1	Tutkimuskohde.....	4
1.2	Tutkimuksen tausta ja tavoite.....	4
1.3	Tutkimuksen aikataulu	4
1.4	Lähtötiedot	5
1.5	Tutkimuksen tekijä ja vastuuhenkilöt	6
2	Suoritettut tutkimukset.....	7
2.1	Rakennuksen ulkopuoliset kuivatusrakenteet	7
2.1.1	Tutkimukset ja havainnot.....	7
2.1.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	8
2.2	Alapohjarakenteet	8
2.2.1	Tutkimukset ja havainnot kellari	8
2.2.2	Tutkimukset ja havainnot opetustilat	11
2.2.3	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	13
2.3	Kellarin seinärakenteet.....	14
2.3.1	Tutkimukset ja havainnot.....	14
2.3.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	16
2.4	Välipohjarakenteet	17
2.4.1	Tutkimukset ja havainnot.....	17
2.4.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	19
2.5	Väliseinärakenteet	19
2.5.1	Tutkimukset ja havainnot.....	19
2.5.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	19
2.6	Ulkoseinärakenteet.....	19
2.6.1	Tutkimukset ja havainnot.....	19
2.6.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	23
2.7	Yläpohjarakenteet	23
2.7.1	Tutkimukset ja havainnot.....	23
2.7.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	25

2.8	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	26
2.8.1	Tutkimukset ja havainnot.....	26
2.8.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	27
2.9	Sisäilma ja olosuhteet.....	27
2.10	Tutkimukset ja havainnot.....	27
2.10.1	Aistihavainnot	27
2.10.2	Paine-ero rakennusvaipan ylitse.....	28
2.10.3	Sisäilman olosuhteet.....	29
2.10.4	Lämpökamerahavainnot	30
2.10.5	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	31
3	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen tarkastelu.....	32
4	Altistumisolosuhteen arviointi	33
4.1	Yleiset tiedot altistumisolosuhteen arvioinnista.....	33
4.2	Johtopäätös kohteen altistumisolosuhteesta.....	33
5	Yhteenveto ja toimenpidesuosituksset	34
	Liite 1 – Käytetyt mittalaitteet.....	36
	Liite 2 – Käytetyt tutkimusmenetelmät	38
	Liite 3 – Sovelletut asetukset ja ohjeet	39

1 YLEISET TIEDOT KOHTEESTA

1.1 TUTKIMUSKOHDDE

Alla olevassa taulukossa on esitetty kohteen keskeiset perusominaisuudet.

Kohteen nimi	Juupajoen koulukeskus – työpaja
Kohteen osoite	Koulutie 1, 35500 Korkeakoski
Käyttötarkoitus	peruskoulu
Rakennusvuosi	1960-luku
Kerrosluku	1 + osittaiset kellaritilat
Runkomateriaalit kantava runko	betoni
Alapohjan rakennetyyppi	maanvastainen
Julkisivumateriaali	tiili, levyverhous, betoni
Kattomuoto ja katemateriaali	harjakatto, pelti
Ilmanvaihto	koneellinen tulo ja poisto, lämmöntalteenotto
Lämmitysjärjestelmä	kaukolämpö

1.2 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE

Tutkimuskohteena oli Juupajoen koulukeskukseen kuuluva erillinen työpajarakennus. Koulukeskuksen muut rakennukset eivät sisällyneet tutkimukseen.

Rakennus on alkujaan ollut asuinkäytössä rivitalona. Kellarin kanssa on ollut kosteusteknisiä haasteita, minkä lisäksi epäilyjä sisäilmaongelmista on esiintynyt. Taustatiedot ovat näin ollen hyvin vastaavat kuin aiemmin tutkitulla ala-asterakennuksella (Terveet talot Oy: Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, 10.1.2025).

Rakennukseen kohdistettiin kokonaisvaltainen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus kosteus- ja mikro-bivaurioihin sekä sisäilmaongelmiin liittyvän korjaustarpeen määrittämiseksi.

1.3 TUTKIMUKSEN AIKATAULU

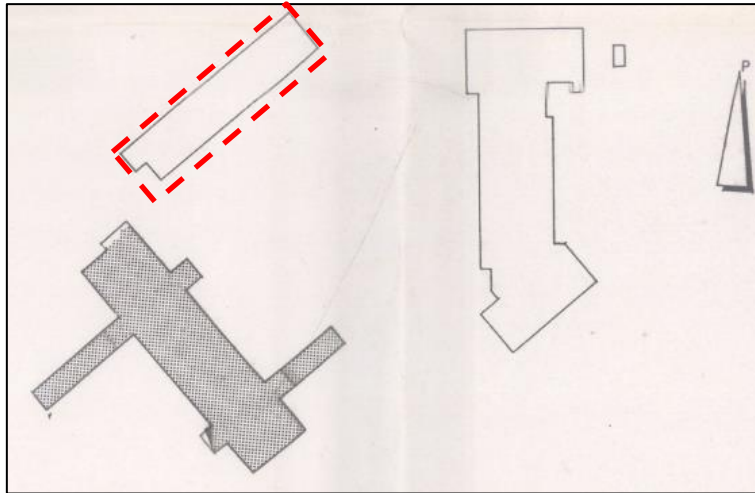
Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus suoritettiin 25.2.2025. Seurantamittausten purku suoritettiin 10.3.

1.4 LÄHTÖTIEDOT

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen lähtötietoina oli käytössä seuraavat asiakirjat:

- LVI-pohjakuva, muutostyöt, 29.11.1991.
- Conner Oy: PTS-Kuntoarvio, 25.10.2022, 37 sivua.

Kohteessa on suoritettu LVISR-peruskuntoarvio kolme vuotta sitten. Kuntoarviossa on suositeltu lyhyellä aikavälillä mittavaa peruskorjausta rakennukselle. Kuntoarviossa on havaittu kellaritilojen kosteusvauriot sekä rakenteiden yleinen ikääntyminen (ks. alkuperäinen raportti).



Kuva 1.1. Tutkimus rajautui Juupajoen koulukeskuksen Työpaja-rakennuksen, joka on korostettu kuvaan punaisella.

Mitään kohteen rakennekuvia tai muita rakentamiseen liittyviä asiakirjoja ei ollut käytettävissä tutkimuksen suorituksen yhteydessä. Asiakirjojen saatavuutta on vielä hyvä selvittää varsinkin, jos hankesuunnittelussa päädytään rakennuksen korjaamiseen.



1.5 TUTKIMUKSEN TEKIJÄ JA VASTUUHENKILÖT

Tutkimuksen vastuuhenkilö

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21

Johtava asiantuntija, tekniikan tohtori

0400 934 893

petri.annila@terveettalot.fi

Tutkimuksessa suoritettavat rakenneavaukset on suorittanut tilaajan nimeämä rakennusurakoitsija. Rakennusavauksen sijainti ja sisältö on määritetty rakennusterveysasiantuntijan toimesta ja tämä on valvonut rakennusavauksen suorittamisen. Rakennusterveysasiantuntija on suorittanut itse kaikki tutkimukseen liittyvät mittaukset ja näytteenotot.

2 SUORITETUT TUTKIMUKSET

2.1 RAKENNUKSEN ULKOPUOLISET KUIVATUSRAKENTEET

2.1.1 Tutkimukset ja havainnot

Kohteen pohjatutkimusta, perustamistapalausuntoa tai vastaavia asiakirjoja ei ollut käytössä kuntotutkimuksen lähtötietona. Geologian tutkimuskeskus GTK:n Maankamara-palvelun mukaan alueen perusmaa on karkeaa hietaa (raekoko 0,2...0,06 mm).

Saadun tiedon mukaan maaperän kantavuuden kanssa on ollut haasteita rakennusvaiheessa ja viereisen sahan tärinät ovat mahdollisesti aiheuttaneet maaperän häiriintymistä. Rakennuspaikan pohjaolosuhteita voidaan sitten pitää suhteellisen haastavana.

Rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden aiemmista korjauksista ei ollut tietoa kuntotutkimuksen yhteydessä. Kellarista tehtyjen havaintojen perusteella rakennukseen on kohdistunut ulkopuolelta ja maaperästä pitkäkestoisesti koholla olevaa kosteusrasitusta, joka jatkuu edelleen. Kellarista tehtyjen havaintojen mukaan kosteutta nousee kellarin maanvastaisiin rakennusosiin kapillaarisesti. Lisäksi maaperän suunnasta diffuusiolla liikkuva kosteus rasittaa maanvastaisia rakennusosia.

Lattiatason ero maanpintaan nähden on vähäinen. Sokkelikorkeutta voidaan pitää matalana, vaikka betonielementeissä ei varsinaista sokkelilinjaa kaikin osin ole.



Kuva 2.1. Yleiskuvia piha-alueesta: tontti rakennuksen ympärillä on melko tasainen. Nykyisellään katto-vesiä ohjataan vaihtelevan mittaisilla putkilla etäämmäksi sokkeleista ja rakennuksesta.

2.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Mikäli rakennukseen kohdistetaan peruskorjaushanke, jossa sisäilman riittävä laatu halutaan varmistaa pitkällä tähtäimellä, tulee rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden korjaus sisällyttää hankkeeseen. Alkuperäisten asennusten tekninen käyttöikä on ylittynyt. Suositellaan rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden kokonaisvaltaista korjaamista ohjeiden *RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet* sekä *RIL 126-2020 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus* esittämien periaatteiden mukaisesti.

Pohjaolosuhteet ja näiden vaikutus korjaushankkeen sisältöön on syytä tarkastella tarkemmin viimeistään tulevan hankkeen suunnitteluvaiheessa.

2.2 ALAPOHJARAKENTEET

Suoritettujen rakenneavausten perusteella alapohjarakenteessa on käytetty kahta rakennetyyppiä. Kellarikerroksessa on maanvarainen betonilaatta, jossa rakenteen keskellä on paksu bitumisively kahden valukerroksen välissä.

Kellarittomalla osuudella opetustiloissa alapohjarakenne on kaksoislaattarakenne: pintabetonilaatta, lämmöneriste ja pohjabetonilaatta. Lämmöneristeenä kaksoislaattarakenteessa on tojalevyä (sementtilastulevyä).

2.2.1 Tutkimukset ja havainnot kellari

Rakenneavaus AV1

Rakenneavaus AV1 suoritettiin talon luoteispäädyn kellariin. Rakenneavauksen kohdalla alapohjarakenne oli seuraava:

- maali
- tasoitekerros 10-20 mm
- pintabetonilaatta n. 60 mm
- bitumisively
- pohjabetonilaatta n. 60 mm
- hiekka.

Hiekka oli aistinvaraisesti arvioiden märkää. Timanttiporaus suoritettiin märkäporauksena, mutta hiekassa havaittu kosteus ei kuitenkaan johtunut arviolta yksinomaan porauksessa hiekkaan päässeestä vähäisestä vedestä.

Bitumisivelyä rikottaessa ei havaittu PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Bitumisivelystä ei otettu PAH-materiaalinäytettä asian varmistamiseksi.



Kuva 2.2. Yleiskuvia kellarin alapohjarakenteen porauslieriöistä. Bitumisively erottui rakenteesta selkeästi.

Pintakosteuskartoitus

Kellarikerroksen lattiaan suoritettiin karkean tason pintakosteuskartoitus. Pintakosteusmittaukset viittaavat koholla oleviin kosteuspitoisuuksiin koko kellarissa. Mittarin antama arvio suhteellisesta kosteudesta betonilattassa vaihteli 85...95 %RH tasossa.

Kosteusmittaukset

Ilmanvaihtokonehuoneen (tila 0111) lattian muovimaton alle suoritettiin viiltomittaus. Mittari asennettiin muovimaton alle mattoon tehdyn reiän kautta. Reikä tiivistettiin tämän jälkeen. Mittarin tasaantumisaika oli vähintään 2 tuntia. Mittaustulokset on koottu oheiseen taulukkoon. Kokonaismittaustarkkuudeksi arvioidaan ± 5 %RH.

Muovimaton alle suoritettun viiltomittauksen perusteella maton alla on selkeää kosteuskertymää ja korkea kosteuspitoisuus mahdollistaa akuutin kosteus- ja mikrobivaurioitumisen. Korjaamaton kosteusvaurio ylittää asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Muovimatto on osittain irronnut alustasta.

Taulukko 2.1. Kellarin alapohjarakenteeseen kohdistettujen kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	Sijainti	Tila	Lämpötila	Suhteellinen kosteus	Kosteussisältö
VM2	viiltomittaus	0111	+17,0 °C	93,2 %RH	13,5 g/m³
SISÄ2	sisäilma, lattia	0111	+16,6 °C	36,6 %RH	5,2 g/m ³

Lisäksi väliovien kynnyksistä ja karmeista mitattiin kosteuspitoisuuksia pistokokein. Mittaustulokset olivat järjestettynä 17,8 p-%, 19,5 p-%, 19,5 p-%, 19,8 p-%, 20,3 p-% ja 20,8 p-%. **Kosteuspitoisuudet ovat koholla ja pääsääntöisesti ylittävät puurakenteiden kosteusvaurioitumisen raja-arvon 18 p-%.**



Kuva 2.3. Kellarin alapohjan betonilaatan läpi nousevan kosteuden mukana kulkeva suola kiteytyy rakenteen pintaan kalkkihärmäksi ja rikkoo maalipinnan.

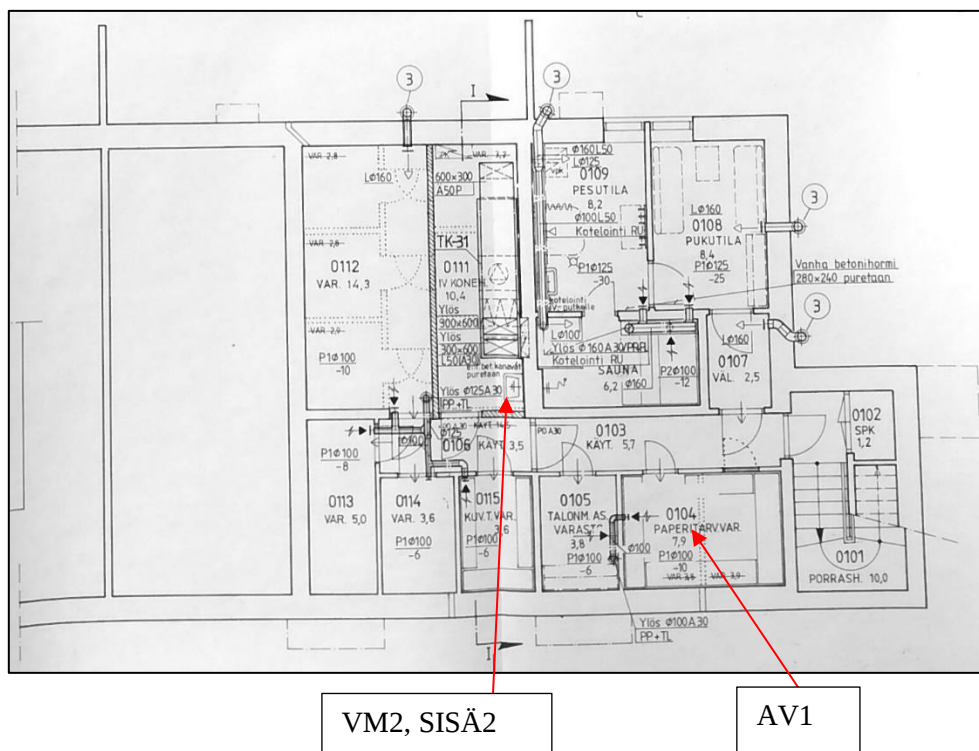
Muovimattoja on aiemmin ollut myös kellarin pesutiloissa. Tilat eivät nykyisellään ole enää käytössä. Muovimatto on näistä purettu, mutta vanhaa liima- ja tasoitekerrosta ei toistaiseksi ole jyrstetty pois.



Kuva 2.4. Muovimatto on jo purettu kellarin pesutilojen lattioista.

Rakenneavausten sijainti

Alapohjarakenteen rakennevausten sijainti on merkitty oheiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.5. Alapohjarakenteen rakenneavausten sijainti kellarissa.

2.2.2 Tutkimukset ja havainnot opetustilat

Rakenneavaukset

Opetustilojen alapohjarakenteeseen suoritettiin rakenneavaukset AV9, AV11, AV12 sekä AV16. Rakenneavausten kohdalla alapohjarakenne on seuraava:

- muovimatto
- betonilaatta
- tojalevy
- bitumisively
- betonilaatta.

Rakenneavauksia ei ulotettu pohjabetonilaatan läpi maaperään asti.

Rakenneavauksesta AV9 havaittiin voimakas ilmavirtaus sisäilmaa kohden. Virtaus käy mitä ilmeisimmin ulkoseinän kautta alapohjarakenteeseen.

Rakenneavauksessa AV11 havaittiin yksittäisiä kevytsorapapuja. Pidetään mahdollisena, että putkien ympärillä alapohjan lämmöneristeenä voi olla kevytsorapapua.

Mikrobinäytteet

Rakenneavauksista otettiin mikrobinäytteet oheisen taulukon mukaisesti. Kolme näytettä neljästä osoitti selkeästi toimenpiderajan ylittävää mikrobikasvua. Näytteissä on useita kosteusvaurioindikaattoreita sekä aktinomykeetteja.

Taulukko 2.2. Alapohjarakenteista otettujen mikrobinäytteiden tulokset.

Avaus	Näyte	Näyttemateriaali	Tila	Tulos
AV9	N8	tojalevy	1125	ei mikrobikasvua materiaalissa
AV11	N9	tojalevy	1120	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan
AV12	N11	tojalevy	1114	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan
AV16	N15	tojalevy	1104	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan

Kosteusmittaukset

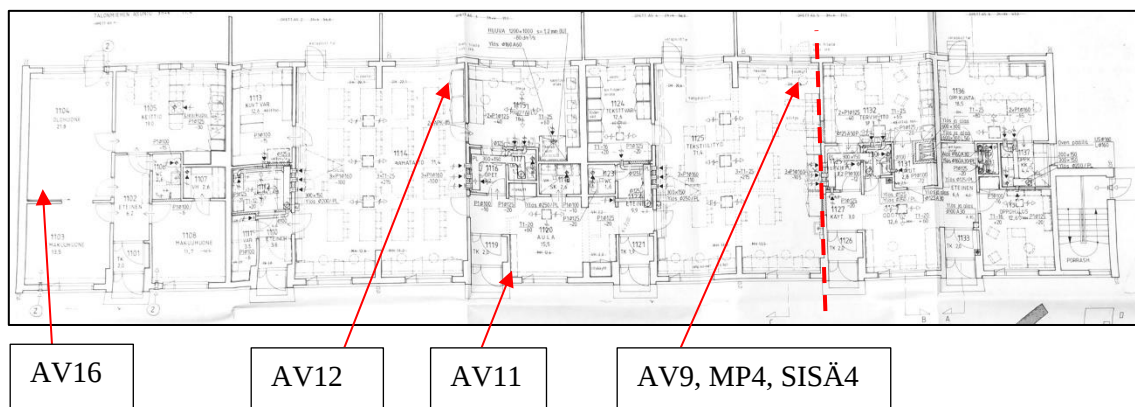
Rakenneavausten kautta alapohjarakenteen eristetilaan suoritettiin kosteusmittaukset. Mittarin tasaantumisaikana käytettiin vähintään 2 tuntia. Tämä ei välttämättä ole riittävä tasaantumisaika tojalevyn kanssa. Mittaus-tarkkuudeksi arvioidaan näin ollen normaalia heikompi ± 10 %RH. Mittaustulokset on koottu oheiseen taulukkoon. Suoritettu mittaus ei viittaa akuuttiin kosteusongelmaan alapohjarakenteessa.

Taulukko 2.3. Opetustilojen alapohjarakenteeseen kohdistettujen kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	Sijainti	Tila	Lämpötila	Suhteellinen kosteus	Kosteussisältö
MP4	AV9	1125	+20,7 °C	26,3 %RH	4,7 g/m ³
SISÄ4	oleskeluvyöhyke	1125	+22,1 °C	27,2 %RH	5,3 g/m ³

Rakenneavausten sijainti

Alapohjarakenteen rakenneavausten sijainti on merkitty oheiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.6. Alapohjarakenteen rakenneavausten sijainti. Kellarillinen osuus on kuvan oikeassa päädyssä punaisen katkoviivan oikealla puolella.

2.2.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Kellari

Kellarin alapohjarakenteeseen kohdistuva korjaustarve riippuu ennen kaikkea tilojen tulevasta käyttötarkoituksesta. Vähimmäistoimenpiteenä voidaan pitää pintamateriaalien ja liittyvien rakenteiden (mm. ovien karmit ja kynnykset) purkua siten, ettei maaperästä nouseva kosteus jatkossa voi aiheuttaa vaurioitumista. Mikäli kellarin voidaan jatkokäytössä pitää lähinnä kuivanapitolämmöllä, ei alapohjarakenteen lämmöneristämiseen nähdä perustetta. Rakenneliittymien ilmatiiviydestä maaperän suuntaan tulee huolehtia.

Rakenteen edelleen ikääntyessä tulee ottaa huomioon, että riski alkuperäisen bitumisivelyn vaurioitumiseen kasvaa. Toistaiseksi kapillaarista nousua esiintyy alapohjassa pistemäisissä kohdissa kalkkihärman perusteella, mutta näiden pistemäisten kohtien lukumäärä oletetusti kasvaa ajan myötä.

Mikäli kellarin laatutasoa halutaan nostaa merkittävästi nykyisestä, suositellaan rakenteen korjaamista nyky-aikaiseksi. Esimerkki rakenteesta vesihöyryvoin pintamateriaali, betonilaatta, lämmöneristys, kapillaarikatkokorros (esim. kalliosepeli 8-16 mm), suodatinkangas ja perusmaa.

Opetustilat

Alapohjarakenteena on kaksoislaattarakente, jossa lämmöneristeenä on tojalevyt. Otetuista neljästä mikrobi-näytteestä kolme osoitti selkeää toimenpiderajan ylittävää mikrobikasvua. Näytteenoton perusteella alapohja-rakenne katsotaan kauttaaltaan mikrobivaurioituneeksi.

Mikäli päätös on korjata rakennus, suositellaan, että sisätäyttöjen maalajit tutkitaan tarkemmin rakeisuuden osalta sekä määritetään kapillaarinen nousukorkeus näissä. Käytettävä korjaustapa sovitetaan yhteen saadun lisätiedon kanssa.

Alapohjarakenteen korjausta suunniteltaessa on syytä ottaa huomioon välipohjarakenne ja tämän korjaustapa. Kaksoislaattarakenteen osalta suositellaan korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Pintabetonilaatta, lämmöneristys ja vanha bitumisively puretaan.
- Pohjabetonilaattaan kohdistetaan tarvittavat tiivistyskorjaukset.
- Pohjabetonilaatan pintaan asennetaan höyrynsulkukäsittely sopivalla epoksilla.
- Asennetaan uusi solumuovinen lämmöneristys sekä valetaan pintabetonilaatta.
- Pintabetonilaatan liitosten ilmatiiveys varmistetaan tarvittavin tiivistyskorjauksin.

2.3 KELLARIN SEINÄRAKENTEET

Tässä luvussa käsitellään kellarikerroksen maanvastaiset ulkoseinät sekä kellarikerroksen väliseinät.

2.3.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakenneavaus AV2

Rakenneavaus AV2 suoritettiin kellarikerroksessa maanvastaiseen ulkoseinään. Rakenneavauksen kohdalla ulkoseinärakenne oli seuraava:

- maali
- syrjäkivimuuraus
- mineraalivilla
- bitumisively
- betoni.

Rakenneavausta ei ulotettu seinärakenteen läpi maatyttöihin asti. Rakenneavauksesta otettiin mikrobinäyte N1. Näyte otettiin mineraalivillasta. **Näytteessä havaittu mikrobikasvu ylittää asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.**

Rakenneavaus AV3

Rakenneavaus suoritettiin kellarikerroksessa maanvastaiseen ulkoseinään. Rakenneavauksen kohdalla rakenne vastaa rakenneavausta AV2. Rakenneavauksesta otettiin mikrobinäyte N2. Näyte otettiin mineraalivillasta. **Näytteessä havaittu mikrobikasvu ylittää asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.**



Kuva 2.7. Yleiskuvat rakenneavauksista AV2 ja AV3.

Yleiset havainnot

Kellarin maanvastaisten ulkoseinien sekä väliseinien pinnoilla havaittiin pinnoitteiden kosteusvaurioitumista. **Havaitut korjaamattomat kosteusvauriot ylittävät asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.** Pintakosteusmittaukset erityisesti seinien alaosa viittaavat poikkeavaan kosteuspitoisuuteen.

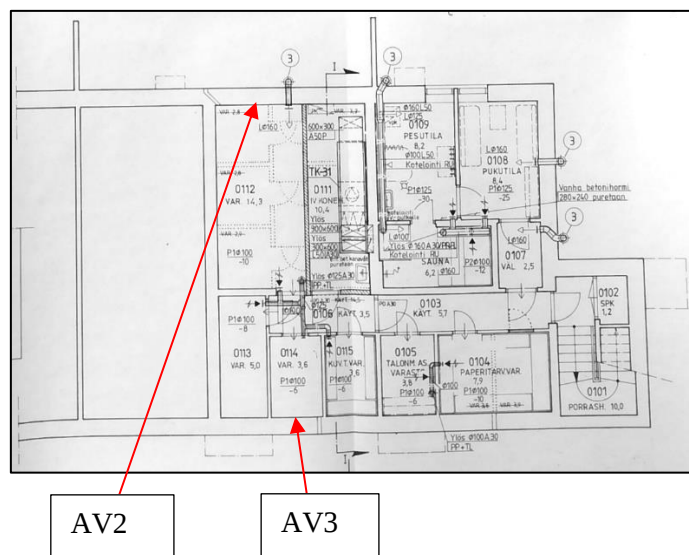


Kuva 2.8. Esimerkkejä seinärakenteiden kosteusvaurioista.

Väliovien puisissa kynnyksissä ja karmien alaosissa havaittiin yleisesti korkeita kosteuspitoisuuksia (ks. Alapohjarakenteet).

Rakenneavausten sijainti

Maanvastaisten ulkoseinärakenteiden rakenneavausten sijainti on merkitty ohaiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.9. Alapohjarakenteen rakenneavausten sijainti kellarissa.

2.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Maanvastaisissa ulkoseinärakenteissa kantavan betonirakenteen sisäpuolista lämmöneristystä ja vedeneristystä pidetään yleisesti riskirakenteena. Kohteessa tämä riski on realisoitunut mineraalivillaeristeen mikrobivaurioitumiseksi sekä seinän sisäpinnan maalipinnan kosteusvaurioitumiseksi. Maanvastaisten ulkoseinien sekä kellarin väliseinien kosteusvauriot viittaavat kosteuden kapillaariseen nousuun seinärakenteita pitkin.

Suositellaan maanvastaisten ulkoseinärakenteiden korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Kantavan betonirakenteen sisäpuoliset materiaalikerrokset puretaan puhtaaseen betonipintaan asti. Myös vanha bitumisively poistetaan.
- Rakenneliittyminen ilmatiiveys maaperän suuntaan varmistetaan tiivistyskorjauksella.
- Uusien pintarakenteiden tarve riippuu pitkälti tilan tulevasta käyttötarkoituksesta. Pintarakenteiksi suositellaan kosteutta kestäviä alhaisen vesihöyryvastuksen omaavia tuotteita.
- Vedeneristys ja lämmöneristys siirretään kantavan rakenteen ulkopuolelle. Lämmöneristys nostetaan välipohjan tasoon siten, ettei maanpinnan yläpuolelle synny kylmäsiltaa seinän yläosaan tai mahdollisuutta kosteuden tiivistymiselle.
- Korjattu rakenne esimerkiksi: vesihöyryvoin pintakäsittely, betoni, vedeneriste, lämmöneriste, pysytysuuntainen salaojituseros (esim. kalliosepele 8-16 mm), suodatinkangas ja perusmaa.
- Pesutiloissa rakenne suositellaan toteuttamaan tuulettuvana kantavan rakenteen sisäpuolelle muuratavan seinän avulla.

Suosittelaa kellarin väliseinärakenteiden korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Kosteusvaurioituneet maali- ja tasoitekerrokset poistetaan puhtaaseen tiili- tai betonipintaan asti.
- Väliovien kynnykset ja karmi puretaan.
- Rakenneliittymien ilmatiiveys maaperän suuntaan varmistetaan tiivistyskorjauksella.
- Uusien pintarakenteiden tarve riippuu pitkälti tilan tulevasta käyttötarkoituksesta. Pintarakenteiksi suositellaan kosteutta kestäviä alhaisen vesihöyryvastuksen omaavia tuotteita.
- Betoni- ja puurakenteiden väliin esimerkiksi väliovilla toteutetaan jatkuva kosteuskatko esimerkiksi kumibitumikermikaistasta.

2.4 VÄLIPOHJARAKENTEET

2.4.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakennetyyppi

Rakenneavausten perusteella välipohjarakenne on seuraava:

- muovimatto
- liima
- lattiatasoite
- pintabetonilaatta
- tojalevy (sementtilastulevy)
- kantava betonilaatta.

Rakenneavauksia ei ulotettu välipohjarakenteen läpi asti.

Mikrobinäytteet

Välipohjarakenteeseen suoritettiin rakenneavaukset AV4, AV7 ja AV8. Rakenneavauksista otettujen mikrobinäytteiden tulokset on koottu oheiseen taulukkoon. **Kahdessa näytteessä mikrobikasvu ylittää asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.**

Taulukko 2.4. Välipohjarakenteista otettujen mikrobinäytteiden tulokset.

Avaus	Näyte	Näyttemateriaali	Tila	Tulos
AV4	N3	tojalevy	1125	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan
AV7	N6	tojalevy	1136	ei mikrobikasvua materiaalissa
AV8	N7	pahvi	1129	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan

Kosteusmittaukset

Rakenneavausten kautta välipohjarakenteen eristetilaan suoritettiin kosteusmittaukset MP1 ja MP3. Mittarin tasaantumisaikana käytettiin vähintään 2 tuntia. Tämä ei välttämättä ole riittävä tasaantumisaika tojalevyn kanssa. Mittaustarkkuudeksi arvioidaan näin ollen normaalia heikompi ± 10 %RH. Mittaustulokset on koottu oheiseen taulukkoon.

Tilan 1136 (opp.kunta) lattian muovimaton alle suoritettiin viiltomittaus VM1. Mittari asennettiin muovimaton alle mattoon tehdyn reiän kautta. Reikä tiivistettiin tämän jälkeen. Mittarin tasaantumisaika oli vähintään 2 tuntia. Mittaustulokset on koottu oheiseen taulukkoon. Kokonaismittaustarkkuudeksi arvioidaan ± 5 %RH.

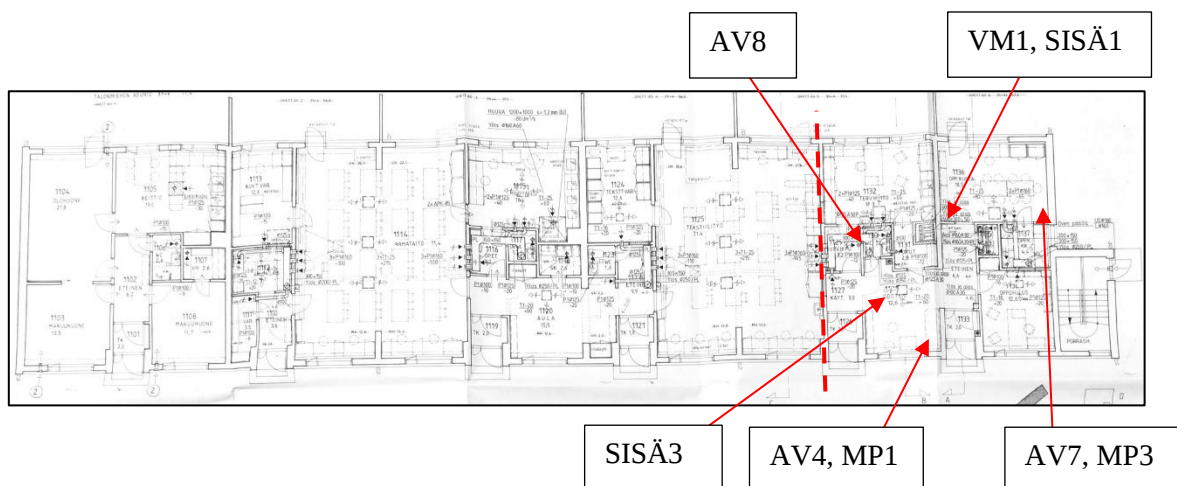
Suoritettujen kosteusmittausten perusteella välipohjarakenne ei tutkimushetkellä ollut kostea. Kosteussisältö rakenteen sisällä alittaa mittaushetkellä sisäilman kosteussisällön.

Taulukko 2.5. Välipohjarakenteeseen liittyvien kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	Sijainti	Tila	Lämpötila	Suhteellinen kosteus	Kosteussisältö
MP1	AV4	1125	+17,8 °C	29,2 %RH	4,4 g/m ³
MP3	AV7	1136	+19,4 °C	27,2 %RH	4,5 g/m ³
VM1	viiltomittaus	1136	+20,1 °C	25,6 %RH	4,4 g/m ³
SISÄ1	sisäilma, lattia	1136	+20,9 °C	27,0 %RH	4,9 g/m ³
SISÄ3	sisäilma, oleskelu	1125	+22,6 °C	26,7 %RH	5,4 g/m ³

Rakenneavausten sijainti

Välipohjarakenteen rakenneavausten sijainti on merkitty oheiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.10. Välipohjarakenteen rakenneavausten sijainti. Kellarillinen osuus on kuvan oikeassa päädyssä punaisen katkoviivan oikealla puolella.

2.4.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Välipohjarakenteeseen kohdistettujen tutkimusten perusteella välipohjarakenne katsotaan kauttaaltaan mikrobivaurioituneeksi. Korjaamista suositellaan yhtenevällä periaatteella opetustilojen alapohjarakenteen tavoin, jonka tilanne ja vaurioituminen on hyvin samankaltainen. Ensisijaisena korjausvaihtoehtona pidetään tojalevyt purkavaa korjausta. Korjaamista suositellaan seuraavin yleisperiaattein:

- Pintabetonilaatta ja lämmöneristys puretaan puhtaaseen betonipintaan asti.
- Rakenneliittyminen ilmatiiviys varmistetaan tiivistyskorjauksilla kellarin suuntaan ja toisaalta uuden pintalaatan osalta sisäilman suuntaan.
- Korjattu rakenne esimerkiksi: lattiamateriaali, pintabetonilaatta, solumuovinen lämmöneristys ja kantava betonilaatta.

2.5 VÄLISEINÄRAKENTEET

2.5.1 Tutkimukset ja havainnot

Kellarikerroksen väliseinärakenteita koskevat havainnot ja tulokset on käsitelty kellarin seinärakenteiden käsittelyn yhteydessä.

Opetustiloissa väliseinärakenteita on ilmeisesti rakennettu lämmöneristämättömän pohjabetonilaatan päältä. Rakenne on riskirakenne. Kuntotutkimuksessa satunnaisotantana suoritetuissa pintakosteusmittauksissa ei kuitenkaan havaittu, että kosteuden noususta väliseinärakenteisiin olisi viitteitä. Tätä toisaalta tukee myös kaksoislaattarakenteisen alapohjan alhaiset kosteuspitoisuudet.

2.5.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Pohjabetonilaatan päältä rakennettuihin väliseiniin liittyvä riski tulee käsitellä tulevan korjauksen yhteydessä. Riskitasoon vaikuttaa muun muassa sisätäytön rakeisuus alapohjan alla sekä tähän mahdollisesti liittyvä riski kosteuden kapillaarisesta noususta. Väliseinärakenteisiin voi olla perusteltua toteuttaa kapillaarikatko lattiatason alapuolelle injektoimalla. Väliseinien ja alapohjan liittymien ilmatiiveys varmistetaan tiivistyskorjauksella.

2.6 ULKOSEINÄRAKENTEET

2.6.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakennetyypit

Ulkoseinärakenteeseen suoritettiin sisäkautta rakenneavaukset AV5, AV10, AV13, AV14, AV15 ja AV17. Rakenneavausten kohdalla ulkoseinärakenne oli sisäpinnasta lukien seuraava:

- maali
- tasoite
- tiili
- mineraalivilla

- betoni.

Mikrobinäytteet

Rakenneavauksista otettiin mikrobinäytteet oheisen taulukon mukaisesti. Kolmessa näytteessä havaittiin toimenpiderajan ylitys. Lisäksi kolmessa näytteessä oli epäily mikrobikasvustosta. Lajistossa painottuu kosteusvaurioindikaattorit. Suoritetun näytteenoton perusteella ulkoseinärakenteet katsotaan kauttaaltaan mikrobivaurioituneiksi.

Taulukko 2.6. Ulkoseinärakenteista otettujen mikrobinäytteiden tulokset.

Avaus	Näyte	Näytemateriaali	Tila	Tulos
AV5	N4	mineraalivilla	1128	epäily mikrobikasvusta
AV6	N5	mineraalivilla	1136	epäily mikrobikasvusta
AV10	N10	mineraalivilla	1120	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan
AV13	N12	mineraalivilla	1114	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan
AV14	N13	mineraalivilla	1114	ei mikrobikasvua materiaalissa
AV15	N14	mineraalivilla	1108	mikrobikasvu ylittää toimenpiderajan
AV17	N16	mineraalivilla	1104	epäily mikrobikasvusta

Kosteusmittaukset

Rakenneavauksen AV6 kautta eristetilaan suoritettiin kosteusmittaus MP2. Mittarin tasaantumisaikana käytettiin vähintään 2 tuntia. Mittaustarkkuudeksi arvioidaan ± 5 %RH. Mittaustulokset on koottu oheiseen taulukoon.

Suoritettujen kosteusmittausten perusteella välipohjarakenne ei tutkimushetkellä ollut kostea.

Taulukko 2.7. Välipohjarakenteeseen liittyvien kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	Sijainti	Tila	Lämpötila	Suhteellinen kosteus	Kosteussisältö
MP2	AV6	1136	+19,1 °C	26,5 %RH	4,3 g/m ³

Muita havaintoja

Julkisivumateriaali vaihtelee. Sokkelit ovat betonirakenteiset. Pitkien sivujen julkisivujen yläosat ja ikkunoiden ympärykset ovat levyverhottuja. Talon päätyseinät ovat muuratut.



Kuva 2.11. Yleiskuvia eri julkisivumateriaaleista.

Levyverhouksissa esiintyy paikallisia vaurioita ja näiden uusiminen alkaisi olla joka tapauksessa ajankohtaista. Julkisivujen vesitiiveys ei kaikin osin toteudu optimaalisesti. Levyverhouksen ja pellitysten liitoksiin on paikoin myös kasvanut runsaasti sammalta. Betonirakenteissa esiintyy paikallisia vaurioita, kuten betoniterästen korroosion aiheuttamaa lohkeilua. Ikkunoiden kunnostustarve on myös ajankohtainen.



Kuva 2.12. Vesipeltien päällä kasvaa paikoin sammalta ja kasvustoa ulottuu levyverhouksen taaksekin. Kuvissa näkyy myös julkisivulevyjen pintavaurioita.



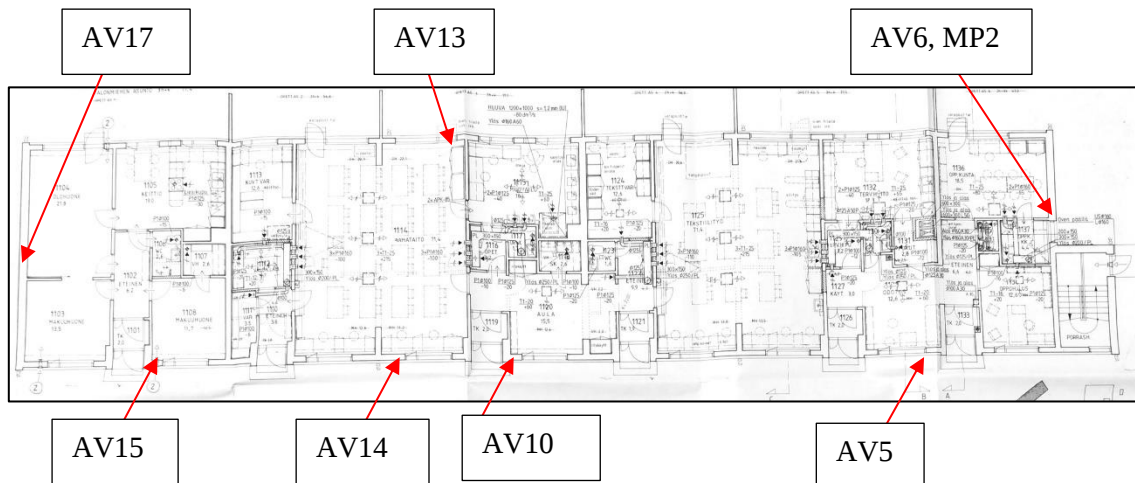
Kuva 2.13. *Julkisivuilla on useita paikkoja, joista sadevesi voi tunkeutua ulkoseinärakenteiden sisälle ja lämmöneristekerrokseen.*



Kuva 2.14. *Esimerkki ulko-ovella esiintyvistä betonisokkelin lohkeilusta betoniterästen korroosion takia. Vasemmalla on yleiskuvaa ikkunoiden kunnosta auringon puolella.*

Rakenneavausten sijainti

Ulkoseinärakenteen rakenneavausten sijainti on merkitty oheiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.15. Ulkoseinärakenteen rakenneavausten sijainti.

2.6.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Rakennuksen julkisivuissa on useita kohtia, joista tuulenpaine voi työntää sadevesiä ulkoseinärakenteiden sisään. Tätä pidetään pääasiallisena syynä ulkoseinärakenteiden mikrobivaurioitumiselle. Ulkoseinärakenteiden vaurioiden aiheuttaman sisäilmahaitan torjumiseen suositellaan purkavaa korjausta. Korjausta suositellaan seuraavin yleisperiaattein:

- Julkisivurakenne puretaan rakennuksen ulkopuolelta käsin. Lämmöneristekerros puretaan.
- Sisäkuoren ilmatiiveys varmistetaan tiivistyskorjauksen avulla.
- Asennetaan uusi lämmöneristys ja julkisivumateriaali. Julkisivumateriaaliksi voisi soveltua esimerkiksi tuulettuva levyverhous, jossa voidaan haluttaessa mukailla rakennuksen alkuperäistä ulkonäköä.

2.7 YLÄPOHJARAKENTEET

2.7.1 Tutkimukset ja havainnot

Vesikatto oli osittain lumipeitteessä kuntotutkimuksen yhteydessä. Vesikaton huoltokorjausta pidetään ajan-kohtaisena. Tämä käsittää vähintään katon pesun, pinnoituksen uusinnan sekä kulkusiltojen uusinnan. Peltikatteen alla ei ole aluskatetta.

Yläpohjan tuulettuminen räystäältä on aistinvaraisesti arvioiden riittävää. Yläpohjan lämmöneristeiden päällä on paksu kerros pölyä, joka on todennäköisesti peräisin viereiseltä sahalla. Tämä on todennäköisesti erittäin otollinen kasvualusta mikrobeille.



Kuva 2.16. Yleiskuvia vesikatolta.



Kuva 2.17. Yleiskuvia yläpohjasta.

Mikrobinäytteet

Yläpohjan lämmöneristyksestä (mineraalivillasta) otettiin pistokokeina kolme mikrobinäytettä seuraavasti:

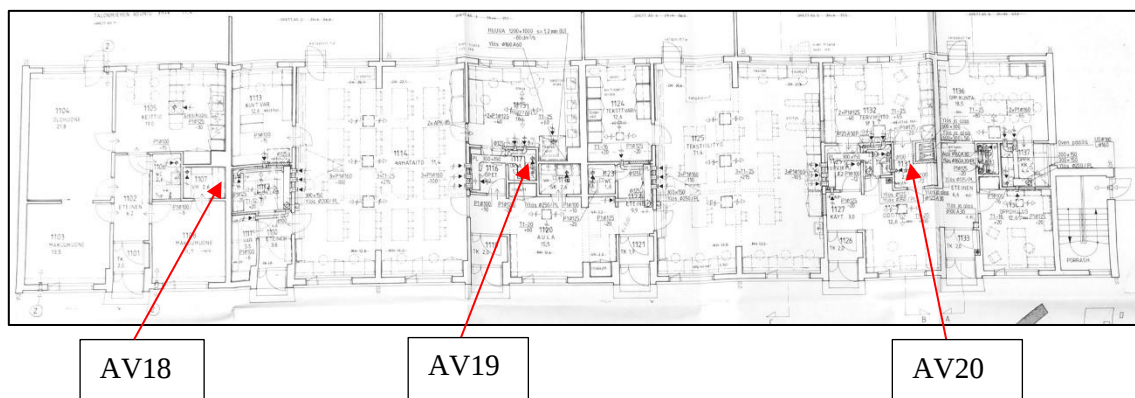
- rakenneavaus AV18, näyte N17
- rakenneavaus AV19, näyte N18
- rakenneavaus AV20, näyte N19.

Näytteet otettiin eristekerroksen pohjalta. Näyttemateriaali ei ole suorassa ulkoilmakontissa.

Näytteessä N18 havaittiin toimenpiderajan ylittävää mikrobikasvustoa. Näytteissä N17 ja N19 havaittiin viite poikkeavasta mikrobikasvusta.

Rakenneavausten sijainti

Yläpohjarakenteen rakenneavausten sijainti on merkitty oheiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.18. Yläpohjarakenteen rakenneavausten sijainti. Sijainnit arvioita.

2.7.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Yläpohjaan kertyvä runsas ja todennäköisesti orgaaninen pöly toimii otollisena kasvualustana mikrobeille. Todennäköisesti tämä on ollut merkittävänä syynä yläpohjan lämmöneristekerrokseen muodostuvalla mikrobikasvulla. Yläpohjarakennetta pidetään kauttaaltaan mikrobivaurioituneena.

Suositellaan yläpohja- ja vesikattorakenteen korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Vesikattorakenteen kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen asennettavan aluskatteen avulla.
- Yläpohjan lämmöneristeiden ja muiden vaurioituneiden materiaalien, kuten muun muassa lämmöneristysten sisään jäävien vesikaton puurakenteiden, purkaminen tai mekaaninen puhdistaminen tarvittavassa laajuudessa. Biosidien käyttöä ei suositella.
- Yläpohjarakenteen tiivistyskorjaus.
- Yläpohjarakenteen jakaminen pienempiin palo-osastoihin on todennäköisesti perusteltua.
- Yläpohjan lisälämmöneristäminen. Yläpohjan riittävä tuuletus räystäiden kautta voidaan varmistaa esimerkiksi tuulenohjaimien avulla, vaikka yläpohjan lämmöneristekerrosta kasvatettaisiin merkittävästi nykyisestä.
- Riittävän pitkällä tuulenohjaimilla voidaan todennäköisesti myös rajoittaa ainakin jonkin verran yläpohjaan päätyvän pölyn määrää.

2.8 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

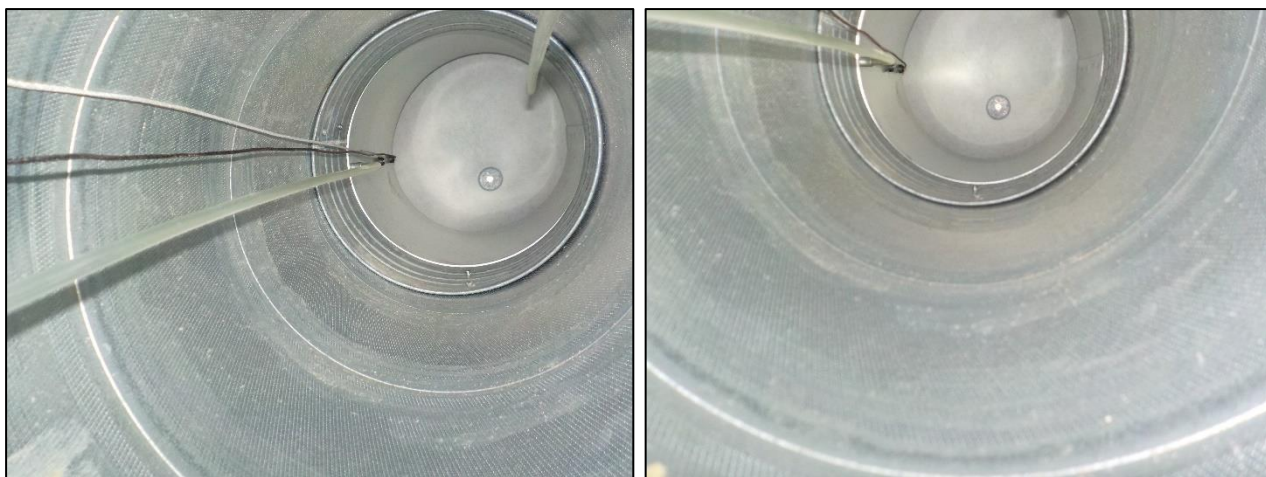
2.8.1 Tutkimukset ja havainnot

Kenttätutkimuspäivä osui koululaisten hiihtolomaviikolle ja ilmanvaihtokone oli säädetty puoliteholle käsiohjaukselle. Ilmanvaihdon vaikutus painesuhteisiin näkyy hyvin paine-eromittauksen tuloksista. Ilmanvaihtokone on vuodelta 1992.

Ilmanvaihtokoneen suodattimet oli kirjattu vaihdetuksi 20.11.2024. Ilmanvaihtokoneen kammioiden puhtaus oli hyvällä tasolla. Tuloilmakanavia tarkastettiin pistokokeina. Myös tuloilmakanavien puhtaus oli hyvällä tasolla. Pölykertymä oli arviolta alle $0,2 \text{ g/m}^3$. Tämä täyttää puhtausluokan P1 vaatimuksen.

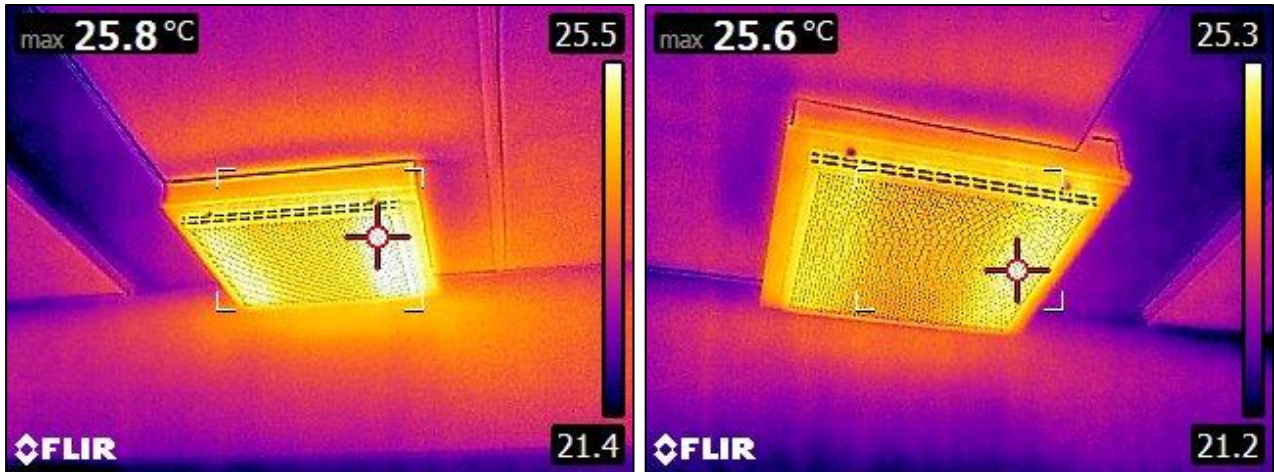


Kuva 2.19. Yleiskuvia ilmanvaihtokoneen sisältä.



Kuva 2.20. Esimerkkejä tuloilmakanavan pölykertymästä.

Lämpökameralla tarkasteltuna tuloilman lämpötila oli tarpeettoman korkea (+25...+26 °C). Tämän seurauksena ilma ei sekoitu optimaalisesti ja lämmin ilma voi jäädä seisomaan katon rajaan, josta poistot imevät sen sitten pois. Tällöin oleskeluvyöhykkeellä ilma ei vaihdu tarkoituksen mukaisesti.



Kuva 2.21. Tuloilman lämpötila oli säädetty tarpeettoman korkeaksi.

2.8.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Peruskorjauksessa on syytä vähintään varautua ilmanvaihtokoneen uusintaan tarvittavin tilavarauksin. Ilmanvaihtokoneen ikä huomioon ottaen pidetään kuitenkin ensisijaisena, että kone uusitaan heti samassa korjaushankkeessa.

Ilmanvaihtokanavat tulee puhdistaa huolellisesti peruskorjaushankkeen yhteydessä, tarkastaa ilmamäärät suunnitelmien mukaisiin arvoihin sekä tasapainottaa ilmanvaihto kaikilla käyntinopeuksilla (ks. paine-eromittaus).

2.9 SISÄILMA JA OLOSUHTEET

2.10 TUTKIMUKSET JA HAVAINNOT

2.10.1 Aistihavainnot

Kellaritiloissa havaittiin mikrobiperäistä hajua. **Hajuhavainto ylittää asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.** Kellarikerroksessa ei kuitenkaan sijaitse varsinaisia oleskelutiloja.

Muulla rakennuksessa ei aistinvaraisesti tunnistettu sisäilman laatuun liittyviä puutteita.

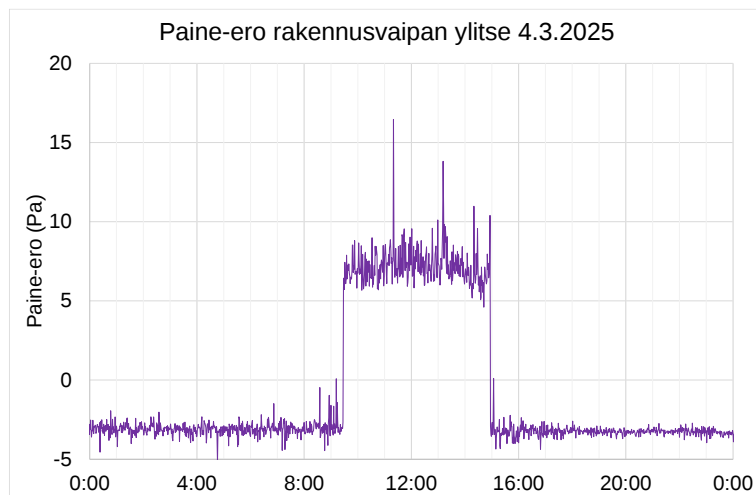
2.10.2 Paine-ero rakennusvaipan ylitse

Paine-eroa rakennusvaipan ylitse seurattiin seurantamittauksella 25.2.-10.3.2025 noin kahden viikon ajan. Paine-eromittauksesta tehtiin seuraavia havaintoja:

- Kuntotutkimuspäivä oli hiihtolomaviikolla (25.2.-2.3.). Kuntotutkimuksen yhteydessä ilmanvaihtokone oli käsisäädöllä. Paine-ero asettui tällöin noin -3...-4 Pa tasoon.
- Jokainen koulupäivä erottuu selkeästi kuvaajalta, sillä paine-ero kääntyy ylipaineelle ilmanvaihdon automatiikan/tehostuksen takia. Muutos ajoittuu kello 9.30 ja 15 välille. Ylipaine on tällöin tasossa +5...+10 Pa.
- Arkipäivien välissä yöaikaan alipaine tasoittuu noin -3...-4 Pa tasoon.



Kuva 2.22. Paine-ero rakennusvaipan ylitse seurantajaksolla.



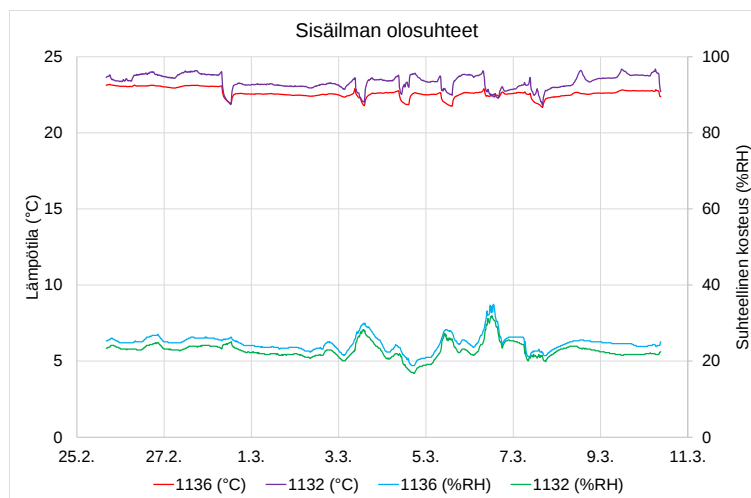
Kuva 2.23. Paine-ero rakennusvaipan ylitse 4.3.2025. Esimerkki on koulupäivältä.

2.10.3 Sisäilman olosuhteet

Sisäilman olosuhteita seurattiin seurantamittauksella 25.2.-10.3.2025 kahdesta huonetilasta. Mittauksesta tehtiin seuraavia havaintoja:

- Tila 1136
 - lämpötila
 - keskiarvo +22,6 °C
 - keskihajonta 0,3 °C
 - suhteellinen kosteus
 - keskiarvo 24,7 %RH
 - keskihajonta 2,2 %RH
- Tila 1132
 - lämpötila
 - keskiarvo +23,4 °C
 - keskihajonta 0,5 °C
 - suhteellinen kosteus
 - keskiarvo 22,8 %RH
 - keskihajonta 2,1 %RH.

Mittauksissa ei havaittu merkittäviä poikkeamia. Keskiarvot ja vaihteluvälit ovat tavanomaiset.



Kuva 2.24. Sisäilman olosuhteet 25.2.-10.3.2025.

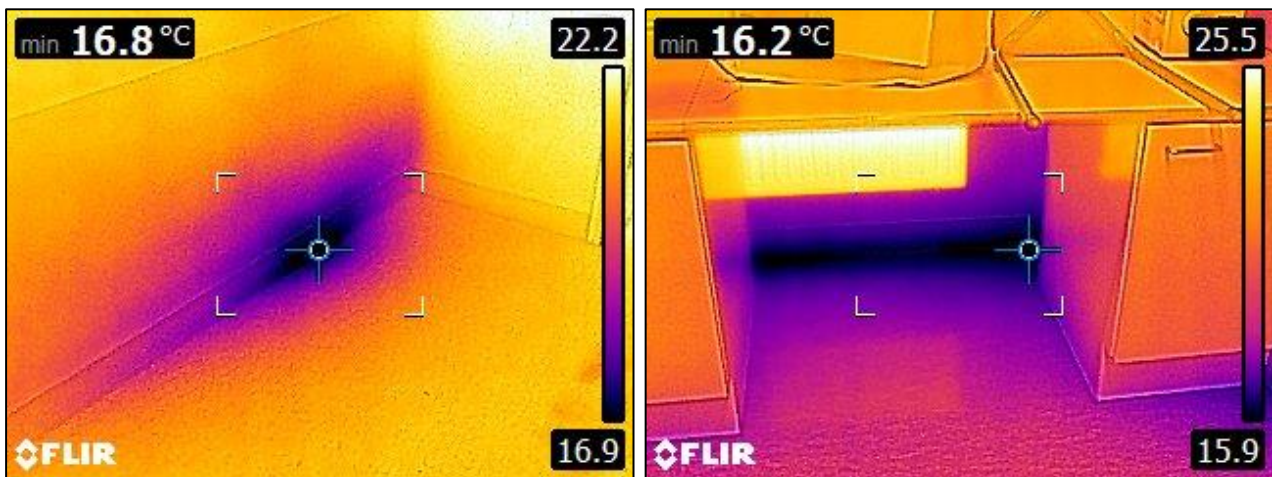
2.10.4 Lämpökamerahavainnot

Rakennusvaippaa tarkasteltiin lämpökameraa apuna käyttäen. Tarkoituksena oli kartoittaa rakennusvaipan ilmatiiveyttä ja saada viitteitä rakenteiden sisäisistä piilevistä ongelmista. Kokonaisvaltaista rakennusvaipan lämpökamerakuvausta ei siten suoritettu.

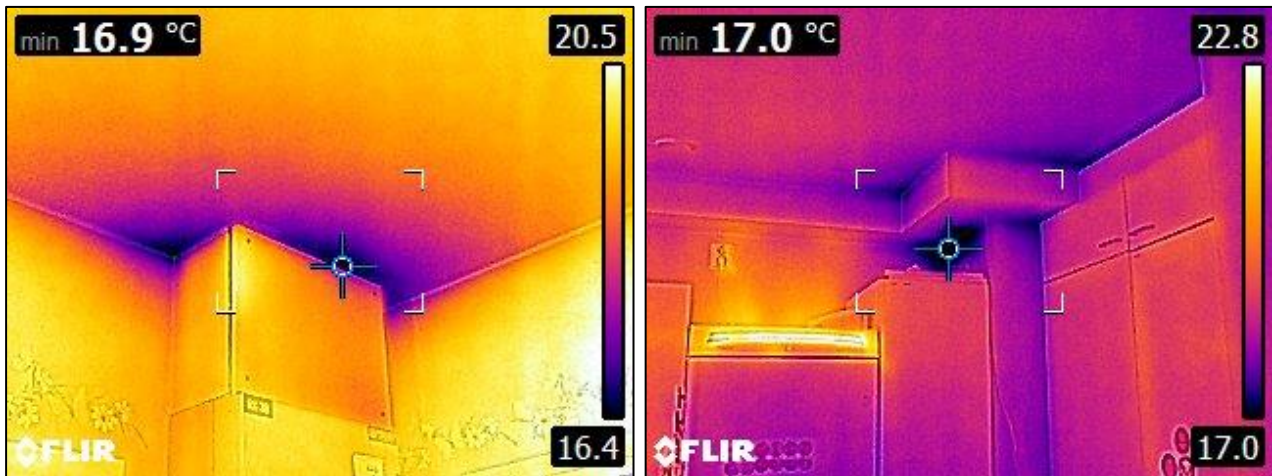
Lämpökameratarkastelu suoritettiin käyttötilaa vastaavissa olosuhteissa, jotka olivat:

- sisäilma lämpötila (SISÄ14) +22,1 °C, suhteellinen kosteus 27,2 % RH, kosteussisältö 5,3 g/m³
- ulkoilma lämpötila +3,8 °C, suhteellinen kosteus 71,7 % RH, kosteussisältö 4,5 g/m³
- paine-ero rakennusvaipan ylitse -4,0 Pa ± 0,5 Pa.

Lämpökameratarkastelun perusteella ilmavuotoja esiintyy rakenteiden liitoksissa sekä läpivientien yhteydessä. Tilanne on tavanomainen aikakauden rakennukselle.



Kuva 2.25. Ilmavuotoja lattian ja seinien liitoksissa: vasemmalla väliseinä ja oikealla ulkoseinä.



Kuva 2.26. Ilmavuotoja yläpohjan liitoksilla ja läpivienneillä.

2.10.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksukset

Rakennusvaipassa esiintyy runsaasti ilmavuotoja, mikä on oletettuaakin aikakauden rakennukselle. Ilmavuoto-
reittejä voidaan pitää luonteeltaan jatkuvina.

Yöaikaan paine-ero mahdollistaa ilmavirtaukset sisäilmaa kohden. Tämä voi kuljettaa rakenteiden sisältä mm.
mikrobiperäisiä epäpuhtauksia. Päiväaikaan sisätilat ovat ylipaineiset, mikä pakottaa sisäilman kosteutta ra-
kenteiden sisään. Tämä lisää rakenteiden kosteuskuormaa ja siten osaltaan kasvattaa todennäköisyyttä raken-
nusosien mikrobivaurioitumiseen.

3 ASUMISTERVEYSASETUKSEN TOIMENPIDERAJOJEN TARKASTELU

Alla olevassa taulukossa on suoritettu keskeisimpien mittausten osalta tarkastelu asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen ylittymisestä/alittumisesta*. Taulukossa on käsitelty vain Terveet talot Oy:n suorittamien tutkimusten tulokset.

Rakennusosa	Toimenpiderajojen ylittymisen/alittumisen tarkastelu*
Maanvastainen alapohja	Kosteus nousee kapillaarisesti kellarin alapohjarakenteeseen ja aiheuttaa lattian maalipinnan ja muovimaton kosteusvaurioitumista. Opetustiloissa kaksoislaattarakenteen lämmöneriste (tojalevy) arvioidaan kauttaaltaan mikrobivaurioituneeksi.
Maanvastaaiset ulkoseinät	Maanvastaisten ulkoseinärakenteiden kantavan rakenteen sisäpuolinen lämmöneriste (mineraalivilla) arvioidaan kauttaaltaan mikrobivaurioituneeksi. Seinäpinnoilla esiintyy maali- ja tasoitekerroksen kosteusvaurioitumista.
Ulkoseinät ja sokkelit	Ulkoseinärakenteet ovat näytteenoton perusteella kauttaaltaan mikrobivaurioituneet.
Väliseinät	Kellarikerroksen seinäpinnoilla esiintyy maali- ja tasoitekerroksen kosteusvaurioitumista. Väliovien puisten karmien ja kynnyksen kosteuspitoisuudet ylittävät puurakenteiden kosteusvaurioitumisen raja-arvon.
Välipohjarakenteet	Välipohjarakenne on näytteenoton perusteella kauttaaltaan mikrobivaurioitunut.
Yläpohja- ja vesikattorakenteet	Yläpohjarakenne pidetään kauttaaltaan mikrobivaurioituneena.
Sisäilma ja sisätilat	Kellaritiloissa havaittiin toimenpiderajan ylittävä mikrobiperäinen haju.
Lämpötilat	
Ilmanvaihto	

* Toimenpideraja ylittymisellä tai alittumisella tarkoitetaan tilannetta, jossa olosuhde tai epäpuhtauspitoisuus ei enää ole hyväksyttävällä tasolla. Mittasuureesta riippuu, onko ylittyminen tai alittuminen korjauksia vaativa tilanne. Esimerkiksi mikrobikasvun osalta puhutaan toimenpiderajan ylittymisestä eli mikrobikasvua esiintyy enemmän kuin se on sallittua tai normaalia. Lämpötilojen osalta voidaan puhua ylittymisestä (korkeat lämpötilat) ja alittumisesta (alhaiset lämpötilat), jos lämpötilat ovat liian alhaiset tällöin alimman sallitun lämpötilan toimenpideraja alittuu.

4 ALTISTUMISOLOSUHTEEN ARVIOINTI

4.1 YLEISET TIEDOT ALTISTUMISOLOSUHTEEN ARVIOINNISTA

Sisäilman epäpuhtauksille altistumisen todennäköisyyden arviointi kosteus- ja mikrobivaurioiden yhteydessä perustuu alla esitettyyn taulukkoon. Muiden sisäilman epäpuhtauksien osalta taulukkoa sovelletaan tarpeen mukaisesti. Taulukko perustuu Valviran ohjeeseen *Ohje asunnon terveyshaitan selvittämismenettely* (23.7.2017). Vastaava ohjeistus on myös Työterveyslaitoksen *Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen* -julkaisussa (2017). Altistumisolosuhteen sijasta Työterveyslaitoksen ohjeessa puhutaan *tavanomaisesta poikkeavan olosuhteen* esiintymisen todennäköisyydestä.

Haitallinen altistumisolosuhte on epätodennäköinen

- Rakennuksessa ei ole todettu mikrobivaurioituneita rakenteita.
- Epäpuhtauslähteistä ei ole ilmavuotoreittejä oleskelutiloihin.

Haitallinen altistumisolosuhte on mahdollinen

- Rakenteissa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita, vauriokorjaukset ovat alle 1 m².
- Epäpuhtauslähteistä on todettu ilmavuotoreittejä oleskelutilojen sisäilmaan.

Haitallinen altistumisolosuhte on todennäköinen

- Rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita, korjauslaajuus on merkittävä ja se koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne)
- Vaurioituneista rakenteista tai epäpuhtaammasta tilasta on säännöllisiä ja useita ilmavuotoreittejä oleskelutilan sisäilmaan.
- Sisäilman laadun toimenpiderajat ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.

Haitallinen altistumisolosuhte on erittäin todennäköinen

- Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus on merkittävä useassa rakennusosassa (esim. julkisivu, alapohja).
- Ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä ovat järjestelmällisesti toistuvia ja niitä on useita. Tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.
- Sisäilman laadun toimenpiderajat ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.

Huom! Valvira ei enää uusimmassa ohjeessaan (Ohje asunnon terveyshaittaepäilyn käsittelyyn viranomaisessa, 11.1.2024) viittaa vastaavaan luokitteluun. Uutta parempaa menetelmää haitallisen altistumisolosuhteen vakavuuden arviointiin ei kuitenkaan ole esitetty, jolloin tutkimuksessa ja arvioinnissa sovelletaan tätä aiempaa ohjetta.

4.2 JOHTOPÄÄTÖS KOHTEN ALTISTUMISOLOSUHTEESTA

Kosteus- ja mikrobivaurioituminen koskee useaa eri rakennusosaa (alapohja, maanvastaiset ulkoseinät, kellarin väliseinät, välipohja, ulkoseinät sekä yläpohja) laaja-alaisesti. Rakennusvaipan ilmavuotoreittejä voidaan pitää luonteeltaan jatkuvina.

Päiväsaikaan paine-ero rakennusvaipan ylitse on ylipaineinen. Periaatteessa tämä estää akuutin altistumisen, kun ilmavirtaukset ovat ulospäin. Yöaikaan paine-ero on kuitenkin alipaineella ja tällöin mikrobiperäisiä epäpuhtauksia pääsee sisäilmaan ja huonepölyyn. Vallitseva paine-ero pienentää sisäilmahaittaa koulupäivien aikana, mutta toisaalta se edes auttaa rakenteiden vakavampaa vaurioitumista. Haitallinen altistumisolosuhte arvioidaan tasoon todennäköinen tai erittäin todennäköinen.

5 YHTEENVETO JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Suoritetun kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella kosteus- ja mikrobivaurioituminen rakennuksessa on laaja-alaista. Vaurioita havaittiin kellarin alapohjarakenteessa, maantasokerroksen alapohjarakenteessa, maanvastaisissa ulkoseinissä, kellarin väliseinissä, välipohjassa, ulkoseinissä sekä yläpohjassa. Vaurioituminen on laaja-alaista.

Rakennusvaipassa on luonteeltaan jatkuvia ilmavuotoreittejä. Ilmanvaihtokoneen luoma paine-ero rakennusvaipan ylitse vaihtelee käyntitehon mukaan olleen koulupäivien aikana ylipaineinen ja yöaikaa alipaineinen. Tämä vaikuttaa toisaalta epäpuhtauksien kulkeutumiseen sisäilmaan, mutta toisaalta myös rakenteiden vaurioitumiseen.

Haitallinen altistumisolosuhde rakennuksessa arvioidaan todennäköiseksi tai erittäin todennäköiseksi. Rakennukseen kohdistuva laaja-alainen peruskorjaustarve on selkeä. Lisäksi korjaamisessa tulee ottaa useissa kohdin huomioon rakenteiden ja järjestelmien normaaliin ikääntymiseen liittyvä korjaustarve.

Suositellaan hankesuunnittelua, jossa kriittisesti arvioidaan rakennuksen korjaamisen edellytyksiä.

Hankesuunnittelu (2025)

Keskeisimpänä toimenpidetarpeena voidaan pitää hankesuunnittelua ja tämä suositellaan toteuttamaan riittävän perusteellisesti. Hankesuunnittelussa määritetään korjaushankkeen tavoitteet sekä voidaan vertailla eri korjausvaihtoehtojen elinkaarikustannuksia. Vertailuun suositellaan ottamaan vähintään seuraavat vaihtoehdot:

- 1) Nykyinen rakennus puretaan kellarin teknisiä tiloja lukuun ottamatta.
 - a. Mikäli opetusta ei voida siirtää olemassa oleviin muihin rakennuksiin, korvataan käytöstä poistuvat tilat soveltuvien siirrettävien tilaratkaisujen avulla.
 - b. Purettuja tiloja korvaamaan rakennetaan uudisrakennus (periaate: yksi suurempi yhtenäiskoulu), johon siirretään tarvittaessa opetusta myös muista koulurakennuksista.
- 2) Nykyiseen rakennukseen suoritetaan peruskorjaus pitkällä 30-50 vuoden käyttöikätaavoitteella.
- 3) Nykyiseen rakennukseen suoritetaan kevyempiä väliaikaiseksi tarkoitettuja korjauksia. Käyttöikätaavoite voi olla esimerkiksi 5-10 vuotta.

Jotta vaihtoehto 2 olisi kokonaistaloudellisesti kannattava, vaatii tämä todennäköisesti sitä, että tarve juuri vastaaville opetustiloille säilyy vuosikymmeniä eteenpäin, eikä korvaavia tiloja voida toteuttaa muualla kustannustehokkaammin. Korjausvaihtoehdossa tulee ottaa huomioon tilojen toiminnallisuus ja arvioida miten nykyinen tilajako vastaa tulevaisuuden opetustarpeisiin.

Mikäli tilatarpeen arvioidaan vähentyvän tulevaisuudessa, voi väliaikaisemmat tilaratkaisut olla järkevämpiä (vaihtoehto 1a). Mahdollista uudisrakennusta (vaihtoehto 1b) kannattaa todennäköisesti mitoittaa siten, että sinne voidaan keskittää myös sellaista opetusta, mitä rakennuksessa ei ole toistaiseksi ollut.

Nykyisen rakennuksen korjaamista väliaikaiseen käyttöön (vaihtoehto 3, esimerkiksi 5-10 vuoden käyttöikätaavoite) ei arvioida kokonaistaloudellisesti kannattavaksi, koska sisäilman laadun varmistamisesta muodostuva korjauskustannus on joka tapauksessa merkittävä. Tarvittaessa tämäkin vaihtoehto voidaan kuitenkin ottaa mukaan vertailuun.

Korjaussuunnittelu (2025-)

Suositellaan tarvittavien korjaussuunnitelmien laatimista rakennuksen korjaamiseksi. Korjaamisen yleisperiaatteita on käsitelty tarkemmin kunkin rakennusosan kohdalla. Esitetyt korjausperiaatteet soveltuvat parhaiten vaihtoehdon 2 mukaiseen toteutukseen. Korjausperiaatteiden soveltuvuus hankesuunnittelussa asetettuihin tavoitteisiin nähdä tuleekin aina arvioida.

Osana korjaussuunnittelua tulee arvioida jatkotutkimusten tarve, mikäli valittu korjaustapa ei automaattisesti estä potentiaalisen epäpuhtauden sisäilmahaittaa korjausten jälkeen. Tarve koskee kohteessa lähinnä sisäilmassa esiintyviä VOC-yhdisteitä sekä mahdollista sokkelihalkaisua.

Korjaussuunnittelussa tulee ottaa huomioon rakenteiden, materiaalien ja järjestelmien normaaliin ikääntymiseen liittyvät korjaustarpeet, joita on käsitelty tarkemmin vuoden 2022 LVISR-peruskuntoarviossa.

Tampere 8.4.2025

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21

Johtava asiantuntija, tekniikan tohtori

0400 934 893

petri.annila@terveettalot.fi

LIITTEET

- Labroc: Tutkimusraportti, 12.3.2025, 9 sivua.

Raportissa havaituista virheistä tai puutteista pyydämme huomauttamaan viipymättä kohtuullisen ajan kuluessa (1 kuukausi) raportin vastaanottamisen jälkeen tiedon korjaamiseksi. Kuntotutkija pidättää oikeuden korjata ja oikaista raportissa olevat virheet.

LIITE 1 – KÄYTETYT MITTALAITTEET

Mittalaitteiden kalibrointi suoritetaan valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Puurakenteiden kosteusmittaukset

Käytössä oleva mittalaite Gann Hygromette BL H40 mittari ja Gann M 18 tai M 20 puuanturi.

- mittaustulos 5...40 p-%
- resoluutio 0,1 p-%
- mittaustarkkuus $\pm 0,5$ p-%

Mittaukset on suoritettu poikittain syysuuntaan nähden, mikäli raportissa ei ole erikseen mainittua muuta.

Hetkelliset paine-eromittaukset

Käytössä oleva mittalaite Miran DP-100.

- paine-eromittaus
 - mittaustulos -100...3 500 Pa
 - resoluutio 0,1 Pa ($< 1\ 000$ Pa)
 - mittaustarkkuus $\pm 0,5$ Pa (< 15 Pa), ± 2 Pa (< 30 Pa), 3,0 % mitatusta arvosta
- lämpötilamittaus
 - mittaustulos -200...+1 250 °C
 - resoluutio 0,1 °C
 - mittaustarkkuus $\pm 0,5$ °C

Sääolosuhteen (mm. tuulenpaineen) vaikutus mittaustarkkuuteen arvioidaan ja esitetään raportissa. Arvio perustuu lyhyeen (yleensä alle 1 minuutti) seurantaan, jossa nähdään painesuhteen vaihteluväli. Mittaustuloksena esitetään arvio keskimääräisesti paine-erosta.

Paine-erojen seurantamittaukset

Käytössä oleva mittalaite Miran DL-P1.

- mittaustulos -500...+500 Pa
- resoluutio 0,1 Pa
- mittaustarkkuus $\pm 0,3$ Pa (< 15 Pa), $\pm 0,5$ Pa (< 30 Pa), 3,0 % mitatusta arvosta

Olosuhtemittaukset, kosteusmittaukset, porareikämittaukset

Käytössä olevat mittalaitteet Tinytag View 2 TV-4505 ja TV-5506

- lämpötilamittaus
 - mittaustulos -25...+85 °C
 - resoluutio 0,02 °C, näytön resoluutio 0,1 °C
 - mittaustarkkuus $\pm 0,35$...0,5 °C (< 0 °C), $\pm 0,35$ °C (0...+ 75 °C), $\pm 0,35$...0,4 °C ($> +75$ °C)
- suhteellinen kosteus
 - mittaustulos 0...100 % RH
 - resoluutio 0,1 % RH
 - mittaustarkkuus $\pm 3,0$ % RH (+25 °C)

Mittapisteet ja porareiät valmistellaan yleisten mittaushjeiden (mm. RT-kortit) mukaisesti. Porareiät puhdistetaan imurin ja ilmapumpun avulla. Mittareihin asennetaan sähköputki, joka tiivistetään rakenteen pintaa vasten. Mittapää asennetaan mittaputkeen tiiviisti. Porareikämittausten kokonaismittaustarkkuus on lähtökohtaisesti $\pm 5\%$ RH, ellei raportissa toisin mainita.

Lämpökamera

Käytössä oleva mittalaite FLIR E8-XT

- IR-resoluutio 320 x 240
- mittaustalue $-20\ldots+550\text{ °C}$
- lämpötilaherkkyys 0,05 °C
- mittaustarkkuus $\pm 2\text{ °C}$ tai $\pm 2\%$ ($+10\ldots+35\text{ °C}$)

Vuodonilmaisin

Käytössä oleva mittalaite Inficon XRS9012

- Herkkyys 0,7 ppm H₂

Merkkikaasututkimuksissa varmistetaan aina ensimmäisenä, että syöttöreiän tiivistys on onnistunut. Varsinainen tutkimus suoritetaan, kun tiivistys on varmistettu onnistuneeksi.

Virtausnopeusmittari

Käytössä oleva mittalaite Testo 417

- ilmavirtaus
 - mittaustalue 0,3-20 m/s
 - resoluutio 0,01 m/s
 - mittaustarkkuus $\pm (0,1\text{ m/s} + 1,5\% \text{ mittaustarkkuus})$
- lämpötila
 - mittaustalue $0\ldots+50\text{ °C}$
 - resoluutio 0,1 °C
 - mittaustarkkuus $\pm 0,5\text{ °C}$

Olosuhteiden vaikutus mittaustarkkuuteen arvioidaan ja esitetään raportissa. Arvio perustuu lyhyeen (yleensä alle 1 minuutti) seurantaan, jossa nähdään virtausnopeuden vaihteluväli. Mittaustuloksena esitetään arvio keskimääräisesti ilmavirtauksesta. Raportissa tuloksina esitetään lähtökohtaisesti aina ilmamäärä (l/s) ja myös mittaustarkkuus muutetaan ilmamääräksi.

Laboratorionäytteet

Laboratorionäytteet otetaan analysoivan laboratorion näytteenotto-ohjeita noudattaen. Näyttemateriaaliin koskevat työkalut puhdistetaan näytteenottojen välillä. Näytteenotoissa käytetään puhtaita kertakäyttöhanskoja ja näytteet pakataan näytteenotto-ohjeiden mukaisesti. Näytteet toimitetaan viipymättä laboratorioon näytteenoton jälkeen tai niitä säilytetään ohjeiden mukaisesti ennen laboratorioon toimittamista. Terveet talot Oy ei postita näytteitä, joten näytteiden säilytysolosuhde on hallinnassa laboratorioon luovuttamiseen asti.

LIITE 2 – KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT

Suoritetussa kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa käytetään standardoituja mittaus- ja näytteenottomenetelmiä. Käytettäviä mittausmenetelmiä on esitelty mm. ympäristöministeriön ohjeessa *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus* (Ympäristöopas 2016).

Kosteusmittaukset

Kuntotutkimuksessa käytetään tarpeen mukaan seuraavia kosteusmittauksia:

- pintakosteusosoittimella tehtävä kosteuskartoitus
- porareikämittaukset
- viiltomittaukset
- näytepalamittaukset
- puurakenteiden kosteusmittaukset.

Suoritettujen mittausten yksityiskohdat esitellään raportissa. Käytetyt tasaantumisajat ja mittapisteidien valmistelu ja muut mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

Epäpuhtauksien leviämisen arviointi

Epäpuhtauksien leviämistä arvioidaan lämpökamerakuvausten, merkkisavun, merkkikaasun, ilmavirtaus- ja paine-eromittausten sekä rakenneavauksista tehtävien aistinvaraisten havaintojen perusteella. Käytetyt tarkastelumenetelmät ja niiden mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

Paine-eromittaukset

Paine-eromittauksilla selvitetään ilmavirtausten suuntaa rakennusvaipan tai rakennusosien ylitse sekä eri tilojen välillä. Mittauksina käytetään hetkellisiä paine-eromittauksia tai paine-eron seurantamittauksia. Käytetyt mittausmenetelmät ja niiden mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

Näytteenotot

Näytteenottojen analysoinnissa käytetään Ruokaviraston hyväksymiä asumisterveyslaboratorioita. Näytteenotot suoritetaan laboratorioiden näytteenotto-ohjeiden mukaisesti puhdistetuin näytteenottovälinein. Näytteet käsitellään, pakataan ja toimitetaan laboratorioon näytteenotto-ohjeiden mukaisesti. Käytetyt näytteenottomenetelmät ja mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

LIITE 3 – SOVELLETUT ASETUKSET JA OHJEET

Suoritetussa kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa on sovellettu seuraavia ohjeita ja asetuksia:

- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015
 - raportissa viittaukset 'asumisterveysasetus'
- Terveydensuojelulaki 19.8.1994/763
 - raportissa viittaukset 'terveydensuojelulaki'
- Valviran (Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto) Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet
 - raportissa viittaukset 'asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet'
- Valviran julkaisu *Ohje asunnon terveyshaitan selvittämisprosessiin.*
- Ympäristöministeriön julkaisu *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*
 - raportissa viittaukset 'kuntotutkimusohje'
- Ympäristöministeriön julkaisu *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus.*
 - raportissa viittaukset 'korjausopas'