

**KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
POHJOISSEUDUN KOULUN KEITTIÖ**



SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleiset tiedot kohteesta.....	3
1.1	Tutkimuksen tausta ja tavoite.....	3
1.2	Tutkimuksen aikataulu.....	3
1.3	Lähtötiedot	3
1.4	Tutkimuksen tekijä ja vastuuhenkilöt	3
2	Suoritettut tutkimukset.....	4
2.1	Rakennuksen ulkopuoliset kuivatusrakenteet	4
2.1.1	Tutkimukset ja havainnot.....	4
2.1.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	4
2.2	Tuulettuva alapohja.....	5
2.2.1	Tutkimukset ja havainnot.....	5
2.2.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	6
2.3	Ulkoseinät	7
2.3.1	Tutkimukset ja havainnot.....	7
2.3.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	8
2.4	Yläpohja	8
2.5	Sisäilmaolosuhteet ja sisätilat	9
2.5.1	Tutkimukset ja havainnot.....	9
2.5.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	11
3	Pohjakuvat	12
4	Yhteenveto ja toimenpidesuosituksset	13
	Liite 1 – Käytetyt mittalaitteet.....	15
	Liite 2 – Käytetyt tutkimusmenetelmät	18
	Liite 3 – Olosuhdearvioinnissa käytetyt kriteerit.....	19
	Liite 4 – Sovelletut asetukset ja ohjeet	23

1 YLEISET TIEDOT KOHTEESTA

1.1 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE

Kuntotutkimuksen kohteena oli Pohjoisseudun koulu osoitteessa Oriniementie 25, 31810 Punkalaidun. Tutkimukseen sisältyi koulurakennuksesta keittiön osuus. Keittiön henkilökunta on kokenut rakennuksessa sisäilmaoireilua, jonka takia tutkimus suoritettiin.

1.2 TUTKIMUKSEN AIKATAULU

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus suoritettiin 5.6.2025.

1.3 LÄHTÖTIEDOT

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen lähtötietoina oli käytössä seuraavat asiakirjat:

- Suomen Asiantuntijapalvelut Oy: LVISR-peruskuntoarvio, 2023
- Suomen Asiantuntijapalvelut Oy: Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, 19.1.2024, 13 sivua.

Aiemmin suoritettussa LVISR-peruskuntoarviossa on tunnistettu kosteus- ja sisäilmateknisiä riskitekijöitä sekä suositeltu näihin liittyviä lisätoimenpiteitä. Vuodenvaihteessa 2023-2024 suoritettussa kuntotutkimuksessa on keskitytty rakennuksen kaakkoispäädyn laajennukseen ja siellä havaittuun naftaliinin hajuun. Naftaliinin (PAH-yhdisteiden) lähteeksi on osoittautunut tervapaperi. Lisäksi rakenteissa on havaittu toimenpiderajan ylittävä mikrobivaurio.

1.4 TUTKIMUKSEN TEKIJÄ JA VASTUUHENKILÖT

Tutkimuksen vastuuhenkilö

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21

Johtava asiantuntija, tekniikan tohtori

0400 934 893

petri.annila@terveettalot.fi

Kuntotutkija

Laura Tertsunen

tekniikan ylioppilas

2 SUORITETUT TUTKIMUKSET

2.1 RAKENNUKSEN ULKOPUOLISET KUIVATUSRAKENTEET

2.1.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakennusta ympäröivä piha-alue viettää länteen. Rakennuksen pysäköintialueen ja pihan pohjoisosan muotoilu valuttaa sadevesiä rakennuksen koillis- ja kaakkoissivuja kohti.

Salaojajärjestelmää ei havaittu. Alkuperäisessä osassa sokkeli on luonnonkivirakenteinen ja paikoin alle 50 mm korkea.



Kuva 2.1. Sokkelikorkeus on paikoin hyvin matala.

2.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Alhainen sokkelikorkeus ja puurakenteiden sijainti lähellä maanpinnan tasoa altistaa rakennuksen normaalista poikkeavalle kosteusrasitukselle ja lisää kosteusvaurioitumisen riskiä merkittävästi. Ulkoseinärakenteista todettujen vaurioiden perusteella tämä riski on realisoitunut ainakin keittiön kohdalla. Ongelmat eivät kuitenkaan todennäköisesti rajaudu yksinomaan keittiön kohdalle.

Suosittelaa rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden korjaamista erikseen laadittavien suunnitelmien mukaan toteutettuna. Keskeisimmät toimenpiteet ovat:

- Sokkelikorkeuden kasvattaminen vähintään 30 cm korkeuteen.
 - Mahdollisuuksien mukaan maanpinnan tulisi rakennuksen ulkopuolella olla korkeintaan ryömintätilan maapohjan tasossa, mieluummin sen alapuolella.
- Maanpinnat muotoillaan viettämään pois päin rakennuksesta.

2.2 TUULETTUVA ALAPOHJA

2.2.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakenneavaus AV3

Rakenneavaus AV3 suoritettiin vanhan osan tuulettuvaan alapohjarakenteeseen. Rakenneavauksen kohdalla rakenne oli sisäpinnasta lukien seuraava:

- muovimatto
- lastulevy
- vanha lattialankku
- runkopalkisto sekä lämmöneristeenä savi/turve.

Rakenneavausta ei ulotettu alapohjarakenteen läpi asti.

Vanhan lattialankun alapinnan kosteuspitoisuudeksi mitattiin 10,4 p-%. Runkopalkin yläpinnan kosteuspitoisuudeksi mitattiin 12,8 p-% ja kyljen kosteuspitoisuudeksi syysuuntaan mitattuna 13,1 p-%. Kosteuspitoisuudet ovat tavanomaisen tasapainokosteuden tasossa.

Rakenneavauksesta otettiin mikrobinäyte N3. Näyte otettiin lämmöneristeenä käytetystä turpeesta. **Näytteessä havaittiin viite poikkeavasta mikrobikasvusta.** Bakteerien lähteenä rakenteeseen olisi voinut toimia aiempi keittiön lattian vahinko ja tähän liittyvän korjauksen yhteydessä rakenteeseen jääneet epäpuhtaudet.



Kuva 2.2. Yleiskuvia rakenneavauksesta AV3.

Yleiset havainnot

Ryömintätila alapohjan alla on matala, eikä rakenne ole tarkastettavissa laaja-alaisesti ryömintätilan kautta. Ryömintätilan pohjalla on orgaanista materiaalia, jonka mikrobivaurioituminen on mahdollista. Ryömintätilan painovoimaisen tuuletuksen edellytykset arvioidaan myös heikoiksi.



Kuva 2.3. Yleiskuvia ryömintätilasta.

2.2.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tuulettuvaan alapohjarakenteeseen on suoritettu kahdessa erillisessä tutkimuksessa yhteensä kolme rakennevausta. Yhdessä näissä on todettu toimenpiderajan ylittävä mikrobikasvusto (2023-2024 tutkimus), yhdessä viite poikkeavasta mikrobikasvustossa (2025 tutkimus) ja yhdessä ei ole havaittu toimenpiderajan ylittävää mikrobikasvustoa (2023-2024 tutkimus).

Tuulettuvan alapohjarakenteen kosteustekninen toimivuus on heikkoa ja tämä on suoritettujen tutkimusten perusteella johtanut ainakin paikalliseen vaurioitumiseen ylärinteen puoleisessa päädyssä. Vauriolajuutta ei voida koko rakennuksen näkökulmasta kuitenkaan päätellä luotettavasti. Suositellaan lisätutkimuksia korjauslaajuuden määrittämiseksi.

Nykytiedon valossa ensisijaisena korjausvaihtoehtona pidetään purkavaa korjausta, joka suoritetaan seuraavin yleisperiaattein:

- Alapohjarakenteen purkaminen rungolle.
- Ryömintätilan korkeuden kasvattaminen ja alapohjan kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen.
- Alapohjarakenteen ennallistaminen.
 - Rakenne esimerkiksi: pintakäsittelyt, laualattia, ilmansulkukerros, lämmöneriste (esim. Ekovilla) ja runko, tuulensuojakerros, ryömintätila (korkeus vähintään 80 cm), lämmöneristys (esim. kevytsora), suodatinkangas ja muotoiltu perusmaa.

2.3 ULKOSEINÄT

2.3.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakenneavaukset AV1 ja AV2

Rakenneavaukset AV1 ja AV2 suoritettiin vanhan osan ulkoseinärakenteeseen. Rakenneavauksen kohdalla rakenne oli ulkopinnasta lukien seuraava:

- julkisivuverhous
- tervapaperi
- hirsirunko, tiivistetty pellavariveellä.

Rakenneavausta ei ulotettu ulkoseinärakenteen läpi asti. Alimmat hirret on suojattu julkisivuverhouksen ja tervapaperin välissä pellillä noin 30 cm korkeudelle sokkelista. Julkisivurakenne on toteutettu tuulettumattomana.

Rakenneavauksessa AV1 hirren kosteuspitoisuudeksi mitattiin 16,3 p-% ja 16,2 p-%. Rakenneavauksessa AV2 hirren kosteuspitoisuudeksi mitattiin 16,8 p-%. **Kosteuspitoisuudet ovat koholla ja lähestyvät puurakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioitumisen raja-arvoa 18 p-%.**

Rakenneavauksista otettiin mikrobinäytteet N1 (AV1) ja N2 (AV2). Näytteet otettiin pellavariveestä. Näyttemateriaali ei ole suorassa ulkoilmakontaktissa. **Näytteissä havaittiin asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittävä mikrobikasvusto.** Valtalajina molemmissa on penicillium.

Molemmista rakenneavauksista hirsissä todettiin lahovaurioita. **Havaitut lahovauriot ylittävät asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.**



Kuva 2.4. Yleiskuvia rakenneavauksesta AV1: Pellityksen takana ja sen yläpuolella hirressä on lahovaurioita.

2.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tutkimuksessa havaittujen vaurioiden syy ei ole yksiselitteinen. Kohteessa kuitenkin toistuvat useat tekijät, jotka johtavat vastaavissa kohteissa vaurioihin. Näitä ovat a) matala sokkelikorkeus, b) tuulettuman julkisivurakenne sekä c) todennäköisesti toimiva kosteuskatko alimman hirren alta. Lisäksi julkisivuverhouksen ja perusmuurien luonnonkiven liitoksen tippanokka ei välttämättä toimi kaikin osin optimaalisesti ja vettä voi jäädä seisomaan luonnonkivien päälle. Hirsirungon kengityskorjaustarve on tyypillinen rakennustapaan liittyvä korjaus, joka yleensä jossain vaiheessa on edessä.

Ulkoseinien ja hirsirungon vauriolaajuutta ei voida päätellä luotettavasti. Oletusarvoista on, että vastaavaa ongelmaa esiintyy myös muualla kuin juuri keittiön kohdalla. Suositellaan ulkoseinärakenteisiin kohdistuvia lisätutkimuksia.

Nykytiedon valossa suositellaan ulkoseinärakenteiden korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Alimpiin hirsiiin tarvittavassa laajuudessa kohdistuva kengityskorjaus. Kosteuskatkon toteuttaminen esimerkiksi kumibitumikermikaistasta alimman hirren ja perustusten väliin.
- Julkisivurakenteen muutos tuulettuvaksi.
 - Toimivan tippanokan toteuttaminen julkisivun alareunaan.

2.4 YLÄPOHJA

Yläpohjaa tarkasteltiin ullakon kautta silmämääräisesti. Keittiön kohdalla ei havaittu erityisiä riskitekijöitä, eikä näytteenottoja suoritettu. Yläpohjan lämmöneristeiden yleisilme on epäsiisti. Pistemäiset epäpuhtauslähteet esimerkiksi ilmapuotojen kohdalla ovat mahdollisia.



Kuva 2.5. Yleiskuvia yläpohjarakenteesta.

2.5 SISÄILMAOLOSUHTEET JA SISÄTILAT

2.5.1 Tutkimukset ja havainnot

Yleiset havainnot

Sisäilman suhteelliseksi kosteudeksi mitattiin tutkimuspäivänä 53,0 %RH ja lämpötilaksi 21°C. Sisä- ja ulkotiilojen paine-eroksi mitattiin $-1,5 \pm 0,5$ Pa. Sää ulkona oli mittauksen yhteydessä tyyni.

Sisäilmassa havaittiin keittiö- ja ruokailutiloissa sekä keittiön yhteydessä sijaitsevissa siivouskomerossa ja wc:ssä lievä mikrobiperäinen haju. Siivouskomerossa haju voi osittain liittyä puhdistusvälineisiin. Lisäksi rakennuksen kaakkoispäädyssä oli edelleen havaittavissa naftaleenin hajua, vaikka aiemmin havaittua seinärakennetta oli jo korjattu.

Paine-ero

Rakennusvaipan ylitse vallitseva paine-ero mitattiin hetkellisellä mittauksella talon kaakkoispäädystä. Mittaustulos oli $-2,0 \text{ Pa} \pm 1,0 \text{ Pa}$. Ulkona kävi mittauksen yhteydessä kevyt tuulenvire.

Ilmanvaihtojärjestelmä ja ilmamäärämittaukset

Keittiössä on koneellinen poistoilmanvaihto (kohdepoisto). Korvausilmaventtiilit ovat ulkoseinällä. Osa venttiileistä on Mobairin tuloilmalaitteita. Ilmamääriä mitattiin pistokokeina. Mittaustulokset olivat:

- tuloventtiili 1, painovoimainen +1,6 l/s
- tuloventtiili 2, painovoimainen +1,6 l/s
- poisto 1 -26,7 l/s
- poisto 2 -25,1 l/s
- poisto 3 -36,9 l/s.

Poiston ilmamäärät ovat korkeat, mitkä varmasti ovat tarpeelliset ruoanlaiton yhteydessä. Tuloilmavirrat jäävät kuitenkin suhteettoman pieniksi, minkä lisäksi rakennusvaipan ylitse ei vaikuta muodostuvan merkittävää alipainetta. Tämä viittaa siihen, että korvausilmaa tulee runsaasti vuotoilmana ja epäpuhtauksien kulkeutuminen rakenteista sisätiloihin on todennäköisesti runsasta.

Merkkikaasututkimukset

Tutkimuksessa suoritettiin kaksi merkkikaasututkimusta (MA1 ja MA2). Tarkoituksena oli vahvistaa silmämääräiset havainnot siitä, että eri materiaalien liitoksissa esiintyy toistuvia ilmavuotoreittejä.

Rakenteeseen porattiin tutkimusta varten reikä, josta merkkikaasu laskettiin rakenteeseen nopeudella 10 l/min. Merkkikaasun virtaamista rakenteiden läpi mitattiin kaasuilmaisimella. Merkkikaasututkimus suoritettiin käyttötilaa vastaavassa olosuhteessa ($-2,0 \text{ Pa} \pm 1,0 \text{ Pa}$).

Merkkikaasututkimuksissa tehtiin seuraavat havainnot:

- MA1 ruokasali alapohja
 - merkkikaasu virtasi nopeasti rakenteen läpi
 - ilmavuotoreitit ovat pistemäisiä, mutta toistuvia reikiä alapohjan ja väliseinän liitoksessa
- MA2 varastotila alapohja
 - merkkikaasu virtasi nopeasti rakenteen läpi
 - välioiven ympäristössä ilmavuotoreitit ovat jatkuvia ja niitä on useammassa kohdassa välioiven kynnystä/karmia.



Kuva 2.6. Yleiskuvia merkkikaasututkimuksesta: vasemmalla tutkimus MA1 ja oikealla MA2. Kuviin on nuolin merkitty vuotopaikkoja.

Pienhiukkaset

Kuntotutkimuksen yhteydessä suoritettiin pienhiukkasmittauksia. Mittaustulokset on koottu oheiseen taulukkoon. Mittarivalmistajan ilmoittamat hiukkaspitoisuuksien hälytysrajat ovat:

- 0,3 µm: 100 000
- 0,5 µm: 35 200
- 1 µm: 8 320
- 2,5 µm: 545
- 5 µm: 193
- 10 µm: 68.

Mittarivalmistajan asettamat hälytysrajat eivät ylity.

Taulukko 2.1. Pienhiukkasmittausten tulokset. Tulokset on ilmoitettu hiukkasten lukumääränä.

Mittaus	Tila	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	2,5 µm	5 µm	10 µm
PH1	keittiö	10235	3018	674	102	16	7
PH2	ruokasali	10045	4266	872	121	24	8
PH3	siivouskomero	6220	1690	471	46	6	4

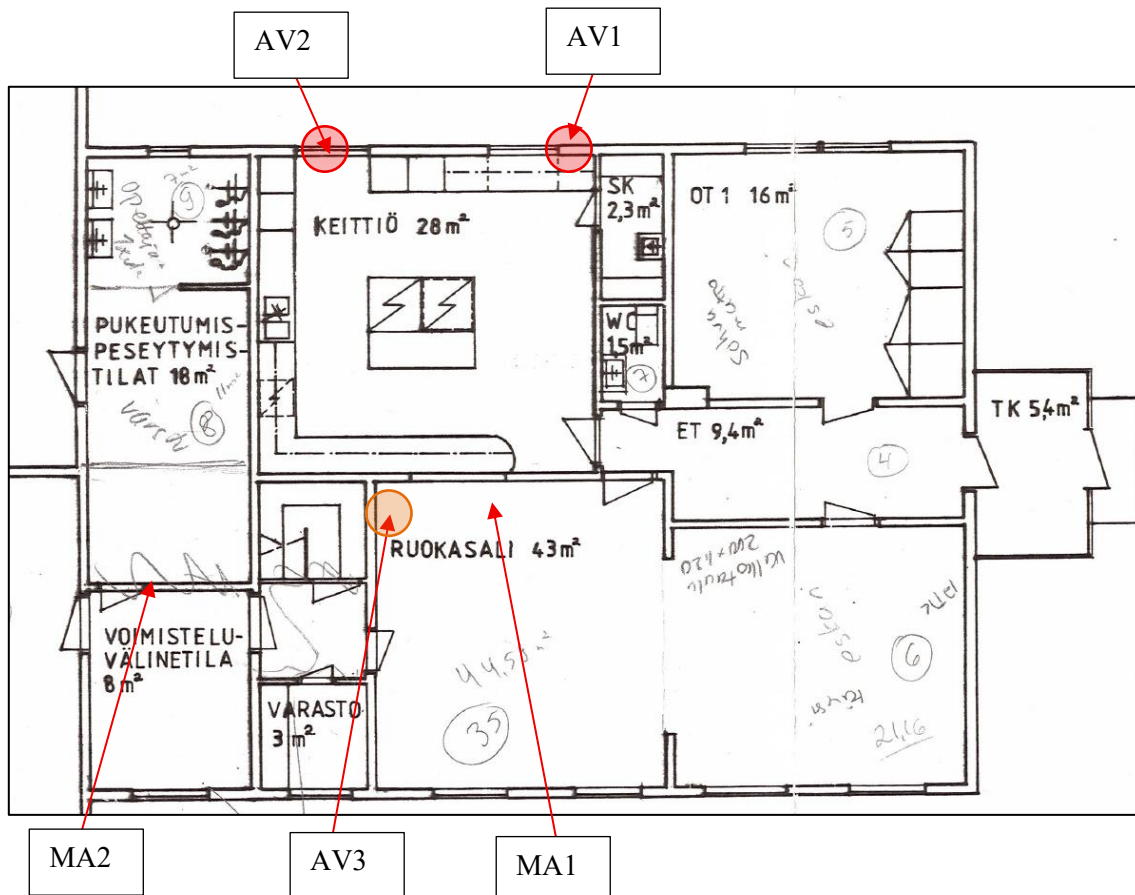
Huom! Terveet talot Oy kerää tutkimustietoa pienhiukkasista. Esitettyjä mittauksia ei voida verrata asumisterveysasetuksen toimenpiderajaan. Kokemusperäisesti Suomen olosuhteissa jo selkeästi mittarivalmistajan hälytysrajoja alhaisemmat pitoisuudet indikoivat poikkeamaa ja voivat viitata sisäilmaongelmaan. Hetkellinen suurikin poikkeama voi kuitenkin johtua normaalista asumistoiminnosta, kuten esimerkiksi pyykkien ripustamisesta kuivumaan tai polttopuiden käsittelystä ja takan poltosta. Käytössä oleva tietokanta ei vielä mahdollista tulosten tarkempaa tarkastelua.

2.5.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Aikakauden rakennukselle ja rakennustavalle ominaisesti ilmavuoreittejä on runsaasti myös tutkimusalueella. Suuri ero poistoilman ja tuloilman ilmamäärien välillä tarkoittaa, että korvausilmaa imetään runsaasti ilmavuoreittien kautta. Rakenteiden sisältä sisäilmaan kulkeutuu vähintään pölyä, mihin viittaa myös suhteellisen korkeat pienhiukkasarvot. Keittiön voimakkaat poistot voivat osaltaan selittää sitä, miksi sisäilmaongelmat koetaan juuri keittiön alueella, sillä merkittävä osa ilmavirtauksesta kulkee keittiön läpi.

3 POHJAKUVAT

Tutkimuksessa suoritettujen rakenneavausten sijainti on merkitty ohaiseen pohjakuvaan. Punaisella on merkitty rakenneavaukset, joista on todettu asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittävää kosteus- tai mikrobivaurioitumista. Oranssilla on merkitty viitteet vaurioitumisesta.



Kuva 3.1. Suoritettujen rakenneavausten ja havaittujen vaurioiden sijainti. Pohjakuvasta puuttuu rakennuksen laajennus, joka sijaitsee kuvan oikeassa reunassa vanhan osan jatkona.

4 YHTEENVETO JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Suoritetun tutkimuksen perusteella ulkoseinärakenteessa/hirsirungossa esiintyy keittiön kohdalla laho- ja mikrobivaurioitumista. Lisäksi tuulettuvassa alapohjarakenteessa esiintyy ainakin paikallisesti kosteus- ja mikrobivaurioitumista. Aikakauden rakennukselle tyypillinen heikko ilmatiiveys sekä keittiön korkeat poistoilmamäärät korostavat ongelmaa keittiön alueella.

Keittiön arvioidaan kuitenkin toimivan sisäilmaongelmien indikaattorina. Ongelmia on siis hyvin todennäköisesti myös muualla kuin vain juuri keittiön kohdalla. Lähtökohtaisesti keittiötä ei tällöin kannata lähteä korjaamaan omana kokonaisuutena ennenkö koko rakennuksen tila tunnetaan. Suositellaan koko rakennukseen kohdistuvaa kosteus- ja sisäilmateknistä kuntotutkimusta.

Tarveselvitys (2025)

Rakennukseen kohdistuvien jatkotoimenpiteiden selvittely kannattaa aloittaa tarveselvityksellä. Yksinkertaisuudessaan tämä tarkoittaa laadittua arviota siitä mikä koulurakennuksen käyttöaste ja -tarve on tulevaisuudessa sekä miten pitkälle tämän odotetaan jatkuvan.

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus (2025-2026)

Suosittelaa koko rakennukseen kohdistettavaa kattavaa kosteus- ja sisäilmateknistä kuntotutkimusta.

Hankesuunnittelu (2026-)

Suosittelaa vähintään kevyen hankesuunnittelun toteuttamista. Hankesuunnittelussa voidaan vertailla eri korjausvaihtoehtojen elinkaarikustannuksia sekä niitä vaihtoehtoja, jotka on tarveselvityksen perusteella mahdollisia. Vertailtavia vaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi:

- a) koko rakennuksen korjaaminen pitkällä (esim. 50 vuotta) käyttöikätaavoitteella
- b) rakennuksen käyttöikää jatkava peruskorjaus, käyttöikätaavoite esimerkiksi 10-20 vuotta)
- c) rakennuksen osittain korjaaminen ja osittainen käytöstä poisto
- d) käyttötarkoituksen muutokset ja mahdollinen käytöstä poisto.

Hankesuunnitteluun sisältyvien vaihtoehtojen kartoituksessa tulee ottaa huomioon kuntotutkimuksen tulokset ja toimenpidesuosituksat.

Korjaussuunnittelu (2026-)

Suosittelaa tarvittavien korjaussuunnitelmien laatimista ottaen huomioon tarveselvityksessä ja hankesuunnittelussa asetetut tavoitteet sekä kuntotutkimuksessa ja aiemmassa LVISR-peruskuntoarviossa todetut korjaustarpeet.



Tampere 24.6.2025

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21

Johtava asiantuntija, tekniikan tohtori

0400 934 893

petri.annila@terveetalot.fi

LIITTEET

- Labroc: Tutkimusraportti, 19.6.2025, 5 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 määräajoin 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 ($> +75$ °)

- suhteellinen kosteus
 - mittausalue 0...100 % RH
 - resoluutio 0,1 % RH
 - mittaustarkkuus $\pm 3,0$ % RH (+25 °C)

Mittapisteet ja porareiät valmistellaan yleisten mittausohjeiden (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 ± 5 %RH, ellei raportissa toisin mainita.

Lämpökamera

Käytössä oleva mittalaite FLIR E8-XT

- IR-resoluutio 320 x 240
- mittausalue -20...+550 °C
- lämpötilaherkkyys 0,05 °C
- mittaustarkkuus ± 2 °C tai ± 2 % (+10...+35 °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
 - mittausalue 0,3-20 m/s
 - resoluutio 0,01 m/s
 - mittaustarkkuus $\pm (0,1 \text{ m/s} + 1,5 \text{ % mittausarvosta})$
- lämpötila
 - mittausalue 0...+50 °C
 - resoluutio 0,1 °C
 - mittaustarkkuus $\pm 0,5$ °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. Näytemateriaaliin 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.

Pienhiukkaset

Käytössä oleva mittalaite Trotec PC220

- hiukkaslaskuri
 - mittaustarkkuus 50 % kun $0,3\ \mu\text{m}$
 - mittaustarkkuus 100 % $> 0,45\ \mu\text{m}$ (ISO 21501 mukaan)

Pienhiukkasista kerätään kuntotutkimuksissa toistaiseksi vain tietokantaa, jotta tulosten tarkempi analysointi myöhemmin on mahdollista. Esitettyjä tutkimustuloksia ei voida verrata asumisterveysasetuksen hiukkasmaisten epäpuhtauksien toimenpiderajaan.

Formaldehydi (HCHO)

Käytössä oleva mittalaite Trotec PC220

- mittausalue $0,01 \dots 5,00\ \text{ppm}$
- mittaustarkkuus $\pm 5\ \%$

Mittauksen tulosta ei voida verrata asumisterveysasetuksen formaldehydin toimenpiderajaan.

Hiilimonoksidi (CO)

Käytössä oleva mittalaite Trotec PC220

- mittausalue $10 \dots 1\ 000\ \text{ppm}$
- mittaustarkkuus $\pm 5\ \%$

Yksikkömuunnoksen ($1\ \text{ppm} = 1,145\ \text{mg/m}^3$) jälkeen tulosta voidaan verrata asumisterveysasetuksen hiilimonoksidille asetettuun toimenpiderajaan.

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 – OLOSUHDEARVIOINNIN KÄYTETYT KRITERIT

Taulukko L3.1. Tutkimusalueen rakennusosien ilmatiiviiden ja vuotoilman arviointikriteerit ja pistemäärät.

Osatulos 1: Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on epätodennäköistä.	Pisteet
• Vuotoilmareittejä on erittäin vähän ja epätiivistä materiaalia ei ole. • Vuotoilmareitit ovat pistemäisiä. • Vuotoilmareittien tai epätiivin materiaalin sijainti ei lisää epäpuhtaan vuotoilman riskiä. • Ilmatiiviyys on erittäin hyvä tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä parempi. • Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua ei kulkeudu rakennusosasta sisäilmaan. • Käyttöaikainen alipaine ei lisää vuotoilman kulkeutumista.	0
Osatulos 2: Vuotoilmareittejä on vähän ja vuotoilman kulkeutuminen on mahdollista.	Pisteet
• 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. • Ilmatiiviyys on hyvä tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräysten mukainen. • Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan ajoittain. • Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista vähän.	1
Osatulos 3: Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu.	Pisteet
• 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. • Ilmatiiviyys on keskimääräinen tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä heikompi. • Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan lähes kokoaikaisesti. • Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista jonkin verran.	2
Osatulos 4: Vuotoilmareittejä on paljon ja vuotoilmaa kulkeutuu runsaasti.	Pisteet
• 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. • Ilmatiiviyys on heikko tai ilmanpitävyys (q50) on nykymääräyksiä paljon heikompi. • Vuotoilmaa tai poikkeavaa hajua kulkeutuu rakennusosasta sisäilmaan kokoaikaisesti. • Käyttöaikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista paljon.	3

Taulukko L3.2. Tutkimusalueen rakennusosien riskitekijöiden arviointikriteerit ja pistemäärät.

Osatulos 1: Rakennusosissa ei ole poikkeavia sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavia riskitekijöitä.	Pisteet
• Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia ei ole. • Muita epäpuhtauslähteiden riskejä sisältäviä rakennusosia ei ole. • Poikkeavaa kosteutta ei ole. • Näkyviä kosteusvaurioita ei pintamateriaaleissa ole. • Vuotoilmaa kulkeutui a rakennusosan sisältä, missä näkyviä kosteusvaurioita ei ole. • Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti M1-luokkaa tai niihin rinnastettuja materiaaleja.	0
Osatulos 2: Rakennusosissa on vähän riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	Pisteet
• Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on yksi. • Muita epäpuhtauslähteiden riskejä sisältäviä rakennusosia on vähän. • Poikkeavaa kosteutta on pienialaisesti yksittäisessä rakennusosassa. • Näkyviä kosteusvaurioita on pintamateriaaleissa vähän ja ne ovat pienialaisia. • Vuotoilmaa kulkeutui a rakennusosan sisältä, missä näkyviä kosteusvaurioita on vähän. • Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti M2-luokkaa ja/tai materiaaleihin sisältyy vähän päästöriskejä.	1
Osatulos 3: Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	Pisteet
• Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on kaksi tai kolme. • Muita epäpuhtauslähteiden riskejä sisältäviä rakennusosia on jonkin verran. • Poikkeavaa kosteutta on laaja-alaisesti yksittäisessä rakennusosassa tai pienialaisesti useassa eri rakennusosassa. • Näkyviä kosteusvaurioita on pintamateriaaleissa jonkin verran ja ne ovat keskikokoisia. • Vuotoilmaa kulkeutui a rakennusosan sisältä, missä näkyviä kosteusvaurioita on jonkin verran. • Tilapinnat tai tilavarusteet ovat laajasti luokittelemattomia ja materiaaleihin sisältyy jonkin verran päästöriskejä.	2
Osatulos 4: Rakennusosissa on paljon riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	Pisteet
• Kosteusteknisiä/-vaurion riskejä sisältäviä rakennusosia on yli kolme. • Muita epäpuhtauslähteiden riskejä sisältäviä rakennusosia on paljon. • Poikkeavaa kosteutta on laaja-alaisesti useassa eri rakennusosassa. • Näkyviä kosteusvaurioita on pintamateriaaleissa paljon ja ne ovat suuria. • Vuotoilmaa kulkeutui a rakennusosan sisältä, missä näkyviä kosteusvaurioita on paljon. • Tilapinnat tai tilavarusteet ovat luokittelemattomia ja materiaaleihin sisältyy paljon päästöriskejä.	3

Taulukko L3.3. Tutkimusalueen ilmastointijärjestelmän arviointikriteerit ja pistemäärät.

Osatulos 1: Ilmastointijärjestelmä edistää hyvää sisäilman laatua ja olosuhteita.	Pisteet
- Järjestelmä on suunniteltu nykyisiä määräyksiä paremmaksi, toimii hyvin ja lämpötilojen tavoitearvot (S1 tai S2) ovat toteutuneet. - Rakennusautomaatio on ja se toimii hyvin kaikissa käyttötilanteissa ja asetukset ja ohjaukset ovat kunnossa. - Järjestelmästä johtuva alipaine ei lisää vuotoilman kulkeutumisriskiä eikä ylipaine ei aiheuta kosteusrasitusta rakennusosiin. - Järjestelmä on puhdas eikä sisällä epäpuhtauslähteitä. - Tilojen ulkoilmavirrat ovat toteutuneet suunniteltujen tavoitetasojen (S1 tai S2) mukaan. - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilman laatu ja olosuhteet ovat erinomaiset. - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii hyvin ja on aistinvaraisesti puhdas eikä aiheuta vetoa.	0
Osatulos 2: Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin eikä heikennä sisäilman laatua ja olosuhteita.	Pisteet
- Järjestelmä ja sen toiminta tai käyttötapa eivät todennäköisesti heikennä sisäilman lämpöoloja. - Rakennusautomaatio on ja se toimii oikein käyttöaikoina, mutta sen toiminnassa on puutteita käyttöaikojen ulkopuolella. - Järjestelmästä johtuva alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä tai ylipaine voi aiheuttaa ajoittain kosteusrasitusta rakennusosiin. - Järjestelmä sisältää epäpuhtauslähteitä, joista ei todennäköisesti kulkeudu epäpuhtauksia sisäilmaan. - Tilojen ilmavirrat ovat suunnitelmien ja nykyisten ilmanvaihtomääräysten mukaisia. - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilman laatu ja olosuhteet ovat hyvät. - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii hyvin, mutta se voi toimia epäpuhtauslähteenä tai voi aiheuttaa vetoa.	1
Osatulos 3: Ilmastointijärjestelmä toimii, mutta voi heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	Pisteet
- Järjestelmä ja sen toiminta tai käyttötapa voivat todennäköisesti heikentää sisäilman lämpöoloja. - Rakennusautomaatiota ei ole tai on, mutta sen toiminta on epäselvä tai automatiikan toiminnassa on puutteita. - Järjestelmästä johtuva alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä paljon tai ylipaine voi aiheuttaa lähes kokoaikaisesti kosteusrasitusta rakennusosiin. - Järjestelmä sisältää epäpuhtauslähteitä, joista epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan. - Tilojen ilmavirrat ovat aiempien rakennuslupavuoden suunnitelmien tai ilmanvaihtomääräysten mukaisia. - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaiset. - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii, mutta se voi toimia epäpuhtauslähteenä tai voi aiheuttaa vetoa.	2

Osatulos 4: Ilmastointijärjestelmä toimii huonosti ja heikentää sisäilman laatua ja olosuhteita.	Pisteet
- Järjestelmä ja sen toiminta tai käytötapa heikentävät erittäin todennäköisesti sisäilman lämpöoloja. - Rakennusautomaatio on, mutta se ei ole toimiva tai automatiikan toiminnassa on merkittäviä puutteita. - Järjestelmästä johtuva alipaine voi lisätä vuotoilman kulkeutumisriskiä erittäin paljon tai ylipaine voi aiheuttaa kokoaikaisesti kosteusrasitusta rakennusosiin. - Järjestelmä sisältää useita epäpuhtauslähteitä, joista epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan. - Tilojen ilmavirrat eivät ole rakennuslupavuoden suunnitelmien tai ilmanvaihtomääräysten mukaisia. - Aistinvaraisesti arvioitu sisäilman laatu ja olosuhteet ovat huonot. - Erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite toimii huonosti ja voi toimia epäpuhtauslähteenä ja aiheuttaa vetoa.	3

Taulukko L3.4. Tutkimusalueen biologisten, fysikaalisten tai kemiallisten tekijöiden arviointikriteerit ja pistemäärät.

Osatulos 1: Biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä ei ole poikkeavasti.	Pisteet
Kaikki mittaus- ja/tai analyysitulokset täyttävät vaaditut tai suositellut ohjearvot, raja-arvot, viitearvot tai toimenpiderajat tutkimusalueen koosta riippumatta.	0
Osatulos 2: Biologisia, fysikaalisia ja/tai kemiallisia tekijöitä on vähän.	Pisteet
Yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa suhteessa tutkimusalueen kokoon.	1
Osatulos 3: Biologisia, fysikaalisia ja/tai kemiallisia tekijöitä on jonkin verran.	Pisteet
Useat mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa suhteessa tutkimusalueen kokoon	2
Osatulos 4: Biologisia, fysikaalisia tai kemiallisia tekijöitä on paljon.	Pisteet
Suurin osa mittaus- ja/ tai analyysituloksista ei täytä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa suhteessa tutkimusalueen kokoon.	3

LIITE 4 – 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 selvittämismenettelyyn*.
 - Ohje 4/2017
- Ympäristöministeriön julkaisu *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*
 - raportissa viittaukset 'kuntotutkimusohje'
- Ympäristöministeriön julkaisu *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus*.
 - raportissa viittaukset 'korjausopas'