

Tutkimusraportti WO-00976889
26.6.2023

Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Impivaaran jäähalli
Eskonkatu 1
20320 Turku





Tutkimuksen tilaaja

Turun kaupunki
Tilapalvelut
Hannele Luoma
hannele.luoma@turku.fi

Tutkimuskohde

Kiinteistön nimi: Impivaaran jäähalli
Kiinteistön osoite: Eskontie 1, 20320 Turku
Rakennuksen tyyppi: jäähalli
Huoneistoala: 6 304 m²
Valmistumisvuosi: 1982

Tutkimusajankohta

30.5.2023 – 1.6.2023

Tutkimuksen tekijät

Kiwa Inspecta
Martti Perikangas, asiantuntija
Hautalankatu 31
33560 Tampere
Puh. 050 310 5726
Sähköposti: martti.perikangas@kiwa.com

Kiwa Inspecta
Stefanos Liappas, asiantuntija
Robert Huberin tie 2
01510 Vantaa
Puh. 050 477 8386
Sähköposti: stefanos.liappas@kiwa.com

Kiwa Inspecta
Michael Nyby, asiantuntija
Telekatu 12
202360 Turku
Puh. 050 464 3225
Sähköposti: michael.nyby@kiwa.com

Kiwa Inspecta
Sami Kallio, asiantuntija
Robert Huberin tie 2
01510 Vantaa
Puh. 050 467 3122
Sähköposti: sami.kallio@kiwa.com

Liitteet

- Liite 1. Rakenneavauspaikat, 1 sivu
- Liite 2. Testausseloste, MIK10608, materiaalinäytteen mikrobianalyysi, 6 sivua
- Liite 3. Pintakosteuskartoitus, 1 sivu
- Liite 4. Olosuhde- ja paine-eromittausten tulokset, 8 sivua

© Inspecta Oy

Inspecta Oy (Kiwa Inspecta) vastaa antamastaan lausunnosta konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 2013).

Mitään tämän raportin osaa ei saa muokata, jäljentää taikka julkaista missään muodossa tai millään tavoin ilman julkaisijan antamaa kirjallista lupaa.

Tämä raportti ei ole julkisesti saatavilla, vaan se on jaettu vain hankkeen tilaajalle. Raportin jakelu hankeryhmän ulkopuolella tapahtuu vain tilaajan toimesta ja vastuulla.

Inspecta Oy

PL 1000
00581 Helsinki
Puh. 010 521 600, fi.asiakaspalvelu@kiwa.com

Pääkonttori

Sörnäistenkatu 2
00580 Helsinki
www.kiwa.com/fi

Y-tunnus

1787853-0





Tiivistelmä

Tutkimuskohteena on 1980-luvun alussa rakennettu jäähalli Turun Impivaarassa. Rakennuksessa on kaksi kenttää, sosiaalitilat sekä muita pienempiä tiloja. Rakennus on liimapuurunkoinen. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisilla toimenpiteillä kohteen käyttöä voidaan jatkaa 1–5 vuotta.

Rakennuksen yläpohjiin on kohdistunut erittäin voimakasta kosteusrasitusta kattovuotojen sekä kosteuden kondensoitumisen kautta. Halliosan kaarevat vesikatot on uusittu rakentamalla uusi vesikate vanhan vesikatteen päälle. Hallissa on nähtävissä laajoja kosteus- ja mikrobivauriojälkiä käytännössä kaikissa puurakenteissa. Yläpohjien mineraalivilloista otettiin materiaalinäytteitä suoraviljelyyn. Yhdessä näytteessä havaittiin heikko viite vauriosta ja yhdeksässä näytteessä viite mikrobivauriosta.

Ulkoseinien ulkoverhous on huonokuntoinen ja ulkoseiniin kohdistuu erittäin voimakasta kosteusrasitusta erityisesti rakennuksen pitkillä sivuilla. Ulkoseinistä otettiin kuusi materiaalinäytettä ja kaikissa havaittiin viite mikrobivauriosta. Sosiaalitilan alapohjissa on kaksi muovimattoa päällekkäin ja muovimatoissa on kosteuspoikkeama-alueita ja mikrobivaurioita ainakin paikoin.

Ilmanvaihtojärjestelmä tutkittiin aistinvaraisesti sekä pistokoeluentoisin mittauksin. Jäähalleja palvelevat ilmanvaihtokoneet TK-2 ja TK-3 ovat uusittu v. 2008. Pukuhuoneita, kahvioita yms. muita yleisiä tiloja palveleva tuloilmakone TK-1 sekä erillispoistot ovat alkuperäisiä ja ovat ylittäneet teknisen käytökänsä. Ilmamäärämittauksissa ilmamäärät eivät suurimmalta osin olleet suunnitteluarvojen mukaiset. Suosittelemme ilmastointijärjestelmän ilmamäärien säätämistä mahdollisimman pian sekä ilma- vuotojen tukkimista ja pinnoittamattomien eristeiden uusimista tai pinnoittamista.

Rakennus on erittäin epätiivis ja eri rakennusosien välillä on hallitsevia ilmayhteyksiä. Rakennus ei ole merkittävän alipaineinen todennäköisesti laajojen ilmapuotojen takia. Jäähallin kenttien puolella on aistittavissa mikrobiperäinen haju. Rakennukseen laadittiin olosuhtearviointi, jonka perusteella rakennuksen olosuhteet ovat luokkaa **D**. Sisäilman laatu ja olosuhteet **poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta**. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti.

Rakennuksessa on laajamittainen peruskorjaustarve. Huomioiden vaurioituneiden rakenteiden laajuus, lyhyellä tähtäimellä toteutettavia sisäilman laatua parantavia korjaustapavaihtoehtoja on vähän. Erityisesti jäähalliosan yläpohjien vaurioiden korjaaminen edellyttää käytännössä peruskorjauslaajuista korjausta.

Jos tilan käyttöä kuitenkin jatketaan 1–5 vuotta rakenteiden ongelmat tiedostaen, kohteeseen suositellaan ilmanvaihdon huoltokorjausta ja säätöä, ilmatiiveyden parantamista eri rakennusosien välillä ja sosiaalitilan vaurioituneiden alapohjan pinnoitemateriaalien uusimista. Muut lyhyen aikavälin korjaustarpeet on esitetty kappaleessa yhdeksän.



Sisällysluettelo

1	Tutkimuksen tarkoitus	6
2	Kohteen yleiskuvaus	6
3	Lähtötiedot	7
4	Tutkimusmenetelmät	7
4.1	Suoritetut tutkimukset.....	7
4.2	Tutkimuskalusto	8
4.3	Menetelmäkuvaukset ja viitearvot	8
4.3.1	Mikrobinäytteenotto rakenteista	8
4.3.2	Kosteusmittaukset	8
4.3.3	Paine-eromittaukset	9
4.3.4	Lämpökuvaus ja tiiveystarkastelut	9
4.3.5	Ilmavirtamittaukset	10
4.3.6	Sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset	10
4.3.7	Hiiidioksidipitoisuusmittaukset	11
5	Rakenneteknisen tutkimuksen tulokset	12
5.1	Alapohjat ja maanvastaiset seinät	12
5.1.1	Havainnot ja mittaustulokset	14
5.1.2	Rakenneavaukset.....	18
5.1.3	Johtopäätökset	24
5.1.4	Toimenpide-ehdotukset	24
5.2	Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet.....	26
5.2.1	Havainnot ja mittaustulokset	27
5.2.2	Rakenneavaukset.....	31
5.2.3	Johtopäätökset	37
5.2.4	Toimenpide-ehdotukset	38
5.3	Väliseinät ja pintarakenteet	39
5.3.1	Havainnot ja mittaustulokset	40
5.3.2	Rakenneavaukset.....	42
5.3.3	Johtopäätökset	46
5.3.4	Toimenpide-ehdotukset	46
5.4	Yläpohjat ja vesikatot	47
5.4.1	Havainnot ja mittaustulokset	48
5.4.2	Rakenneavaukset.....	56
5.4.3	Johtopäätökset	64
5.4.4	Toimenpide-ehdotukset	65
5.5	Piha-alueet, ulkopuolinen vedenpoisto	66
5.5.1	Havainnot ja mittaustulokset	66
5.5.2	Johtopäätökset	68
5.5.3	Toimenpide-ehdotukset	68
6	Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset	69
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	69
6.2	Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät.....	69
6.3	Ilmanvaihtojärjestelmän havainnot	71



6.3.1 Aistinvaraiset havainnot	71
6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	74
7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset	75
7.1 Paine-ero	75
7.2 Hiilidioksidipitoisuus	76
7.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteuspitoisuus.....	77
7.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	78
8 Olosuhdearviointi	78
8.1 Rakennusosien ilmativiys ja vuotoilma	78
8.2 Rakennusosien riskitekijät.....	79
8.3 Ilmastointijärjestelmä	79
8.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	79
8.5 Olosuhdearvioinnin tulos.....	80
8.6 Toimenpide-ehdotukset.....	80
9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	81
10 Päiväys ja allekirjoitukset	81



1 Tutkimuksen tarkoitus

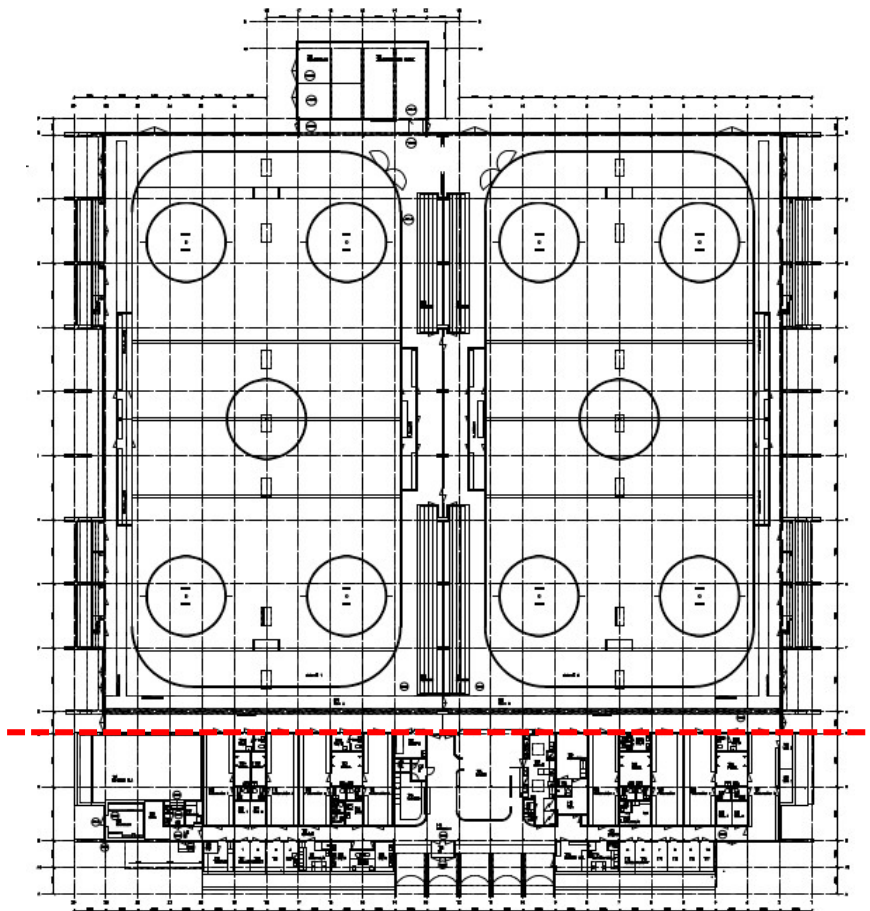
Tutkimuksen tarkoituksena oli tilaajan toimeksiannon mukaisesti selvittää, millä toimenpiteillä kohteen käyttöä voidaan jatkaa 1–5 vuotta.

2 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuskohteena on Turussa sijaitseva vuonna 1982 valmistunut jäähalli. Rakennuksessa on kaksi halliosaa ja sosiaalitilat. Sosiaalitilat käsittävät muun muassa kahvio- ja keittiötilan, useita pukuhuoneita ja märkätiloja, valvomon, teknisen tilan, WC-tiloja ja aula- ja käytävätiloja. Jäähallin puolella on kaksi kenttää, valmentajien tila, kuntosali, varastotilaa sekä jäähoidokoneiden ja kiinteistönhoidon kalustoon liittyvä säilytystila.

Rakennuksen runkona halliosalla ovat liimapuurakenteiset kolminivelkaaret. Sekundäärirakenteina ovat liimapuupalkit, jotka kannattelevat yläpohjan eristeitä ja vesikaton pintarakenteita. Liimapuukaaret jatkuvat yhtenäisenä rakennuksen ulkoseinälinjan ulkopuolelle. Kaaret on perustettu betonianturoiden varaan.

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Rakennuksen vesikatto on uusittu asentamalla uusi vesikatto vanhan päälle. Lähtötietojen perusteella katto on vuotanut hallin ja sosiaalitilojen alueella.



Kuva 1. Jäähallin pohjakuva. Kuvassa sosiaalitilat ja kaksi kenttää. Lämpimän ja kylmän tilan välinen seinä on esitetty kuvassa katkoviivalla. Lämpimät sosiaalitilat ja hallin sisäänkäynti ovat kuvan alareunassa.



3 Lähtötiedot

- Laajasti erilaisia rakennepiirustuksia.
- Esiselvityskäynti 8.2.2023 ja keskustelu henkilöstön kanssa (Mika Wikström, Turun kaupunki).
- Laajarunkohallitarkastus, Kiwa Inspecta, 22.10.2019

4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukset perustuvat pääosin Ympäristöministeriön Ympäristöoppaassa 2016 (toim. Pitkäranta) esitettyihin ohjeistuksiin ja suosituksiin menetelmien ja menettelyjen osalta.

Lisäksi sovelletaan mm. seuraavia julkaisuja ja asetuksia:

- Asumisterveysasetus ja Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohje
- Suomen rakentamismääräyskokoelma
- Sisäilmastaselvitys ja olosuhdearviointi: Ohje työpaikkojen sisäilmastaselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekeville, TTL, 2022
- Ilmanvaihdon kuntotutkimus suoritetaan Suomen LVI-liitto ry:n (SuLVI) ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimus -ohjeistusta soveltaen.

Laboratoriotutkimukset perustuvat laboratorion testausselesteissa kuvattuihin, yleisesti käytössä oleviin menetelmiin. Tutkimukset teetetään pääasiassa päteväksi katsotuilla toimijoilla, joiden menetelmä on FINAS-akkreditoinnin pätevyysalueessa ja/tai Ruokaviraston hyväksymä.

4.1 Suoritetut tutkimukset

Esiselvityskäynti, 8.2.2023

Esiselvityskäynnillä olivat läsnä Turun kaupungilta Mika Wikström ja Kiwa Inspectalta Stefanos Liappas, Michael Nyby sekä Martti Perikangas. Esiselvityskäynnillä tilat tarkastettiin aistinvaraisesti, tehtiin pintakosteuskartoitus ja keskusteltiin tilaajan edustajan kanssa hallin käytöstä, historiasta ja havaituista ongelmista.

Tutkimukset kohteella 30.5.-1.6.2023

Kuntotutkimusten yhteydessä rakennukseen tehtiin rakenneavauksia alapohjaan, ulkoseiniin, väliseiniin ja yläpohjaan. Ulkoseinien avaukset tehtiin ulkokautta avaamalla ulkoverhousta sisäpinnan mahdollisesti asbestipitoisen kuitusementtilevyn takia. Väliseinien avaukset tehtiin avaamalla verhousta tai poraamalla. Alapohjien avaukset tehtiin poraamalla. Rakennusta ja rakenteita arvioitiin aistinvaraisesti ja rakenteista otettiin 20 materiaalinäytettä suoraviljelyyn. Alapohjaan tehtiin viiltokosteusmittauksia ja kaksi merkkiainekoetta.

Ilmanvaihdon kuntotutkimus tehtiin aistinvaraisesti ja pistokoeluontoisin mittauksin 30.-31.5.2023

Olosuhdemittaukset 2.6.-15.6.2023

Rakennukseen asennettiin seitsemän dataloggeria kahden viikon ajaksi mittaamaan sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta, hiilidioksidipitoisuutta tai paine-eroa.



4.2 Tutkimuskalusto

Tutkimuksissa käytettiin seuraavaa mittauskalustoa:

- Pintakosteudenosoitin: Gann Hydromette Uni 2, mittapää B52, kalibroitu 3.3.2023
- Rakennekosteusmittari: Vaisala HMI-41 / HMP-42, kalibroitu 12.1.2023
- TESTO 510 -paine-eromittari, sisäinen vertailumittaus
- Flir e95 -lämpökamera, kalibroitu 15.3.2022
- Ilmavirtamittaukset: Swema 3000 -monitoimimittari
- Ilmavirtamittaukset: SwemaFlow 126
- Ilmavirtamittaukset: PHM-V1 -venttiilinsäätömittari
- Paine-eromittaukset: Miran DLS
- Hiilidioksidiseuranta: Miran DLS
- Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seuranta: Miran DLS
- Sensistor XRS9012 -merkkiaineilmaisin
- Typpi-vety-kaasuseos (Formier 5, N2 95 % / H2 5 %)

4.3 Menetelmäkuvaukset ja viitearvot

4.3.1 Mikrobinäytteenotto rakenteista

Mikrobinäytteet otettiin rakenneavauksista puhdistetuilla työvälineillä ja suojakäsineitä käyttäen. Rakennearauksien tekovaiheessa huomioitiin mahdollinen kontaminaatoriski siten, että avauksen viimeistelyn suoritti mahdollisuuksien mukaan näytteenottaja. Työvälineet puhdistettiin jokaisen näytteenoton välillä. Näytteenotto kohdennettiin mikrobikasvuston kannalta riskialteimpaan kohtaan. On kuitenkin huomioitava, että mikrobikasvu rakennusmateriaaleissa ei ole tasaista, jolloin vaurioitunein osa ei välttämättä ole havaittavissa.

Tarkastuksien aikana mikrobin materiaalinäytteet otettiin Asumisterveysasetuksessa ja sen soveltamisohjeessa esitetyin menetelmin. Näytteet suljettiin ilmatiiviiseen muovipussiin. Analyysit tehtiin suoraviljelymenetelmällä. Tarkemmat menetelmäkuvaukset laboratoriotutkimuksista on esitetty liitteenä olevassa analyysivastauksessa.

4.3.2 Kosteusmittaukset

Kenttätutkimuksissa käytettiin pintakosteuden tunnistinta aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä. Pintakosteuden tunnistimen mittapää kohdistettiin suoraan tutkittavan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin lukulaitteesta. Pintakosteushavainnointi on ainetta rikkomaton menetelmä, missä samasta rakenteesta saatuja vertailuarvoja verrataan keskenään tarkoituksena saada poikkeama-alueet esille. Pintakosteuden tunnistimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat ja teräkset sekä eri materiaalien koostumukset ja pintamateriaalit.

Pintakosteuskartoitus tehtiin lämpimien tilojen lattioihin. Niille kohdin, missä mittaustuloksissa havaittiin poikkeamia, tehtiin tuloksien varmistamiseksi viiltokosteusmittauksia. Viiltokosteusmittauksessa mittausta tehtiin asentamalla rakennekosteusmittarin mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin sinitarralla ja annettiin tasaantua vähintään 20 minuutin ajan, jonka



jälkeen tulokset luettiin Vaisalan HM40 -lukulaitteella. Menetelmässä saadaan selville muovimaton ja betonin välisen tilan suhteellinen kosteus.

Mittaustuloksia arvioitaessa apuna voidaan käyttää mm. seuraavia lähteitä:

- RT-103333 Betonin suhteellinen kosteus
- Pinnoitevalmistajien ohjearvoja

Yleisesti ottaen uudiskohteissa päällystettävyyden raja-arvona mattopäällysteille käytetään usein 85 % suhteellista kosteutta (arviointisyvyydellä), mikä tarkoittaa noin 75 % suhteellista kosteutta heti mattopinnoitteen alapuolella.

Viiltokosteusmittauskohdilla mittarin annettiin tasaantua noin 20 minuuttia, mikä on riittävä aika tasaantumiseen. Sisäilman lämpötilan ja rakenteiden välillä ei ollut merkittävää lämpötilaeroa, joten lämpöoloista johtuen mittauksiin ei tullut mittausepätkätkäyttä. Mittalaitteet on kalibroitu valmistajan ohjeiden mukaisesti ja mittaukset tehtiin RT-ohjekortissa 103333 kuvatuilla menetelmillä. Käytetty mittauslaitteisto, työmenetelmät ja olosuhteet huomioiden saavutettiin todennäköisesti kokonaismittaus-tarkkuus ± 4 RH %.

4.3.3 Paine-eromittaukset

Rakennuksen yli- tai alipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden lävitse kulkeutuvien vuotoilmavirtaus-ten suuntaan sekä kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Ilma pyrkii virtaamaan paine-suhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Ilmavirtojen mukana voi kulkeutua epäpuh-tauksia, kuten hiukkasia ja mineraalivillakuituja, mikrobiperäisiä epäpuhtauksia, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, hajuja sekä radonia. Sisäilman ollessa voimakkaasti alipaineista ulkoilmaan nähden, saat-taa näihin epätiiveyskohtiin muodostua hallitsemattomia vuotoilmavirtauksia, joiden mukana voi kul-keutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Tilojen voimakas alipaineisuus voi heikentää myös oleskeluviihty-vyyttä lisäämällä vedontunnetta.

Asumisterveysopas suosittelee rakennuksiin, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, 0...-2 Pa paine-eroa ulkoilmaan nähden (Asumisterveysopas, 2009, s. 64). Rakennusten ilmanpitävyys -teok-sessa ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttaman paine-eron tavoitearvoksi ilmoitetaan 0 - 10 Pa alipaine (Rakennusten ilmanpitävyys, 2009), mihin viitataan myös 2018 voimaan tulleissa uuden rakennuksen suunnitteluohjeissa. Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) mukaan rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat on suunniteltava siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä ali-paineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa, jos alipaineisuus on yli 15 Pa. Ilmanvaihdon ei tulisi myös-kään aiheuttaa rakennuksen ulkovaipan yli ylipainetta eikä alipaineen tulisi olla haitallisen suuri, yleensä alle 5 Pa (Opas ilmanvaihdon mitoittamiseen muissa kuin asuinrakennuksissa, FINVAC ry, 2019).

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

4.3.4 Lämpökuvaus ja tiiveystarkastelut

Ulkoseinän ja yläpohjan liittymärakenteiden tiiveyttä tarkasteltiin lämpökameralla sekä aistinvaraisesti.



Lämpökameralla on mahdollista havaita ilmapuodot, jos rakenteen yli on riittävä lämpötilaero. Käytännössä tämä rajoittaa lämpökameran apuna käyttämistä lähinnä ulkovaipparakenteisiin, sillä esimerkiksi keskellä rakennusta olevien väliseinäliittymien kohdilla saattaa olla ilmapuotoja, mutta lämpötilaero on niin pieni, että ilmapuotoa on vaikea havaita kuvaamalla. Kuvaukset tehtiin RT 14-11239 ohjekorttia soveltaen.

Kaikki em. tarkastelut tehtiin mittaustuloksien perusteella normaalissa käyttöolosuhteessa. Tarkastelu tehtiin pistokoeluentoisesti siten, että rakenneliittymien tiiveydestä ja korjaustarpeesta saatiin riittävän tarkka kokonaiskuva.

4.3.5 Ilmavirtamittaukset

Ilmamäärämittaukset suoritettiin riittävällä määrällä pistokoemittauksia ilmanvaihdon sen hetkisen tilanteen selvittämiseksi.

Swema 3000 -monitoimimittarilla suoritettavat ilmamäärämittaukset suoritetaan paine-eroon perustuen ja laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Ilmamäärien laskennassa käytetään laitevalmistajien ilmoittamia k-arvoja. Paine-eromittarin mittausepäätarkkuus on $\pm 3,0\%$, mutta kuitenkin vähintään $\pm 0,3$ Pa (-300 - +1500 Pa).

SwemaFlow 126 -ilmamäärämittarin mittaus perustuu kuumalankamittaukseen. Mittalaitteessa on huppu, jolla päätelaitteen ilmavirta ohjataan kuumalankaverkkoon. Hupun vaikutus ilmavirtaan korjataan suorittamalla ilmamäärämittaus kahteen kertaan kuristusrengasta käyttäen. Ilmamäärämittarin mittausepäätarkkuus on $\pm 3,5\%$, mutta kuitenkin vähintään $\pm 0,4$ l/s (2... 125 l/s).

Pressovac PHM-V1 -venttiilinsäätömittarilla suoritettavat ilmamäärämittaukset suoritetaan paine-eroon perustuen ja laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Ilmamäärien laskennassa käytetään laitevalmistajien ilmoittamia k-arvoja. Paine-eromittarin mittausepäätarkkuus on $\pm 1,4\%$ lukemasta. Paine-eromittarin mittausalue on -250...2550 Pa.

Mitattuja ilmamääriä verrattiin ilmanvaihtopiirustusten suunnitteluarvoihin. Suunnitelluista ilmamääristä voidaan poiketa $\pm 20\%$ huonekohtaisesti ja $\pm 10\%$ järjestelmäkohtaisesti.

4.3.6 Sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset

Olosuhdemittauksissa tarkasteltiin sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Liian kuuma tai kylmä lämpötila ovat lähinnä viihtyvyyshaitta, mutta lämmin ilma voi myös kiihdyttää materiaaleista emittoivien yhdisteiden määrää sisäilmassa ja erityisesti lämmityskaudella vähentää sisäilman suhteellista kosteuspitoisuutta heikentäen tilojen käyttäjien kokemusta sisäilmasta. Liian kylmä sisäilma tai merkittävä vetoisuus voivat olla viitteitä ilmapuodoista, huonosti tasapainotetusta ilmajaosta tilassa tai johtaa materiaalien vaurioitumisriskiin, jos materiaalin alhaisen pintalämpötilan vuoksi sen pinnalle tiivistyy kosteutta.

Asumisterveysasetus (2015) antaa sisäilman lämpötilalle seuraavat toimenpiderajat:

- Asunnoissa lämmityskaudella $+18...+26$ °C ja lämmityskauden ulkopuolella $+18...+32$ °C.
- Kouluissa, päiväkodeissa, vanhainkodeissa, palvelutaloissa ja vastaavissa tiloissa alin lämpötila saa olla $+20$ °C
- Vanhainkodeissa ja palvelutaloissa ylin lämpötila lämmityskauden ulkopuolella $+30$ °C.

Sisäilmayhdistyksen Sisäilmaluokituksessa (2018) mukaiset lämpötilarajat lämmityskaudella:



- S1 (yksilöllinen sisäilmasto) 20,5...22,5 °C
- S2 (hyvä sisäilmasto) 20,5...23,0 °C
- S3 (tydyttävä sisäilmasto) 20...25 °C

Sisäilmaluokituksessa (2018) ei ole asetettu tavoitearvoja sisäilman suhteelliselle kosteudelle, mutta kosteuden tulee olla alle 60 %. Asumisterveysoppaan (2009) mukaan sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20 – 60 %.

Mittarit asennettiin tiloissa noin 1,2 metrin korkeudelle. Seurantamittarit (loggerit) mittasivat seurantaajaksolla (14 vrk) tilojen hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa, suhteellista kosteutta sekä sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa 5 minuutin välein.

4.3.7 Hiilidioksidipitoisuusmittaukset

Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2 100 mg/m³ (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on keskimäärin 400 ppm. Vuoden 2018 alusta voimaan tullut Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta määrittää sisäilman hetkelliseksi suurimmaksi hiilidioksidipitoisuuden suunnitteluarvoksi 1450 mg/m³ (800 ppm) ulkoilmaa suuremman hiilidioksidipitoisuuden.

Taulukko 1. CO₂-pitoisuuden raja-arvoja (sisäilmastoluokitus 2018)

Kokonaispitoisuus		
750 ppm	yksilöllinen tavoitetaso	Sisäilmastoluokka S1
950 ppm	hyvä	Sisäilmastoluokka S2
1200 ppm	tydyttävä, ylärajan suunnittelu-arvo	Sisäilmastoluokka S3
1550 ppm	toimenpideraja	

Tilojen hiilidioksidipitoisuuden mittaustuloksia verrataan raja-arvoihin tulosten yhden tunnin liukuvalla keskiarvolla.

Ilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin tuomareiden pöydän päältä molemmissa halleissa, kahviossa ja valvomossa. Mittaukset tehtiin noin 1,2 metrin korkeudelta ja mittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 4. Mittauksella haluttiin selvittää, riittääkö tilojen ilmanvaihto käyttäjämääriin nähden. Mittausten tulokset on esitettyä kuvaajissa liitteessä 4. Seurantamittarit (loggerit) mittasivat seurantaajaksolla (14 vrk) tilojen hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa, suhteellista kosteutta sekä sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa 5 minuutin välein.

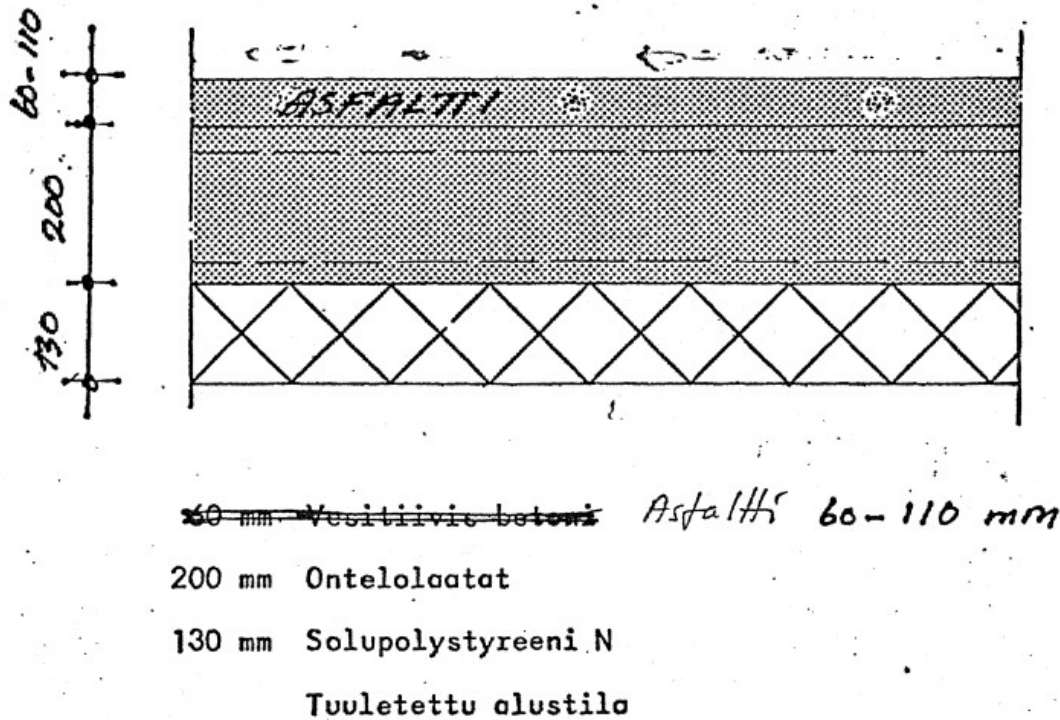


5 Rakenneteknisen tutkimuksen tulokset

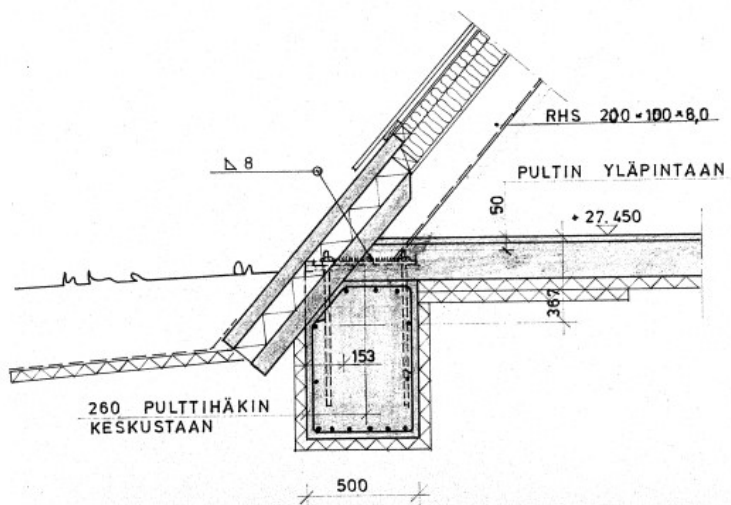
5.1 Alapohjat ja maanvastaiset seinät

Rakenne

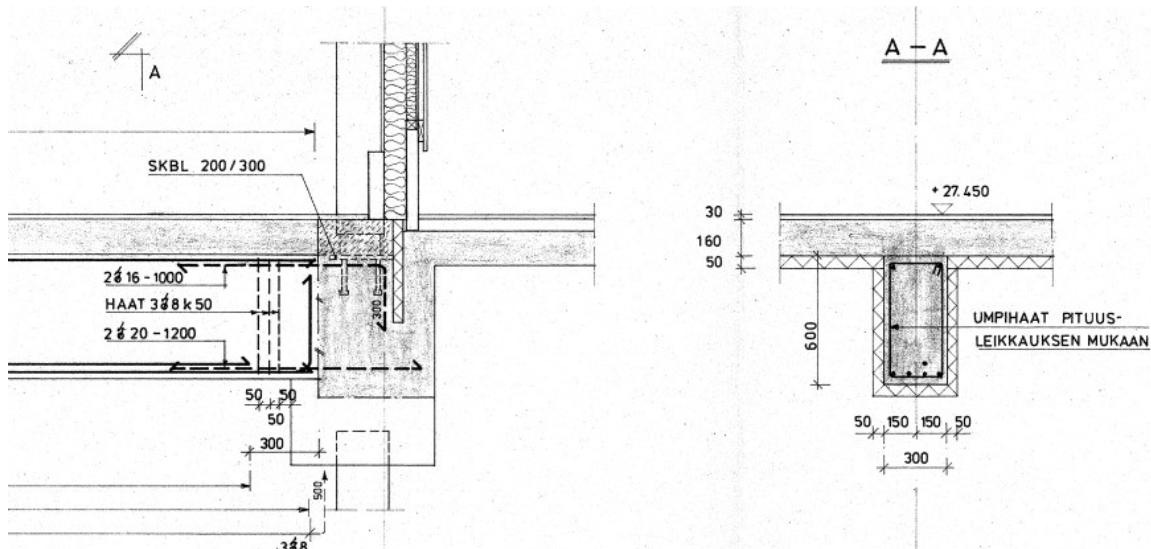
Käytössä olleiden rakennesuunnitelmien perusteella alapohjat ovat paikalla valettuja tai ontelolaatta-rakenteisia. Pohjalaatan alla on tuuletustila.



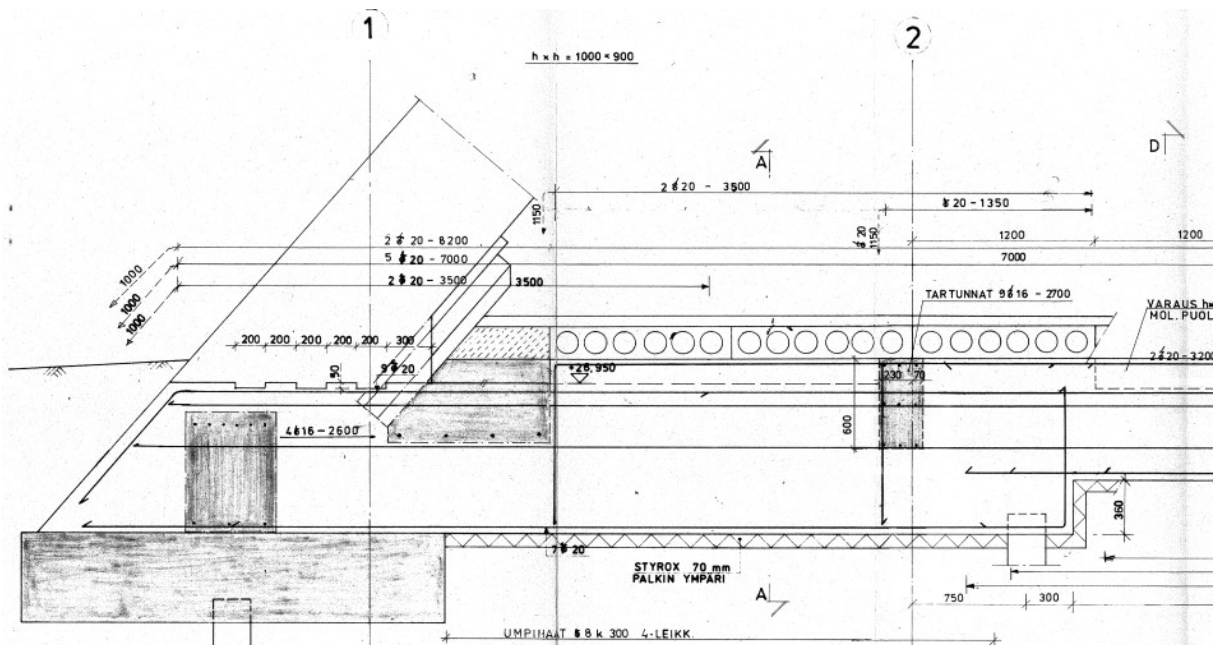
Kuva 2. Alkuperäisen rakennetyypin mukaan alapohjassa on tuuletettu alustila, solupolystyreenieriste ontelolaatan alapinnassa ja yläpinnassa asfaltti.



Kuva 3. Rakenneleikkauksen perusteella hallin sosiaalitiloissa on paikalla valettu laatta.



Kuva 4. Sosiaaliosien alapohjassa on kantavat paikalla valetut palkit, joiden varaan alapohjalaatta on valettu. Rakennus on paalutettu.



Kuva 5. Rakennelikkauksen perusteella hallissa on ontelolaattakenttä, jonka alapuolella on tyhjä tila. Rakennus on paalutettu.



5.1.1 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus



Kuva 6. Hallissa alapohja on suurelta osin jään peitossa.



Kuva 7. Jäädetyt alueen ulkopuolella on huoltokäytäviä ja levyillä peitetyjä kouruja.



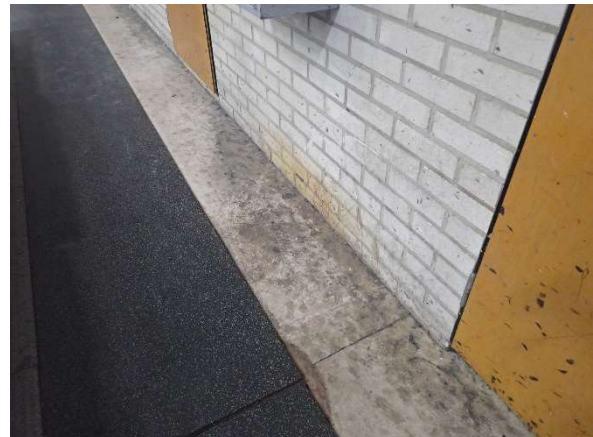
Kuva 8. Jäänhoitokoneiden säilytystilassa on viemäri ja run-
sasta koneista tulevaa kosteusrasitusta.



Kuva 9. Alapohjan pinnoitteet ovat kuluneet betonilaatan
päältä.



Kuva 10. Vaurioita alapohjan betonilaatassa halliosuudella.



Kuva 11. Alapohjan betonilaatassa on tummentumia.



Kuva 12. Rakennuksen molemmilla pitkillä ulkoseinälinjoilla on teräskansilla peitetty kouru.



Kuva 13. Kourussa ei havaittu merkittäviä epäpuhtauksia.



Kuva 14. Kenttien välissä on kapea vanerilla peitetty kouru.



Kuva 15. Kannen alla olevissa teräsrakenteissa on korrosiovaurioita, mutta muita merkittäviä poikkeamia ei havaittu.



Kuva 16. Sosiaalityöjen käytävällä on muovimattopinnoite.



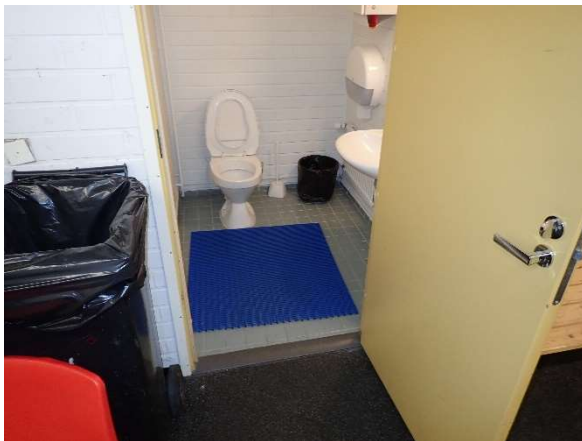
Kuva 17. Muovimaton seinälle nosto on revennyt ja alanurkassa on reikä (nuoli).



Kuva 18. Muovimaton seinälle nosto on irronnut.



Kuva 19. Varastokoppien betonisissa perusrakenteissa havaittiin halkeilua, pinnoitteen irtoilua ja kohonneita pintakosteuslukemia. Kohonneita pintakosteuslukemia oli myös lattiassa varastojen viistojen ulkoseinien vierellä.



Kuva 20. Pukuhuoneen WC-tilassa on keraaminen laatta.



Kuva 21. Märkätilan lattiassa on yhtenäinen pinnote, joka toimii todennäköisesti myös tilan vedeneristeenä.



Kuva 22. Pukuhuoneissa on paksu kumimatto.



Kuva 23. Yleisissä WC-tiloissa on keraaminen laatta.



Kuva 24. Kahvion lattiassa on kelluva pintamateriaali. Pintamateriaalin alla on mahdollisesti vanha muovimatto.



Kuva 25. Keittiön alapohjassa on keraaminen laatta.



Kuva 26. Astianpesukoneen takana on epäpuhtauksia ja kosteus on vaurioittanut puurakenteen alaosa.



Kuva 27. Teknisen tilan alapohjassa on maali tai vastaava. Lattialla on laitteiston käyttöön liittyviä epäpuhtauksia.



5.1.2 Rakenneavaukset

Alapohjiin toteutettiin rakenneavauksia kolme kappaletta.

Alapohja AP1, kahvion edusta



Kuva 28. Rakenneavaus AP1, kahvion edusta.

Rakennekerrokset:

muovimatto ja liima	2 mm
tasoite	~4 mm
muovimatto	2 mm
betoni	380+ mm

Havainnot

- Rakenteeseen on asennettu uusi muovimatto vanhan muovimaton päälle.
- Tasoite oli pehmeää ja tasoitteessa oli värimuutoksia.
- Alempi muovimatto oli koppura ja hajosi käsiteltäessä.
- Viiltokosteusmittauksen (VM1) perusteella suhteellinen kosteus päällimmäisen muovimaton alla oli kriittisenä pidettävän raja-arvon 85 %RH yläpuolella.
- Porausta jatkettiin 380 mm syvyyteen saakka. Rakenne oli betonia koko poraussyvyydeltä.
- Rakenteessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai ilmavirtauksia.
- Muovimatosta, tasoitteesta ja liimasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn. Analyysivas-
tauksessa havaittiin viite vauriosta.



Kuva 29. Muovimaton alla oleva tasoite oli pehmeää ja hajosi käsiteltäessä.



Kuva 30. Tasoitteen alla on vanha muovimatto.



Alapohja AP1.2, kahvion edusta



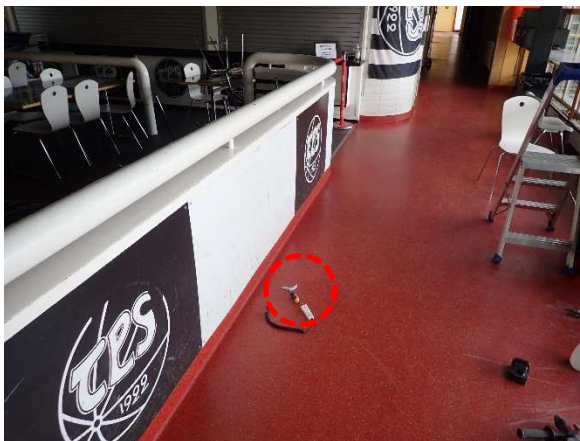
Kuva 31. Rakenneavaus AP1.2, kahvion edusta.

Rakennekerrokset:

muovimatto ja liima	2 mm
tasoite	~4 mm
muovimatto	2 mm
betoni	220 mm
EPS	50 mm
ilmaväli	~60 mm
hiekkä	-

Havainnot

- Rakenneavaus tehtiin noin kahden metrin etäisyydelle avauksesta AP1 alapohjan rakennetyypin selvittämiseksi.
- Viiltokosteusmittauksen (VM2) perusteella suhteellinen kosteus päällimmäisen muovimaton alla oli kriittisenä pidettävän raja-arvon 85 %RH alapuolella.
- Rakenneavauksesta oli aistittavissa mikrobiperäinen haju ja ilmavirtaus alapohjasta sisään-päin.



Kuva 32. Viiltomittaus- ja rakenneavauskohta on kahvion tilanjakajan kohdalla. Alapohjassa ei tältä osin havaittu kosteuspoikkeamaa ja muovimaton alle tehtiin vertailumittaus.



Alapohja AP2, pukuhuone 160



Rakennekerrokset:

kumimatto	14 mm
muovimatto ja liima	~2 mm
tasoite	~2 mm
betoni	305 mm
ilmaväli	200 mm
hiekkä	-

Kuva 33. Rakenneavaus AP2, pukuhuone 160.

Havainnot

- Lattiasa on paksu kumimatto, jolla on kumille ominainen haju.
- Kumimaton alla on vanha muovimatto, joka oli koppura. Muovimaton alla oleva tasoite on pehmeää, aistinvaraisesti arvioituna kostea ja hajosi käsiteltäessä.
- Rakenneavauksesta oli aistittavissa voimakas mikrobiperäinen haju ja ilmavirtaus alapohjasta sisäänpäin.
- Alapohjaan tehtiin merkkiainekoe normaalissa käyttöolosuhteessa. Märkätilan oven kohdalla oli pistemäinen vuotokohta, joka oli myös visuaalisesti havaittavissa.
- Muovimatosta, tasoitteesta ja liimasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn. Analyysiva-
tauksessa havaittiin viite vauriosta.



Kuva 34. Pukuhuoneissa on paksu kumimatto, jossa on kumille ominainen haju.



Kuva 35. Märkätilan edessä on kosteuspoikkeama-alue. Tasoite on aistinvaraisesti arvioituna märkää ja hajosi käsiteltäessä.



Kuva 36. Normaalissa ilmanvaihdon käyttöolosuhteessa karmin liittymässä oli pientä vuotoa.



Kuva 37. Muoviset jalkalistat on liimattu, peitelistöjen ympärillä on massaukset ja lattiassa on paksu kumimatto.



Alapohja AP3, jäähalli, eteläpuoli



Rakennekerrokset:

betoni	275 mm
EPS	185 mm

Kuva 38. Rakenneavaus AP3 tehtiin jäähallin eteläpuoleiselle sivulle.

Havainnot

- Betonilaatan pinnassa ei ole pinnoitetta.
- Betonilaatan pinnassa on tummia jälkiä, jotka ovat mahdollisesti tilojen käytöstä aiheutuneita epäpuhtauksia.
- Alapohjan betonilaatan alla havaittiin EPS-eriste noin 460 mm syvyyteen saakka, johon avaus lopetettiin.



Kuva 39. Käytävän alapohjassa väliseinän edessä oli laajalti tummentumaa.



Materiaalinäytteiden mikrobialyysit

Alapohjista otettiin mikrobialyysiin yhteensä 2 materiaalinäytettä. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobialyysien tulosten tulkinnat. Analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 2. Ulkoseinistä otettujen materiaalinäytteiden mikrobialyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
7	Muovimatto, liima, tasoite	AP1	141	Viite vauriosta
8	Muovimatto, liima, tasoite	AP2	160	Viite vauriosta

Alapohjista otetuissa näytteissä molemmissa havaittiin viite mikrobivauriosta. Molemmissa näytteissä oli suuria määriä kosteusvaurioindikaattorimikrobeita.

Viiltokosteusmittaukset

Alapohjiin tehtiin kolme rakennekosteusmittausta viiltomittausmenetelmällä. Tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Mittauspisteiden sijainnit on merkitty raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin.

Taulukko 3. Viiltokosteusmittaustulokset. Mittaukset on tehty viiltomittausmenetelmällä. Mittausanturin annettiin tasaantua 20 minuuttia ennen tulosten lukua.

Mittauspiste ja sijainti	Mittauskohde	Mittapään nro	Lämpötila T (°C)	Suhteellinen kosteus RH (%)	Absoluuttinen kosteus abs. (g/m ³)	Tuloksen tulkinta (normaali / kohonnut / kostea / märkä)
VM1, kahvio	Sisäilma	P2220116	19,1	38,8	6,37	-
	Alapohja	P1320301	19,6	93,8	15,84	kostea
VM2, kahvio	Sisäilma	P2220116	19,1	38,8	6,37	-
	Alapohja	P1320301	19,4	59,2	9,88	normaali
VM3, kahvio	Sisäilma	P2220116	17,2	30,7	4,51	-
	Alapohja	P1320301	17,8	94,7	14,42	kostea

Lattiapäällysteen alapuolisen suhteellisen kosteuspitoisuuden ei suositella nousevan päällystämisen jälkeen yli 85 %RH. Kyseistä rakennekosteuspitoisuutta pidetään useimpien lattiamattopäällysteiden kriittisenä kosteuspitoisuutena, jonka ylittyessä lattiamattojen ja kiinnitysliimojen vauriomekanismit voivat käynnistyä kostean betonin alkalisuuden vaikutuksesta. Kahden viiltomittauspisteen suhteellinen kosteus oli selvästi 85 %RH raja-arvon yläpuolella.



Kuva 40. Viiltomittauskohta VM1. Värimuutoksia tasoitteessa.



Kuva 41. Viiltomittauskohta VM3. Kuvan taustalla ulkoseinä kahvion kohdalla. Rakenteessa oli aistinvaraisesti arvioituna mikrobivaurioita.

5.1.3 Johtopäätökset

Sosiaalitulojen alapohjan ilmavälistä rakenneavausten kautta aistittavissa olevan mikrobiperäisen hajun perusteella, alapohjiin on mahdollisesti jätetty vanhoja muottilautoja tai muita mikrobin hajua aiheuttavia epäpuhtauksia. Myös alapohjan täyteenä käytetty hiekka tai hiekan päälle mahdollisesti muodostunut kasvusto, voivat aiheuttaa vastaa hajua.

Hajua ei kuitenkaan ollut aistittavissa sosiaalitulojen sisäilmassa ja normaalissa käyttöolosuhteessa tehdyn merkkiainekokeen perusteella ilmavuotoja alapohjasta havaittiin vain yksittäisissä epätiivelyskohdissa. Pääosin yhtenäiset lattiapinnoitteet ja seiniin liimatut seinänostot rajoittavat ilmavirtauksia alapohjasta sisäilmaan.

Sosiaalitulojen muovimatot on asennettu vanhan muovimaton päälle ja alapohjassa havaittiin kosteuspoikkeama-alueita. Muovimatot ja tasoitteet olivat astinvaraisten havaintojen sekä rakenteesta otettujen materiaalinäytteiden perusteella mikrobivaurioituneet kosteuspoikkeama-alueilla. Kosteuspoikkeamat johtuvat todennäköisesti kahvion sisäänkäynnin edustan pihakiveyksen vaurioista, jotka ohjaavat vettä kahvion ulkoseinään ja alapohjaan.

Varastokoppien viistojen ulkoseinien perustuksissa havaittiin kosteusrasitusjälkiä ja kohonneita pintakosteuslukemia, joita oli myös perustusten vierellä lattiassa. Nämä johtuvat todennäköisesti osin ulkopuolisen vedenpoiston puutteista, kuten asfaltin painumista ja vaurioista. Lisäksi märkätiloista on päässyt vettä pukuhuoneiden lattiamateriaalien alle, joka on johtanut muovimattojen vaurioitumiseen.

Rakennepiirustusten perusteella jäähallin alapohja on ontelolaattarakenteinen. Ontelolaattaa ei havaittu rakenneavauskohdassa. Muutoin hallin alapohjassa havaittiin yksittäisiä vaurioalueita, kuten murtuneita liikuntasauvoja tai vastaavia.

5.1.4 Toimenpide-ehdotukset

Huomioiden tutkimuksen tarkoitus, alapohjaan suositellaan paikallisia korjauksia hallin käyttöönsä jatkamiseksi muutamilla vuosilla. Sisäänkäynnin edustalla oleva pihakiveys suositellaan korjaamaan siten, että vesi ei ohjaudu kahvion puolelle ulkoseinäliittymän kautta. Samalla myös sisäänkäynnin katoksen ja ulkoseinän välissä oleva aukko on suositeltavaa kattaa kosteusrasituksen minimoimiseksi.



Kahvion puolella muovimatto suositellaan poistamaan vähintäänkin hallin sisäänkäynnin kohdalla olevalta ikkunaseinälinjalta noin metrin etäisyydeltä ulkoseinästä. Samalla myös nykyisen muovimaton alla oleva muovimatto poistetaan. Jos muovimaton uusimisen yhteydessä paljastuu laajempia vaurioita, purkutyötä on suositeltavaa laajentaa.

Pukuhuoneiden kumimaton alla olevat vanhat muovimatot suositellaan poistamaan märkätilojen ovien edustalta muutaman neliön alalta. Suurin kosteusrasitusalue ja suurimmat vauriot ovat todennäköisesti märkätilojen ovien kohdalla. Jos selkeästi vaurioitunut alue osoittautuu tätä laajemmaksi, purkutyötä suositellaan laajentamaan tarvittavassa laajuudessa. Purkualue paikataan esimerkiksi uudella muovimatolla.

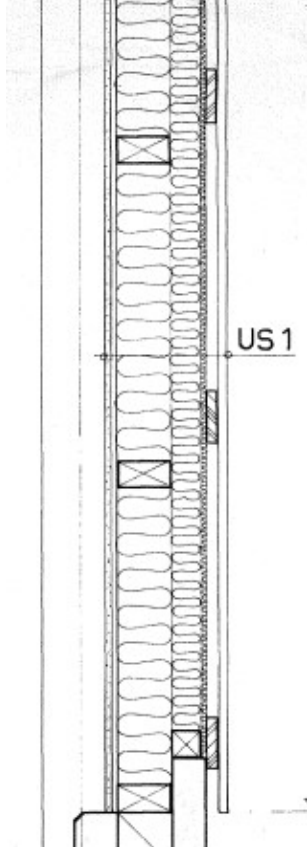
Kaikissa purkutöissä tulee huomioida mattojen, tasoitteiden ja liimojen mahdolliset haitta-aineet. Kohteeseen tulee tehdä asbesti- ja haitta-ainekartoitus, jos kartoitusta ei ole vielä tehty. Jos kohteen käyttöä aiotaan jatkaa kauemmin kuin toimeksiannon mukainen 1-5 vuotta, alapohjat vaativat laajempaa peruskorjausta. Peruskorjauksen yhteydessä kaikki rakenneliittymät tulee tiivistää ja pintamateriaalit uusia erillisen suunnitelman mukaisesti.



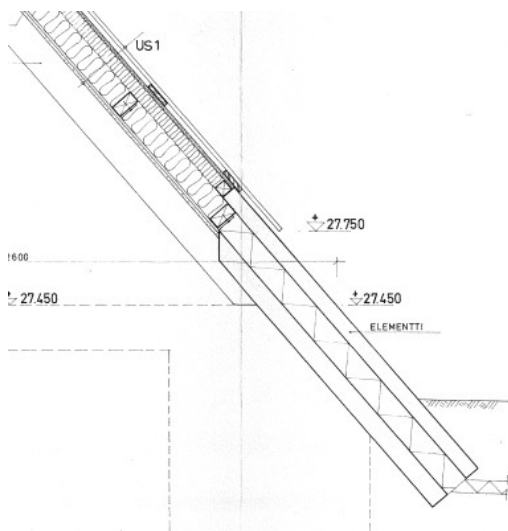
5.2 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

Rakenne

Käytössä olleiden piirustusten perusteella ulkoseinien sisäpinnassa on muovikalvo. Ulkoseinien lämmöneristeenä on 160 mm mineraalivillaa.



Kuva 42. Ulkoseinät ovat mineraalivillalla lämmöneristettyjä kerroksellisia rakenteita. Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella ulkoverhous ei tuuletu.



Kuva 43. Kaarevilla osilla ulkoseinän alaosissa on betonielementtirakenne, joka ulottuu maanpinnan alapuolelle asti. Betonirakenteessa on mahdollisesti EPS-eriste.



5.2.1 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus



Kuva 44. Jäähallin päätyjen yläosissa on suora pelti ja alaosissa profilipelti. Välissä on teräsrakenteiset ikkunat.



Kuva 45. Sisäänkäynnin edustalla on teräsrakenteista lasiseinää ja teräsrakenteiset ovet. Sisäänkäynnin edustalla on katos, mutta katos on irti ulkoseinälinjasta ja mahdollistaa sateen ja lumen pääsyn ulkoseinälle.



Kuva 46. Teräsrakenteisissa ovissa on korroosiovaurioita. Maanpinta kallistaa voimakkaasti rakennuksesta pois päin. Asfaltin pinta on hyvin epätasainen.



Kuva 47. Rakennuksen päädyn profilipelti on huonokuntoinen. Pellityksessä on laajalti törmäykseen viittaavia jälkiä.



Kuva 48. Laajoja vaurioita päädyn profilipellityksessä. Avoin pellitys mahdollistaa rakenteiden kastumisen.



Kuva 49. Profiilipellin pinnoite on huonokuntoinen. Hattupellissä on vaurioita (nuoli).



Kuva 50. Teräsrakenteisten ulko-ovien puuverhous on huonokuntoinen.



Kuva 51. Vesi valuu profiilipellin päältä ulkoseinän alaosaan. Alaosien käsittelemättömälle betonipinnalle kohdistuu voimakasta kosteusrasitusta.



Kuva 52. Betoniin perusrakenteisiin kohdistuu voimakasta kosteusrasitusta. Vesi valuu esteettä jäähallin katolta betonirakenteiden päälle.



Kuva 53. Betonirakennetta on todennäköisesti korjattu ylitasoittamalla rakenteita paikallisesti. Tasoitekerrokset ovat irti.



Kuva 54. Luoteisnurkassa olevan katoksen päälle kertyy vettä.



Kuva 55. Vesi valuu katoksen reunan yli jäähallin ulkoseinään. Puu-ulkooverhous on lahonnut.



Kuva 56. Sokkeliin on kohdistunut voimakasta kosteusrasitusta. Betonissa on merkittävä vaurio sokkelin ulkokuoressa.



Kuva 57. Elementtirakenteisen sokkelin elastinen saumassa ei jatku ylös asti. Sokkelin kulmat ovat murtuneet.



Kuva 58. Liimapuukehien perusrakenteisiin sekä sokkeliin kohdistunutta voimakasta kosteusrasitusta. Sokkeli on voimakkaasti tummunut, asfaltin päällä kasvaa sammalta ja asfaltti on pahoin vaurioitunut.



Kuva 59. Liimapuukehät jatkuvat ulkoseinälinjan läpi rakennuksen ulkopuolelle.



Kuva 60. Kosteus on kondensoitunut kylmän ja lämpimän pinnan liittymään aiheuttaen näkyviä kosteusjälkiä. Lisäksi rakenteessa on ilmavuotoa.



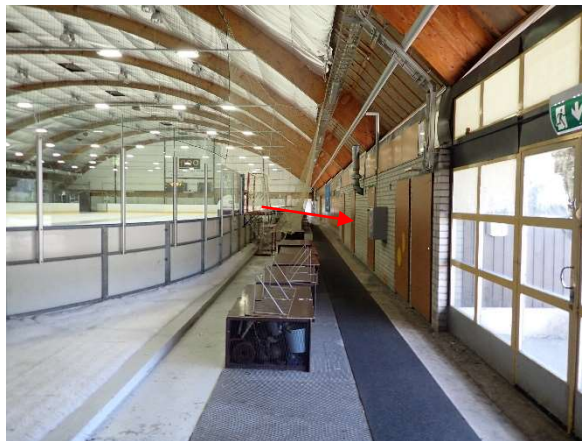
Kuva 61. Hallin ulkoseinien sisäverhouksena on käytetty kuitusementtilevyä erityisesti rakennuksen päädissä.



Kuva 62. Hallin pitkällä ulkoseinälinjoilla olevat varastotilat on käyttäjiltä saatujen lähtötietojen perusteella asetettu käyttökieltoon.



Kuva 63. Varaston sisäverhouksena on käytetty kuitusementtilevyä. Ulko- ja väliseinän liittymässä on ilmavuotoon viittaavaa tummentumaa. Vastaavia ilmavuotoja oli useammassa varastokopissa.



Kuva 64. Kuvassa oikealla käyttökiellossa olevat varastotilat.



5.2.2 Rakenneavaukset

Ulkoseiniin tehtiin rakenneavauksia kuusi kappaletta.

US1, US2 ja US4



Kuva 65. Rakenneavaus US1, pellitetty kalteva ulkoseinä. Rakenteessa on kaksi höyrynsulkumuovia.

Rakennekerrokset:

kuitusementtilevy	~10 mm
muovikalvo	0,2 mm
puukoolaus	~20 mm
muovikalvo	0,2 mm
mineraalivilla ja puu	150 mm
kova mineraalivilla	15 mm
puukoolaus	20 mm
profiilipelti	~20 mm

Havainnot

- Ulkoseinissä oli kaksi muovikalvoa rakenneavausta US4 lukuun ottamatta.
- Rakenneavauksessa US1 oli havaittavissa lievä mikrobeille ominainen haju.
- Rakenneavauskohdan US2 ulkoverhouksessa oli laajoja vaurioita.
- Rakenneavauskohdassa US2 on teräspilari ja höyrynsulkumuovi katkeaa pilarin kohdalla.
- Pilarin pinnassa on pistemäistä korroosiota.
- Ulkoverhouksen alla on poikittainen koolaus, joka heikentää rakenteen tuuletusta. Profiilipellin alle muodostuu kuitenkin ilmapäli.
- Ulkoseinien mineraalivilloista otettiin materiaalinäytteitä suoraviljelyyn. Kaikissa näytteissä havaittiin viite vauriosta.



Kuva 66. Rakenneavaus US1 tehtiin ulkoseinän kaltevalle pinnalle. Peltiverhouksen alla ei ole tuuletusväliä.



Kuva 67. Pellin profiili muodostaa osittaisen ilmapälin ulkoverhouksen alle. US1.



Kuva 68. Rakenneavaus US2 tehtiin idänpuoleiseen päätyyn kohtaan, jossa ulkoverhous oli vaurioitunut.



Kuva 69. Rakenneavauksessa US2 höyrynsulkumuovi katkeaa teräspilarin kohdalla. Pilarissa on havaittavissa piste-mäistä korroosiota (nuoli).



Kuva 70. Rakenneavaus US4 tehtiin kohtaan, jossa sokkeliin ja ulkoseinään on kohdistunut näkyvää kosteusrasitusta.



Kuva 71. Koolauslaudassa on lahovaurioita ja villan ulkopinnassa on runsaasti epäpuhtauksia. US4.



Kuva 72. Rakenteessa on höyrynsulkumuovi sisäpinnassa kuitusementtilevyn ja mineraalivillan välissä. US4.



Ulkoseinän sokkeli US3



Kuva 73. Rakenneavaus US3. Rakennuksen itäpääty.

Rakennekerrokset ulkoa:

betoni	50 mm
mineraalivilla	~40 mm
betoni	-

Havainnot

- Sokkeliin on kohdistunut voimakasta kosteusrasitusta.
- Sokkelissa on laaja mahdollisesti teräskorroosion tai mekaanisen iskun aiheuttama vaurio.
- Betonin harjateräsverkoissa on korroosiovaurioita, teräkset ovat hyvin lähellä rakenteen ulkopintaa.
- Vastaavia kosteusrasitukseen viittaavia jälkiä on myös rakenneavauskohdan vierustalla.
- Sokkelin mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn. Näytteessä havaittiin viitevauriosta.



Kuva 74. Harjateräsverkkojen korroosiovauriot viittaavat pitkään jatkuneeseen kosteusrasitukseen.



Kuva 75. Sokkelissa on kosteusrasitukseen viittaavia jälkiä koko näkyvällä osalla. Rakenneavauskohta merkitty nuolella.



Ulkoseinä/väliseinä US5



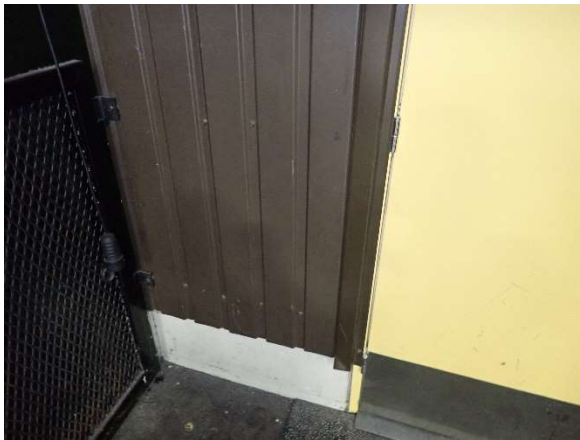
Kuva 76. Rakenneavaus US5. Kylmän ja lämpimän tilan välinen seinä.

Rakennekerrokset:

vaneri	6 mm
muovikalvo	0,2 mm
mineraalivilla ja puu	150 mm
kova mineraalivilla	15 mm
puukoolaus	20 mm
profiilipelti	~20 mm

Havainnot

- Rakenne on kylmän jäähallin ja lämpimän sosiaalitalon tilan välissä ja toteutettu ulkoseinä- ja kanteen rakennetyypin mukaisesti.
- Varsinaisista kylmän jäähalliosan ulkoseinälinjoista poiketen rakenteessa on vain yksi höyrynsulkumuovi ja sisäverhouksena pukukopin puolella vaneri.
- Rakenteessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai ilmavirtauksia.
- Mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn. Näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta.



Kuva 77. Avaus tehtiin pukukopin oven viereen jäähallin puolelta.



Kuva 78. Pellin takana on vastaava rakenne kuin muissakin ulkoseinissä.



Kuva 79. Pukukopin puolella verhouksena oli vaneri.



Ulkoseinä US6



Kuva 80. Rakenneavaus US6. Avaus tehtiin puuverhotulle osuudelle.

Rakennekerrokset:

kuitusementtilevy	10 mm
muovikalvo	0,2 mm
puukoolaus ja villa	20 mm
mineraalivilla ja puurunko	150 mm
kova mineraalivilla	15 mm
puu-ulkoverhous	20 mm

Havainnot

- Ulkoseinään on kohdistunut voimakasta kosteusrasitusta, joka on aiheuttanut lahovaurioita ulkoverhoukseen.
- Höyrynsulkumuovia ei ole asennettu tiiviisti.
- Mineraalivilla oli voimakkaasti tummunut.
- Rakenteessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai ilmavirtauksia.
- Mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn. Näytteessä havaittiin viite vauriosta.



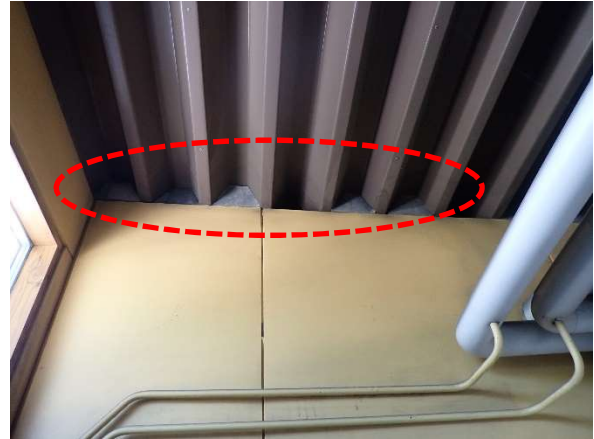
Kuva 81. Puu-ulkoverhous on lahonnut.



Kuva 82. Ulkoverhouksen alla olleet vanerilaput olivat myös lahonneet, joka viittaa pitkäaikaiseen ja voimakkaaseen kosteusrasitukseen.



Kuva 83. Höyrinsulkumuovi on epätiivis.



Kuva 84. Rakenneavauskohdan yläpuolella yläpohjan liittymässä on avoimia mineraalivillapintoja.

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Ulkoseinistä otettiin mikrobianalyysiin yhteensä kuusi materiaalinäytettä. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat. Analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 4. Ulkoseinistä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
1	Mineraalivilla	US1	Jäähalli	Viite vauriosta
2	Mineraalivilla	US2	Jäähalli	Viite vauriosta
3	Mineraalivilla	US3	Jäähalli	Viite vauriosta
4	Mineraalivilla	US4	Aula/WC	Viite vauriosta
5	Mineraalivilla	US5	sos.tila/jäähalli	Ei viitettä vauriosta
6	Mineraalivilla	US6	huoltotila	Viite vauriosta

Ulkoseinistä otetuissa näytteissä viidessä havaittiin viite vauriosta. Näytteessä numero kolme havaittiin runsaasti aktinobakteereja. Muissa näytteissä valtalajina oli *Penicillium* ja yksittäiset kosteusvaurioindikaattorit.

5.2.3 Johtopäätökset

Ulkoseiniin kohdistuu voimakasta kosteusrasitusta erityisesti rakennuksen pitkillä sivuilla sekä sisäänkäynnin puoleisella seinällä, jossa sijaitsevat vinokattoiset, suoraan sateelle alttiit varastokopit. Ulkoseinät ovat kaltevia ja rakennuksen pitkillä sivuilla jäähallin vesikaton vedet valuvat varastokoppien ulkoseiniä pitkin maahan.



Jäähallin puolella varastokoppien ulkoseinien alaosissa havaittiin kosteuspoikkeama-alueita ja kopeissa ummehtunutta tai mikrobiperäistä hajua. Sosiaalitilojen puolella varastokopit olivat käytössä ja ulkoseinistä oli aistinvaraisten havaintojen perusteella ilmavuotoja varastotilaan.

Rakennuksen ulkoverhouspelti on huonokuntoinen ja mahdollistaa veden pääsyn ulkoseinärakenteeseen useista eri kohdista. Rakenneavausten perusteella höyrynsulkua ei ole limitetty ja ulkoseinien rakenneliittymät ovat epätiivit. Rakennuksen luoteisnurkassa sisäänkäynnin yläpuolella oleva katos ohjaa vettä ulkoseinään aiheuttaen ajoittaista, mutta voimakasta kosteusrasitusta. Ulkoverhous on tältä osin lahonnut.

Ulkoseinistä otettujen materiaalinäytteiden perusteella ulkoseinissä on todennäköisesti toistuvia ja laajoja mikrobivaurioita. Suurimmat kosteusvauriot olivat sokkelin kohdalla ja muutoin ulkoseiniin on kertynyt pääosin *Penicilliumia* mikrobivaurioksi tulkittava määrä. Runsaasti esiintyvänä *Penicilliumin* esiintyminen on tulkittavissa viitteeksi kosteusvauriosta ja poikkeavaksi olosuhteeksi rakenteessa.

5.2.4 Toimenpide-ehdotukset

Tutkimuksen tavoite huomioiden, ulkoverhouksen merkittävimmät epätiivelyskohdat suositellaan korjaamaan ulkoseiniin kohdistuvan kosteusrasitustason minimoimiseksi. Luoteisnurkassa olevan sisäänkäynnin katoksen vedenpoistoa suositellaan parantamaan ulkoseinään kohdistuvan paikallisen kosteusrasituksen vähentämiseksi. Samalla lahonnut puu-ulkoverhous uusitaan. Sokkelin betonissa havaitut merkittävimmät vauriot tai puutteelliset saumat suositellaan paikkaamaan. Samalla sokkelit suositellaan pinnoittamaan vettä hylkivällä, mutta vesihöyryvoimella pinnoitteella.

Edellä mainituilla toimenpiteillä ulkoseinien ja sokkeleiden rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta saadaan jatkossa vähennettyä ja vaurioitumista hidastettua, mutta nykyisten vaurioiden korjaaminen edellyttäisi laajaa peruskorjausta. Huomioiden rakenteessa havaitut epätiivelyskohdat, mikrobivaurioiden laajuus ja hallin pinta-ala, erilaisilla käyttöä turvaavilla tiivistyskorjauksilla ei todennäköisesti saavuteta onnistunutta lopputulosta.

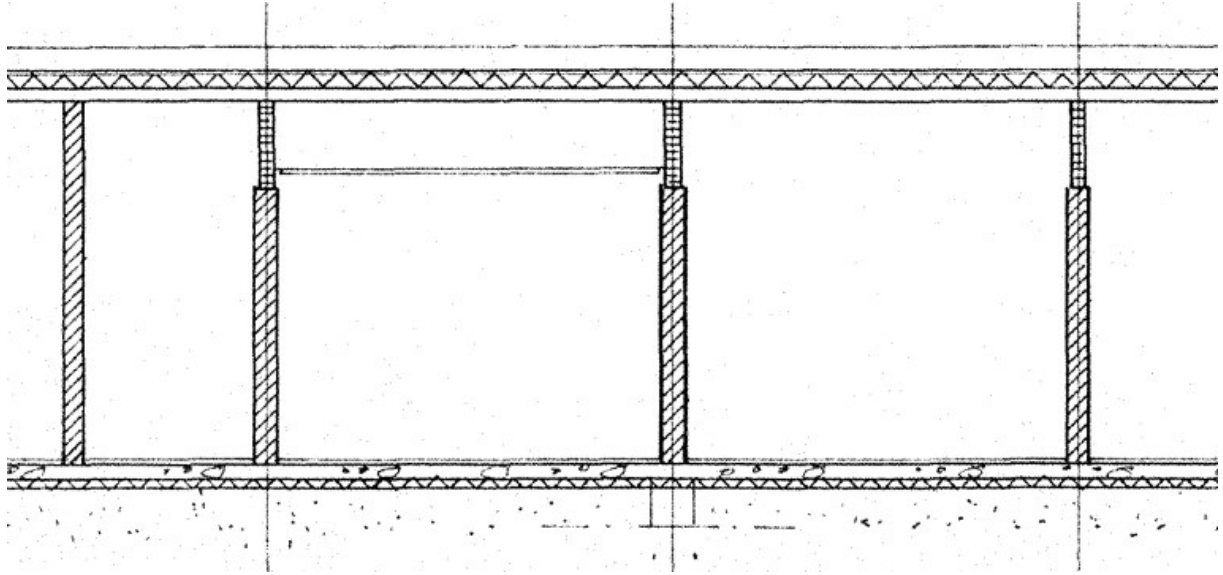
Nykyisten vaurioiden poistamiseksi seinät tulisi korjata purkamalla vaurioituneet rakenteet runkorakenteeseen saakka ja uusia kokonaisuudessaan erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.



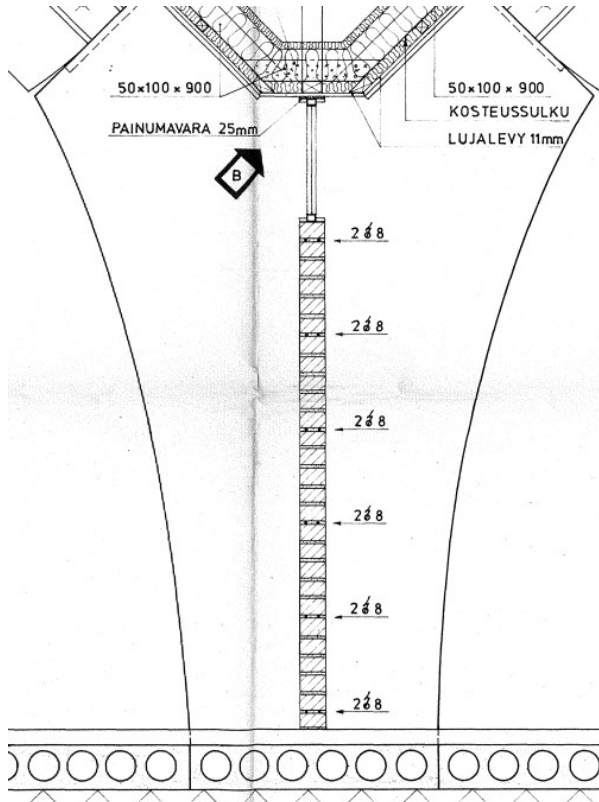
5.3 Väliseinät ja pintarakenteet

Rakenne

Rakennepiirustusten perusteella väliseinät ovat pääosin yksiaineisia kalkkihiekkatiilirakenteita sosiaalitilan ja jäähallin välistä väliseinää lukuun ottamatta. Sosiaalitilan ja jäähallin välinen seinä on rakennettyiltään ulkoseinää vastaava ja käsitelty ulkoseinärakenteiden yhteydessä.



Kuva 85. Väliseinät ovat pääosin kalkkihiekkatiilirakenteita. Väliseinät rajautuvat ylösastaan sisäkattoon tai liimapuupalkkeihin.



Kuva 86. Jäähallin keskiosassa on kalkkihiekkatiilirakenteinen väliseinä, jonka ylösassa on teräsrakenteinen ikkunaelementti.



5.3.1 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus



Kuva 87. Pukukopeissa on pääosin kalkkihiiekkatiiliseinät. Seinien yläosissa on liimapuupalkit.



Kuva 88. Liimapuupalkkien ja sisäkaton välissä on avoimia mineraalivillakuitupintoja. Osa villoista oli rikki ja ne pölsivät ilmavirtausten mukana.



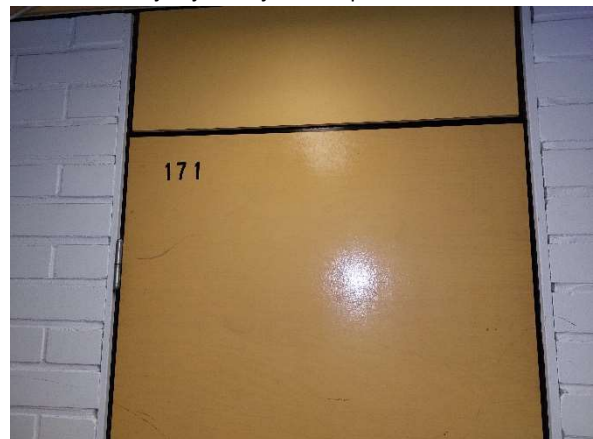
Kuva 89. Jäähallien välissä on kalkkihiiekkatiilirakenne. Seinän yläosassa on teräsrakenteinen ikkunaelementti.



Kuva 90. Kuntosalilla on puurakenteiset seinät. Kuntosali on lämmin tila ja sijaitsee jäähallin puolella.



Kuva 91. Sosiaalitilojen pitkällä käytävällä on kalkkihiiekkatiiliseinät ja puurakenteiset ovet.



Kuva 92. Ovet ovat puisia laakaovia.



Kuva 93. Kylmän jäähallin ja lämpimän sosiaalitalan välissä on teräsrakenteinen ikkunaelementti ja käyntiovet.



Kuva 94. Kahden jäähallin välissä on teräsrakenteiset ovet.



Kuva 95. Jäähallien ulkoseiniä vasten olevissa varastotiloissa on kalkkihiiekkatiiliseinät ja puiset laakaovet. Tilat ovat käyttäjiltä saadun lähtötiedon perusteella käyttökielossa.



Kuva 96. Märkätilojen seinät ovat laatoitetut.



Kuva 97. Märkätilojen laatoitus on vaurioitunut yläosastaan.



5.3.2 Rakenneavaukset

Väliseiniin tehtiin rakenneavauksia kolme kappaletta.

VS1, varastotila 115



Kuva 98. Rakenneavaus VS1 tehtiin varastotilan 115 ja toisella puolella olevan märkätilan väliseen seinään.

Rakennekerrokset:

maali	<1 mm
tiili	130 mm
saneerauslaasti	~4 mm
kerääminen laatta	5 mm

Havainnot

- Seinässä havaittiin kosteuspoikkeama-alue varaston- ja märkätilan puolella rakenneavauskohdassa.
- Seinässä ei ole massamaista vedeneristettä.
- Rakennusajankohta huomioiden, seinissä voi olla ohut kosteussulkusively.



Kuva 99. Seinässä havaittiin kosteuspoikkeama-alue. Kuva varaston puolelta.



Kuva 100. Laatoituksen alla ei ole vedeneristettä.



VS2, valmentajien tila



Kuva 101. Rakenneavaus VS2 tehtiin valmentajien tilaan.

Rakennekerrokset:

maali	<1 mm
kipsilevy	13 mm
mineraalivilla ja puurunko	100 mm
ilmarako	10 mm
kuitusementtilevy	-

Havainnot

- Tila on jäähallissa, jolloin seinät rajaavat kylmää ja lämmintä tilaa.
- Seinässä ei ole höyrinsulkua eikä erillistä ilmansulkukerrosta.
- Sisäverhouksen kipsilevytys muodostaa kuitenkin melko ilmatiiviin pinnan.
- Mineraalivillat rakenteen sisällä ovat tummuneet.
- Alajuoksun alla on bitumikermikaista.
- Mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn, jossa havaittiin heikko viite vauriosta.



Kuva 102. Mineraalivillassa on ilmavuotoon viittaavia tummentumia.



Kuva 103. Alajuoksun alla on bitumikermikaista.



Kuva 104. Seinän alaosassa on vaneri kuitusementtilevyn ulkopinnassa.



Kuva 105. Valmentajien tilassa ei ole ilmanvaihtoa.



VS3, kuntosali



Kuva 106. Rakenneavaus VS3 tehtiin kuntosalin seinään.

Rakennekerrokset:

maali	<1 mm
kipsilevy	13 mm
mineraalivilla ja puurunko	65 mm
puuverhous	-

Havainnot

- Seinässä ei ole höyrynsulkua eikä erillistä ilmansulkukerrosta.
- Sisäverhouksen kipsilevytyks muodostaa kuitenkin melko ilmatiiviin pinnan.
- Rakenteessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai ilmavirtauksia.
- Mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn. Näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta.



Kuva 107. Kuntosalin seinä on puurakenteinen. Rakenneavauskohdassa ei havaittu vaurioita.



Kuva 108. Kuntosali on lämmitetty puurakenteinen rakennelmä kylmän jäähallin sisällä. Tilassa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto.



Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Väliseinistä otettiin mikrobianalyysiin yhteensä kaksi materiaalinäytettä. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat. Analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 5. Ulkoseinistä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
9	Mineraalivilla	VS2	Valmentajien tila	Heikko viite vauriosta
20	Mineraalivilla	VS3	Kuntosali	Ei viitettä vauriosta

Jäähallissa sijaitsevan valmentajien tilan väliseinistä otetussa materiaalinäytteessä havaittiin vähäisissä määrin kosteusvaurioindikaattorimikrobeita sekä jonkin verran *Penicilliumia*.

5.3.3 Johtopäätökset

Kalkkiehkeätiliset väliseinät ovat pääosin hyväkuntoiset ja kosteusteknisesti toimivia. Märkätiloissa laatoitus on kuitenkin tehty kalkkiehkeätilien pintaan rakenneavauksen perusteella ilman vedeneristettä. Yksittäisen märkätilan takana olevan varastokopin seinä oli visuaalisesti ja pintakosteudenosoittimella arvioituna vaurioitunut alaosastaan.

Pukuhuoneissa väliseinien yläosissa, kantavien liimapuupalkkien ja sisäkattojen välissä olevat mineraalivillatilkkeet ovat osin vaurioituneet. Villoihin kohdistui ilmavirtausta ja villoista voi irrota teollisia mineraalikulkuja pukuhuoneiden sisäilmaan. Altistuminen on kuitenkin tilojen käyttötarkoitus huomioiden vähäistä ja villaa on neliömääräisesti vähän. Epätivis villoitus ei kuitenkaan estä ilmavirtauksia ja hankaloittaa ilmanvaihdon säätämistä ja mahdollistaa ilmavirtaukset eri pukuhuonetilojen välillä.

Valmentajien tilassa ja kuntosalin seinässä ei ole höyryn- tai ilmansulkua, mutta tämä ei ole aiheuttanut rakenteisiin merkittävää vaurioita.

5.3.4 Toimenpide-ehdotukset

Tutkimuksen toimeksianto huomioiden, pukuhuoneiden väliseinien yläosissa olevat mineraalivillatilkkeet suositellaan poistamaan kauttaaltaan tai koteloimaan rakenteen sisään. Yläosissa oleva tilojen välinen ilmayhteys suositellaan poistamaan tiivistämällä rakenne erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

Jos rakennusta peruskorjataan, märkätilat suositellaan uusimaan kauttaaltaan, jolloin myös märkätilojen seiniin asennetaan vedeneriste. Lyhyellä aikavälillä märkätilojen käyttöikä saadaan jatkettua huolehtimalla pukuhuone- ja märkätilojen asianmukaisesta ilmanvaihdosta, jolloin märkätilat kuivuvat nopeasti käytön jälkeen.

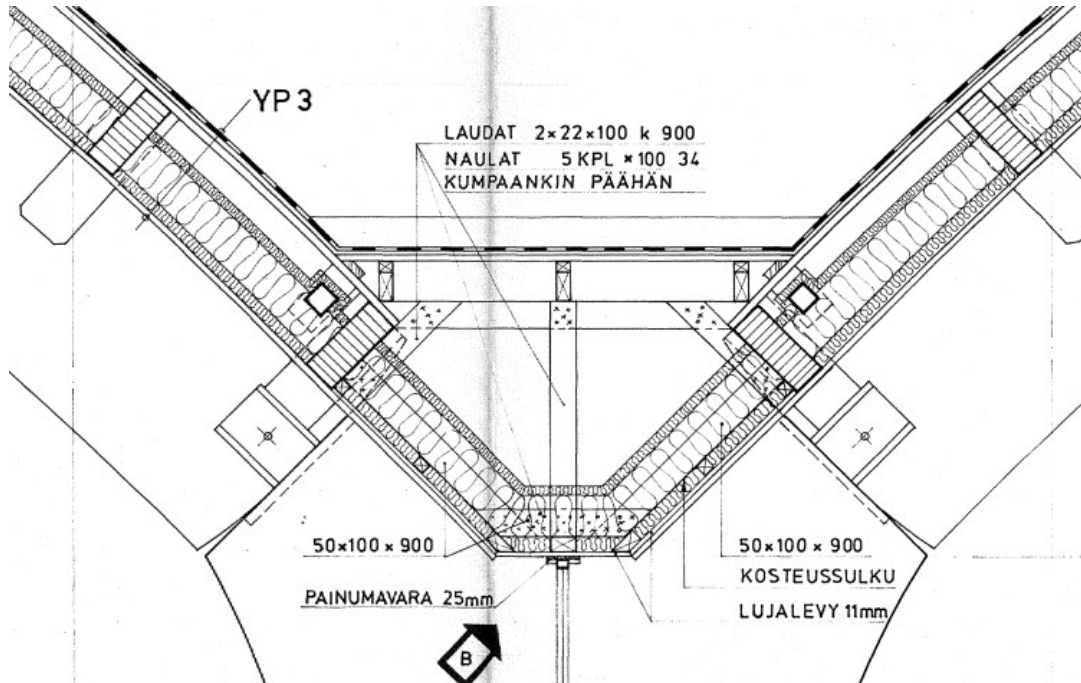
Valmentajien tilan seinässä havaittiin heikko viite vauriosta, mutta tilan sisäilmasto-olosuhdetta saadaan todennäköisesti parhaiten parannettua lisäämällä tilaan toimiva ilmanvaihto. Seiniin ei kohdistu suoraa kosteusrasitusta ja tila on lämmin, joka osaltaan pitää myös jäähalliin rajautuvaa seinää kuivana. Lisäksi tilan sisäpinnassa on ilmativeyttä parantava levytys, joka vähentää rakenteen kautta tulevaa epäpuhtaan ilman määrää, jos ilmanvaihto saadaan kuntoon.



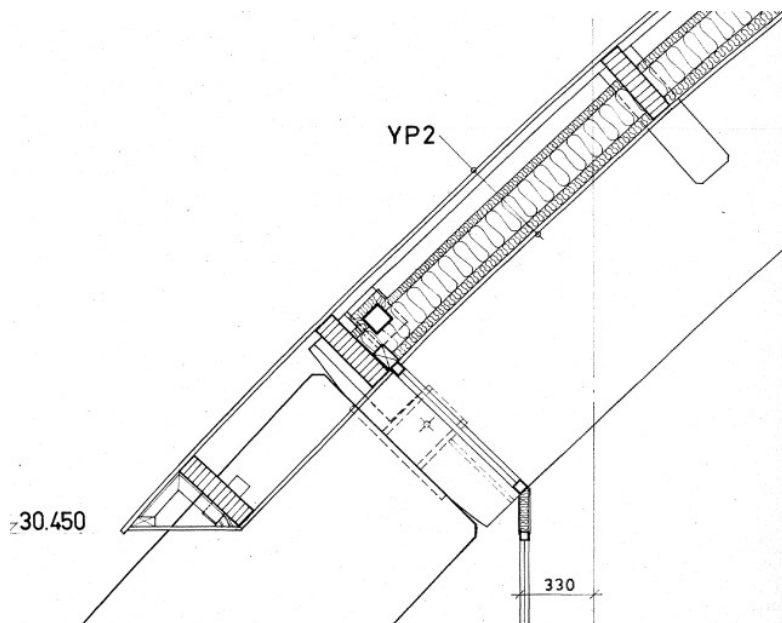
5.4 Yläpohjat ja vesikatot

Rakenne

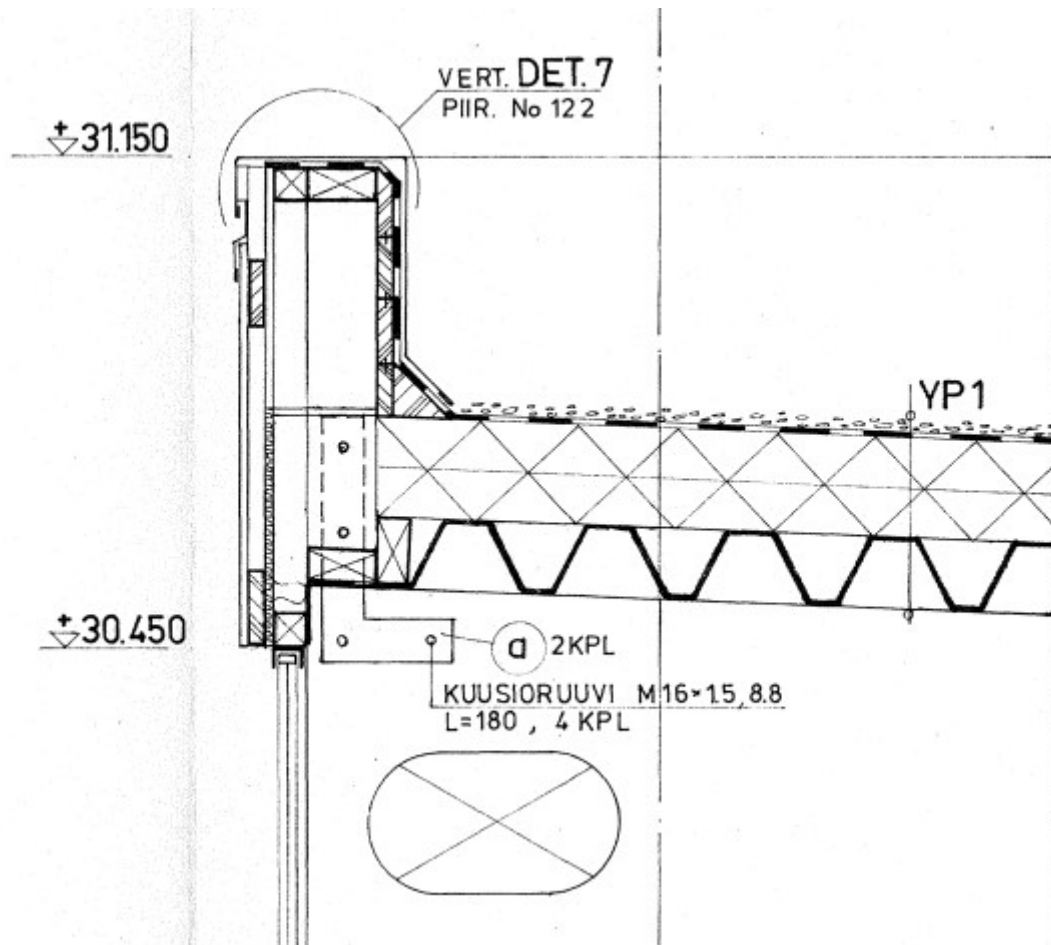
Yläpohjat ovat lämmöneristettyjä liimapuurakenteita. Käytössä olleiden rakennetyyppien perusteella yläpohjassa on muovikalvo ja 210 mm mineraalivillalämmöneriste.



Kuva 109. Hallien yläpohjat yhdistyvät hallin keskiosassa. Keskiosan vesikatteena on bitumikermi.



Kuva 110. Yläpohjan liimapuukaarien osalla vesikatteena on pelti. Yläpohjassa on mineraalivillaeriste ja höyrynsulku.



Kuva 111. Sosiaalitilojen katto on toteutettu kantavalla poimulevyllä, joka on asennettu liimapuupalkkien päälle. Vesikatteenä on bitumikermi.

5.4.1 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus



Kuva 112. Liimapuukaarien pinnoilla on runsaasti todennäköisesti mikrobikasvuston aiheuttamia tummentumia.



Kuva 113. Vanerikiinnikkeet ovat tummuneet. Osa kiinnikkeistä on uusittu.



Kuva 114. Kannatinlautojen liitoksissa on jälkiä voimakkaasta kosteusrasituksesta.



Kuva 115. Levyn pinnassa on kosteusvaurioon viittaava värimuutos hallin keskiosassa.



Kuva 116. Kattovuotoon viittaava jälki kenttien välillä.



Kuva 117. Liimapuukaaren alanurkassa on kosteuden aiheuttama tummentuma.



Kuva 118. Ilmavuotoja ja kosteuden tiivistymistä liimapuukaaren ja ulkoseinän liittymässä.



Kuva 119. Voimakkaita kosteusjälkiä hallin keskiosassa.



Kuva 120. Liimapuukaaripalkissa on voimakkaita kosteuden aiheuttamia jälkiä.



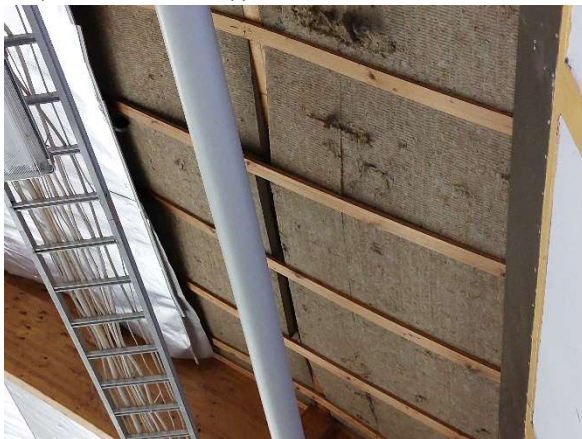
Kuva 121. Vesi on vuotanut savunpoistoluukun nurkan kohdalla.



Kuva 122. Todennäköisesti kattovuodon aiheuttamia jälkiä jäähallin alumiinipinnoitetun kankaan yläpuolella. Kuva savunpoistoluukun läheisyydestä.



Kuva 123. Yläpohjan villojen kannatinlaudat ovat voimakkaasti kaareutuneet kaikissa tarkastetuissa kohdissa.



Kuva 124. Kannatinlautojen kiinnitys sekundääripalkkiin on pettänyt eteläpuoleisella ulkoseinälinjalla lähellä sosiaalitilaa. Villat ja laudat roikkuvat.



Kuva 125. Jäähallin vesikatto on rivipeltikate. Nykyisen rivipeltikatteen alla on vanha profiilikate. Katolle ei ole kulkua, katolla ei ole huoltosiltoja tai kiinnityspisteitä.



Kuva 126. Vanha profiilikate on nähtävissä räystäiden alta.



Kuva 127. Katolla on tuuletuskanavat ja savunpoistoluukut.



Kuva 128. Vesikaton keskilinja on melko tasainen, jolloin veden poistuminen hidastuu. Läpivientien kohdille on kertynyt epäpuhtauksia.



Kuva 129. Hallien väliselle kumibitumikermillä päällystetylle osuudelle kertyy runsaasti lunta ja vettä.



Kuva 130. Kourun pohjalla on sulanapitokaapeli, joka on asemoitu lähelle kattokaivoja.



Kuva 131. Kattokaivojen vedeneriste on vaurioitunut ja todennäköisesti vuotaa.



Kuva 132. Vesikattoa on paikkakorjattu.



Kuva 133. Kumibitumikermin saumat ovat paikoin huonokuntoiset.



Kuva 134. Saumoissa on rakoja, jotka erottuvat vasta lähemmässä tarkastelussa.



Kuva 135. Kumibitumikermissä on vesivuotoihin viittaavia ilmapusseja.



Kuva 136. Hattupeltien pinnoitteet ovat huonokuntoiset.



Kuva 137. Laajempia korroosiovauriota jäähallin ja sosiaali-tilan liittymässä.



Kuva 138. Pellin pinnoite on kulunut sääräsituksessa jäähallin ja sosiaalitalan liittymässä.



Kuva 139. Sosiaalitalojen vesikaton päällä on laajoja alueita, joissa ei ole singeliä. Singelin päällä on sammaloitumista, joka viittaa veden seisomiseen katteen päällä.



Kuva 140. Katto on vuotanut kahvion kohdalla. Vuoto on tukittu väliaikaisesti rätiltä.



Kuva 141. Märkätilan katossa on laajalti tummia jälkiä.



Kuva 142. Käyttäjiltä saadun tiedon perusteella katto on vuotanut keittiön kattoikkunan kohdalla.



Kuva 143. Kattoikkunan kohdalla ei havaittu selkeää vauriota kumibitumikermissä.



Kuva 144. Kumibitumikermi on aistinvaraisesti arvioituna iäkäs ja kermissä on pieniä halkeamia.



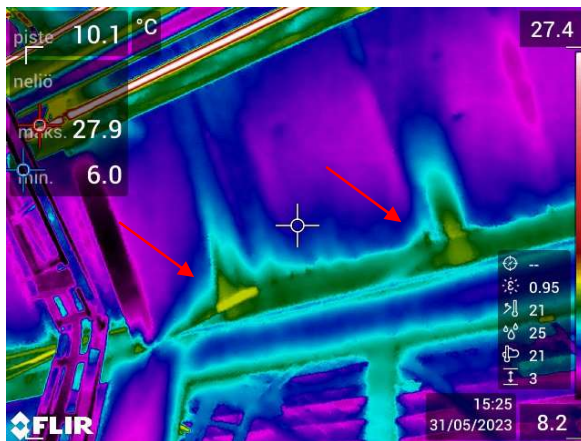
Kuva 145. Vedeneristeessä on repeämiä kattokaivon ympärillä.



Kuva 146. Luoteisnurkassa olevan katoksen päälle kertyy vettä.



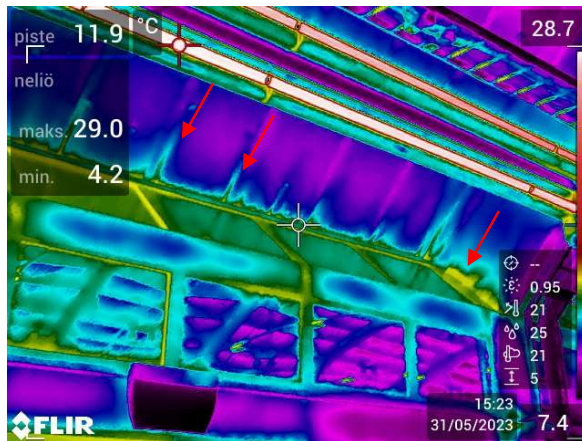
Kuva 147. Katoksen jäykistys on heikentynyt, rakennelma liikkuu voimakkaasti jalkojen alla katoksen päällä kuljettaessa.



Kuva 148. Ulkoseinän ja yläpohjan liittymässä on lämpökuvan perusteella selkeää ilmapuotoa.



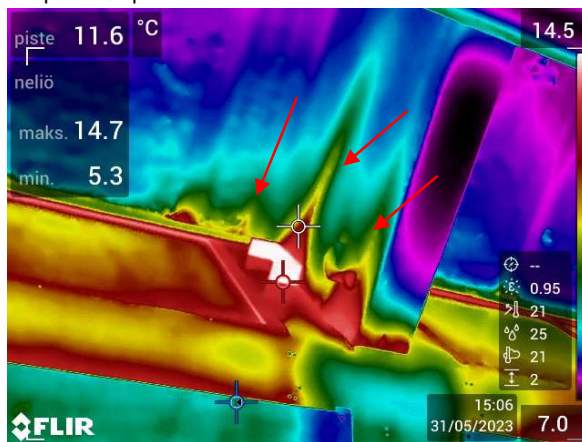
Kuva 149. Valokuva edellisen lämpökuvan kohdalta.



Kuva 150. Ulkoseinän ja yläpohjan liittymässä on lämpökuvan perusteella selkeää ilmavuotoa.



Kuva 151. Valokuva edellisen lämpökuvan kohdalta.



Kuva 152. Liimapuupalkin liittymän kohdalla on selkeää ilmavuotoa.



Kuva 153. Valokuva edellisen lämpökuvan kohdalta.



5.4.2 Rakenneavaukset

Yläpohjiin tehtiin rakenneavauksia kuusi kappaletta.

YP1, YP2, ja YP4, jäähalli



Kuva 154. Rakenneavaus YP1. Uuden vesikaton alle jätetty vanha profiilipelti kuvassa taustalla.

Rakennekerrokset:

alumiinipintainen kangas	~1 mm
ilmaväli	~200 mm
kova mineraalivilla	50 mm
alumiinipaperi villan pinnassa	< 1 mm
mineraalivilla	220...230 mm
kova mineraalivilla	30 mm
puukoolaus ja ilmaväli	50 mm
profiilipelti	20 mm
uusi vesikatto kiinnitysra- teineen	-

Havainnot

- Kaikissa rakenneavauskohdissa oli viitteitä sekä ilmapuodoista, että kosteuden tiivistymisestä puurakenteisiin.
- Rakenneavauskohdissa ei ollut selkeää mikrobeille ominaista hajua.
- Rakenteen höyrynsulkuna on käytetty alumiinipaperipintaista mineraalivillaa. Alumiinipinta on lämmöneristekerroksen sisällä 50 mm syvyydellä yläpohjan alapinnasta.
- Alumiinipaperin teippaukset olivat aistinvaraisesti arvioituna melko tiiviitä. Vesi on kuitenkin vuotanut teippauksen läpi, jolloin myös ilmapuodot yläpohjan läpi ovat mahdollisia.
- Kaukaloiden kohdilla yläpohjassa on erillinen alumiinipintainen kangas.
- Yläpohjan mineraalivillasta otettiin materiaalinäytteitä suoraviljelyyn. Kaikissa näytteissä havaittiin viite vauriosta.



Kuva 155. Rakenneavauskohdassa YP1 on ilmavuotoon viittaava tummentuma. Villoja kannattelevassa laudassa on kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 156. Mineraalivillan alumiinipinnassa on kosteuden aiheuttamia jälkiä. Alumiinipinnaiset villat on teipattu neljältä sivulta. Teippauksessa ei havaittu avoimia saumoja. YP1.



Kuva 157. Liimapuupalkissa on kosteuden aiheuttamia jälkiä. YP1.



Kuva 158. Villassa on ilmavuotoon viittaavia tummentumia. Liimapuupalkissa ja klossiliitoksessa on todennäköisesti mikrobikasvun aiheuttamia tummentumia. YP2.



Kuva 159. Villassa on ilmavuotoon viittaavia tummentumia ja kosteuden aiheuttamia jälkiä. Laudassa (nuoli) on todennäköisesti mikrobikasvun aiheuttamia tummentumia. YP2.



Kuva 160. Puurakenteissa on kosteuden aiheuttamia jälkiä. YP2.



Kuva 161. Tuuliristikon liitoksen ympäristössä on kosteuden aiheuttamia jälkiä. YP4.



YP3, jäähalli



Kuva 162. Rakenneavaus YP3. Taustalla vesikatteen kumibitumikermin alla oleva vanerointi.

Rakennekerrokset:

kova mineraalivilla	50 mm
alumiinipaperi villan pinnassa	< 1 mm
mineraalivilla	220...230 mm
kova mineraalivilla	30 mm
ilmaväli	30 mm
lauta	22 mm
vaneri	-
kumibitumikermi	-

Havainnot

- Vesikatteen alla olevassa vanerissa on mikrobikasvuun viittaavia tummentumia.
- Rakenneavauskohdassa oli lämmin ilmavirtaus sisäänpäin.
- Vanerin alla olevissa ruodelaudoissa ei havaittu poikkeavia jälkiä.
- Liimapuupalkissa on selkeitä kosteuden aiheuttamia jälkiä.
- Rakenteen höyrynsulkuna on käytetty alumiinipaperipintaista mineraalivillaa. Alumiinipinta on lämmöneristekerroksen sisällä 50 mm syvyydellä yläpohjan alapinnasta.
- Alumiinipaperin teippaukset olivat aistinvaraisesti arvioituna melko tiiviitä. Vesi on kuitenkin vuotanut teippauksen läpi, jolloin myös ilmavuodot yläpohjan läpi ovat mahdollisia.
- Yläpohjan mineraalivillasta otettiin kaksi materiaalinäytettä suoraviljelyyn. Näytteissä havaittiin viite vauriosta ja heikko viite vauriosta.



Kuva 163. Rakenneavauskohdan ulkopinnassa on voimakkaita kosteusjälkiä.



Kuva 164. Villassa on kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 165. Liimapuupalkin alareuna on vaurioitunut kosteus-
rasituksen seurauksena rakenneavauskohdan vierestä.



YP5, jäähalli



Kuva 166. Rakenneavaus YP5. Avaus tehtiin tarkastamalla rakennetyyppi savunpoistoluukun kohdalta.

Rakennekerrokset:

alumiinipintainen kangas	~1 mm
ilmaväli	200 mm
kova mineraalivilla	50 mm
alumiinipaperi villan pinnassa	< 1 mm
mineraalivilla	220...230 mm
kova mineraalivilla	30 mm
puukoolaus ja ilmaväli	50 mm
profiilipelti	20 mm

uusi vesikatto kiinnitysra-
teineen

Havainnot

- Rakenneavauskohdassa oli viitteitä sekä ilmavuodoista, että kosteuden tiivistymisestä puura-
kenteisiin.
- Rakenneavauskohdassa ei ollut selkeää mikrobeille ominaista hajua.
- Rakenteen höyrynsulkuna on käytetty alumiinipaperipintaista mineraalivillaa. Alumiinipinta
on lämmöneristekerroksen sisällä 50 mm syvyydellä yläpohjan alapinnasta.
- Yläpohjan mineraalivillasta otettiin kaksi materiaalinäytettä suoraviljelyyn. Molemmissa näyt-
teissä havaittiin viite vauriosta.



Kuva 167. Savunpoistoluukun ympäristössä on laajalti kos-
teuden aiheuttamia värimuutoksia ja viitteitä ilmavuo-
doista.



Kuva 168. Yläpohjan mineraalivilla on erittäin likaista.



Kuva 169. Savunpoistoluukun sisäpinnossa on valumajälkiä. Luukun teräsosan ja kuitusementtilevyverhotun ylösnostorakenteen välissä on paikoin avoin ilmarako.



Kuva 170. Savunpoistoluukun teräsrakenteissa on kosteuden aiheuttamia jälkiä ja korroosiota.



YP6, jäähalli



Kuva 171. Rakenneavaus YP6, ulkoseinälinja.

Rakennekerrokset:

kova mineraalivilla	50 mm
alumiinipaperi villan pinnassa	< 1 mm
mineraalivilla	220...230 mm
kova mineraalivilla	30 mm
puukoolaus ja ilmaväli	50 mm
profiilipelti	20 mm

uusi vesikatto kiinnitysra-
teineen

Havainnot

- Avaus tehtiin ulkoseinälinjalle lähelle liimapuupalkin liittymää.
- Pilarin liittymä on epätiivis, liittymässä on ilmapuotoa ja kosteuden tiivistymistä.
- Rakenteessa ei havaittu poikkeavaa hajua.
- Yläpohjan mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte suoraviljelyyn. Näytteessä havaittiin viite vauriosta.
- Rakenteen höyrynsulkuna on käytetty alumiinipaperipintaista mineraalivillaa. Alumiinipinta on lämmöneristekerroksen sisällä 50 mm syvyydellä yläpohjan alapinnasta.



Kuva 172. Rakenneavauskohdan vieressä on liimapuupalkin läpivienti ulkoseinästä. Liittymä on epätiivis.



Kuva 173. Rakenneavaus on ikkunan yläpuolella. Ikkunan päällä ja rakenneavauksen sisällä on veden lammikoitumiseen viittaavia jälkiä.



Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Yläpohjista otettiin suoraviljelyyn yhteensä yhdeksän materiaalinäytettä. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat. Ylä- ja alapinnat viittaavat yläpohjan lämmöneristekerroksen näytteenottokohtaan. Analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Taulukko 6. Ulkoseinistä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
11	Mineraalivilla	YP1	jäähalli, yläpinta	Viite vauriosta
12	Mineraalivilla	YP2	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
13	Mineraalivilla	YP2	jäähalli, yläpinta	Viite vauriosta
14	Mineraalivilla	YP3	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
15	Mineraalivilla	YP3	jäähalli, yläpinta	Heikko viite vauriosta
16	Mineraalivilla	YP4	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
17	Mineraalivilla	YP5	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
18	Mineraalivilla	YP5	jäähalli, yläpinta	Viite vauriosta
19	Mineraalivilla	YP6	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta

Yläpohjista otetuissa materiaalinäytteissä kahdeksassa havaittiin viite vauriosta ja yhdessä heikko viite vauriosta. Näytteissä ei havaittu kosteusvaurioindikaattorimikrobeita. Valtalajina kaikissa näytteissä oli *Penicillium*.

5.4.3 Johtopäätökset

Kylmän jäähalliosan yläpohjaan kohdistuu kosteusrasitusta kesällä tuloilman ja mahdollisesti ulkoilman tiivistyessä kylmiin rajapintoihin sekä kattovuotojen kautta. Kosteusrasituksen takia, liimapuupalkkien pinnoissa, klossi- ja vaneriliitoksissa sekä sisäpintojen kuitusementtilevyissä on laajoja kosteus- ja mikrobivaurioihin viittaavia jälkiä.

Veden valumajälkiä on käytännössä kaikissa liimapuukaarissa. Rakenneaavausten perusteella valumajäljet ulottuvat liimapuupalkin koko profiilin korkeudelle, jonka perusteella yläpohjarakenne ei ole myöskään ilmatiivis. Lämpökamerakuvausten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella liimapuukaarien läpiviennit ulkoseinistä ovat myös epätiivit, joka aiheuttaa vastaavasti lämpimän ulkoilman tiivistymistä rakenneliittymään sekä hallitsematonta ilmavirtausta rakenneliittymän läpi.

Yläpohjaan on muodostunut laajoja mikrobivaurioita ilmavuotojen ja kosteusrasituksen myötä. Näytteissä havaittiin pääosin *Penicilliumia* varsin korkeita määriä, joka viittaa todennäköisesti runsaasti ilmavuotoihin yläpohjan läpi sekä ainakin ajoittaiseen mikrobikasvun mahdollistavaan lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen yläpohjarakenteessa.



Vesikatko on aiemmin uusittu rakentamalla uusi vesikatko vanhan vesikatteen päälle. Nykyinen rivipelitkate on visuaalisen arvioiden tyydyttäväkuntoinen, mutta katolle ei ole turvallista kulkua tai kattoturvatuotteita eikä kattoa voitu tarkastella tarkemmin. Kulkureitin puute estää myös katon säännölliset tarkastukset ja huollot.

Vaikka vesikatteessa ei havaittu merkittäviä vaurioita, sisäpuolella savunpoistoluukkujen kohdilla oli laajoja vuotojälkiä. Kaikkien vuotojälkien osalta ei voitu yksiselitteisesti todeta, ovatko vuodot muodostuneet nykyisen vesikatteen asentamisen jälkeen vai oliko kyseessä kattovuodosta vai kondenssista johtuva jälki. Vesikatolla ei ole myöskään sadevesikouruja tai syöksytorvia, joka lisää merkittävästi ulkoseinien kosteusrasitusta.

Jäähallien vesikattojen välissä on kumibitumikermillä vedeneristetty alue, johon kertyy talvella merkittävässä määrin lunta. Myös vesi valuu hallien peltikatteilta kumibitumikermille aiheuttaen rakenteeseen erittäin voimakasta kosteusrasitusta. Kumibitumikermin epätiivetyshkohdat sekä kattokaivojen hajonneet vedeneristeet ovat aiheuttaneet rakenteeseen näkyviä kosteusvaurioita hallin keskiseinälinjan ympäristöön. Käyttäjiltä saatujen tietojen perusteella vettä valuu liittymäkohdasta säännöllisesti hallin katsomoon. Katolla havaitut vauriot tukevat tilojen käyttäjiltä saatuja havaintoja.

Sosiaalitilojen vesikatkon vuodot johtuvat todennäköisesti kumibitumikermitkatteen haurastumisesta tai pienistä vauriosta, joita katteeseen muodostuu säärasituksen myötä teknisen käyttöiän lähestyessä loppuaan. Rakenteessa ei havaittu yksittäistä selkeää vuotokohtaa osittain katteen päällä olevan singelin takia.

Jäähallin lämmöneristeiden kannatinlaudat ovat voimakkaasti kaareutuneet todennäköisesti korkean ilmankosteuden, rakenteisiin kohdistuneen kosteusrasituksen ja pitkän jännevälin myötä. Lautojen kiinnitys on osin peittänyt ja lautojen putoaminen yläpohjasta jälle on mahdollista. Lautoja on jo aiemmin ruuvauskiinnitetty putoamisen estämiseksi.

5.4.4 Toimenpide-ehdotukset

Yläpohjan kannatinlautojen kiinnitys suositellaan tarkastamaan kauttaaltaan ja silmämääräisesti arviointina taipuneet tai jo irronneet laudat suositellaan korvaamaan paksummilla laudoilla.

Yläpohjan laajojen mikrobivaurioiden korjaaminen kevyin käyttöä turvaavin toimenpitein on todennäköisesti erittäin hankalaa. Rakenteen ilmatiiveyden parantaminen ja rakenteessa olevien epäpuhtauksien sisäilmaan pääsyn estäminen edellyttäisi kaikkien liittymärakenteiden tiivistämistä ja todennäköisesti katossa olevien mineraalivillapintojen levyttämistä esimerkiksi alumiinipintaamalla SPU-levyllä tiiviimmän sisäkattopinnan muodostamiseksi.

Huomioiden 1–5 vuoden käyttöikätaavoite, korjaustapa ei todennäköisesti ole mielekäs. Käytännössä hallin osalta suositeltava korjaustapa on peruskorjaus, jossa nykyinen yläpohjarakenne puretaan ja rakennetaan uudestaan erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Tätä ennen nykyisen vesikatteen päälle tulisi järjestää turvallinen kulku ja tutkia katteen kunto vielä tarkemmin ennen korjauslaajuuden määrittämistä.

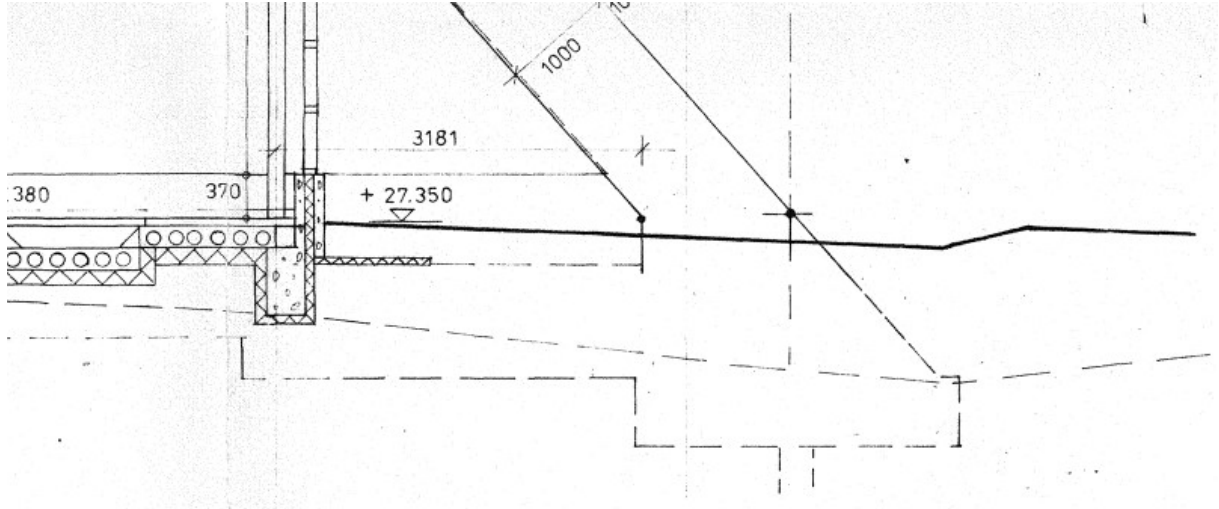
Vesikatkon keskellä hallien välissä olevan kumibitumikermillä päällystetyn osan vedenpitävyyttä voidaan parantaa poistamalla nykyisessä rakenteessa olevat ilmapussit ja asentamalla nykyisen kumibitumikermin päälle uusi kate. Samalla myös kaikki kattokaivot on suositeltavaa käydä läpi ja varmistaa niiden tiiveys sekä riittävät sulanapitokaapelit. Kaapeleiden tulee ulottua myös kaivojen kohdille. Sosiaalitilojen vesikate voidaan korjata vastaavalla tavalla.



5.5 Piha-alueet, ulkopuolinen vedenpoisto

Rakenne

Piha-alue on pääosin asfaltoitu ja maanpinta kallistaa pois päin rakennuksesta.



Kuva 174. Rakennuksen vierustalle on suunniteltu maanpinnan kallistus, joka ohjaa vettä pois päin rakennuksesta.

5.5.1 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus



Kuva 175. Maanpinta kallistaa rakennuksesta pois päin, mutta räystääslinjan alapuolelle kohdistuva voimakas kosteusrasitus on mahdollistanut sammaleen kasvamisen asfaltin pintaan.



Kuva 176. Asfaltti on vaurioitunut useista kohdista, roskat ja epäpuhtaudet voivat kulkeutua ulkoseinän linjan alle.



Kuva 177. Rakennuksen alle on kulkeutunut lehtiä ja muita epäpuhtauksia.



Kuva 178. Asfaltissa on laajoja vaurioita. Asfaltin läpi kasvaa kasvillisuutta ja rakennuksen perustusrakenteet ovat voimakkaan kosteusrasituksen alaisia.



Kuva 179. Rakennuksen ympärillä on yksittäisiä tarkastuskaivoja, mutta kaikkien avaaminen ei ollut mahdollista normaaleilla kaivon avaamiseen tarkoitetuilla käsityökaluilla.



Kuva 180. Sadevesiviemärin kansi on muuta maanpintaa korkeammalla.



Kuva 181. Kiveyksessä on painauma. Vesi kertyy sisäänkäynnin edustalle.



Kuva 182. Kiveys ohjaa vettä ulkoseinää vasten sisäänkäynnin kohdalla. Viiltokosteusmittausten perusteella muovimatto oli vaurioitunut tältä osin.



Kuva 183. Sokkelissa olevien jälkien perusteella maanpinta on joko vajonnut tai korkotasoa on muutettu.



Kuva 184. Maanpinta kallistaa pois päin rakennuksesta.



Kuva 185. Tarkastuskaivossa vedenpinta on viemäri­linjan alapuolella.

5.5.2 Johtopäätökset

Maanpinnan kallistukset rakennuksen ympärillä ovat pääosin nykyohjeistuksen mukaisia, mutta tästä huolimatta rakennuksen vierustalla on paikoin voimakastakin sammalkasvustoa. Vesikatolta rakennuksen vierustalle valuva vesimäärä on huomattava. Vaikka maanpinnan kallistukset ovat riittäviä, asfaltissa ja pihakiveyksissä oleviin vaurioihin lammikoituu vettä ja sadevesikaivot ovat paikoin muuta maanpintaa korkeammalla.

Rakennuksessa ei havaittu salaojien tarkastuskaivoja tai viitteitä salaojista, mutta ei myöskään suoranaisia salaojien puutteesta johtuvia vaurioita. Sokkeleiden ja maanpinnan liittymät ovat epätiivaita ja ulkoseinää pitkin valuva vesi päättyy osin maanpinnan ja sokkelin välistä sokkelin alaosaan. Rakennuksen pitkillä sivuilla sokkeleiden alle päätyvä vesi ja roska voivat aiheuttaa hajuhaittaa rakennuksen sisäilmaan.

5.5.3 Toimenpide­ehdotukset

Maanpintoja suositellaan muokkaamaan ainakin sadevesikaivojen ympäristössä siten, että sadevedellä on mahdollisuus valua hallitusti sadevesikaivoon. Samoin mikäli vesikatolle asennetaan sadevesikourut, vedet tulee ohjata hallitusti pois syöksytorvien juurelta mieluiten suoraan sadevesiviemäriin. Sokkelin ja maanpinnan välissä olevat raot suositellaan tiivistämään ja mikäli sokkeli- tai ulkoseinälinjan alla olevaan rakoon on kertynyt epäpuhtauksia, poistetaan ne ennen tiivistystä.



6 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

- Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä (v.1981). Osa poistoista toteutetaan erillispoistoina.
- Jäähallin kenttäalueita 1 ja 2, palvelee kaksi tulo- ja poistoilmavaihtokonetta, TK-2 ja TK-3 (v. 2008). Muita käyttäjä- ja yleisötiloja palvelee tuloilmakone TK-1 sekä useita erillispoistoja.
- Osa jäähallin tuloilmasta otetaan kiertoilmana.
- Jäähallin kenttien alkuperäiset erillispoistot eivät ole toiminnassa, vaan poistoilma ohjataan TK2 ja TK3 ilmanvaihtokoneiden kautta.
- Merkintöjen mukaan suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa (kevällä ja syksyllä).
- Ilmanvaihtokone TK-1 ja erillispoistot ovat ylittäneet teknisen käyttöikänsä.
- Ilmanvaihtopiirustukset eivät kaikilta osin vastaa nykyistä tilannetta.
- Viimeisin mittauspöytäkirja on ilmanvaihtojärjestelmän asennusvuodelta 1981.
- Tilaaajalta saadun tiedon perusteella ilmanvaihtokanavat on nuohottu vuonna 2020.

6.2 Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät

Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksen tarkoituksena on tilaajan toimeksiannon mukaisesti selvittää nykyisen ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus vastaamaan kohteen ja sen tilojen nykyistä käyttötarkoitusta sekä pyrkiä selvittämään millä toimenpiteillä kohteen käyttöä voidaan jatkaa 1–5 vuotta. Ilmanvaihtokuntotutkimus tehtiin aistinvaraisesti ja pistokokein suoritetuin ilmamäärä- ja paine-eromittauksin.

Ilmanvaihtojärjestelmä ei kaikilta osin vastannut ilmanvaihtopiirustuksia. Muun muassa kaikkia pääte-laitteita ei ole merkitty iv-piirustuksiin. Osa päätelaitteista on eri valmistajalta kuin ilmanvaihtopiirustuksiin on merkitty, joka tulee huomioida säätöjä tehdessä, valmistajien antamien erilaisten k-arvojen vuoksi. Suunnitelluista ilmamääristä voidaan huonekohtaisesti poiketa ± 20 % ja järjestelmäkohtaisesti ± 10 %. Mitattuja ilmamääriä verrattiin suunnittelu-arvoihin.

Kahvioalue, Taulukko 7. Ilmamäärät

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s		
	Suunniteltu	Mitattu	%	Suunniteltu	Mitattu	%
Kahvio	200,0	114,5	-43 %	-50,0	-47,1	-6 %
	200,0	123,7	-38 %	-50,0	-44,2	-12 %
	200,0	95,1	-52 %	-50,0	-42,4	-15 %
	200,0	100,2	-50 %	-50,0	-39,0	-22 %
				-50,0	-38,1	-24 %
				-50,0	-36,3	-27 %
				-50,0	-37,0	-26 %
Yhteensä	800,0	433,5	-46 %	-350,0	-284,1	-19 %
Käytävä, ei iv-kuvissa	0,0	70,9				
Yhteensä Kahvio + käytävä	800,0	504,4	-37 %			



Kahvion tuloilmamäärä jäi 46 % ja poistoilmamäärä 19 % suunnitteluarvoista. Tuloilmamäärä jää sallitusta ± 20 % poikkeamasta. Ilmamäärällisesti suunniteltu ero tulo- ja poistoilmamäärälle on +450 l/s, poistoilmamäärän ollessa n. 44 % tuloilmamäärästä. Mittaushetkellä poistoilmamäärä oli suhteessa tuloilmamäärään n. +150 l/s, n. 66 %. Kun iv-piirustuksiin merkitsemättä jätetty käytävän tuloilmapäätelaite huomioidaan, niin eroksi saadaan +n. +220 l/s, n. 56 %. Osa poistosta on suunniteltu johdettavan mm. keittiön ja muiden erillispoistojen kautta.

Pukuhuone 6, Taulukko 8. Ilmamäärät

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s		
	Suunniteltu	Mitattu	%	Suunniteltu	Mitattu	%
Pukuhuone 6 (155)	60,0	22,5	-63 %	-28,0	-32,1	15 %
	60,0	19,1	-68 %	-28,0	-29,0	4 %
				-28,0	-28,1	0 %
Pesuhuone				-18,0	-16,6	-8 %
				-18,0	-18,6	3 %
WC				-16,0	-13,8	-14 %
Yhteensä	120,0	41,6	-65 %	-136,0	-138,2	2 %

Pukuhuoneen tuloilmamäärät jäivät selkeästi suunnitteluarvoista. Tilaan on suunniteltu poistoilmamäärää 16 l/s enemmän kuin tuloilmamäärää. Mittaushetkellä poistoilmamäärää oli kuitenkin lähes 100 l/s enemmän. Ilmamäärällisesti tilassa on selkeä alipaine. Paine-ero oli kuitenkin käytävälle päin n. 1 Pa ylipaineinen ja jäähallin puolelle n. 1 Pa alipaineinen. Pukuhuoneiden väliseinät ovat osittain ylhäältä avonaiset ja todennäköisesti puuttuva korvausilma kulkeutuu sitä kautta pukuhuonetiloihin.

Pukuhuone 1, Taulukko 9. Ilmamäärät

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s		
	Suunniteltu	Mitattu	%	Suunniteltu	Mitattu	%
Pukuhuone 1 (108)	60,0	21,8	-64 %	-28,0	0,0	-100 %
	60,0	19,3	-68 %	-28,0	0,0	-100 %
				-28,0	0,0	-100 %
Pesuhuone				-18,0	0,0	-100 %
				-18,0	0,0	-100 %
WC				-16,0	0,0	-100 %
Yhteensä	120,0	41,1	-66 %	-136,0	0,0	-100 %

Tuloilmamääräksi mitattiin noin +40,0 l/s, joka on noin 33 % suunnitellusta arvosta. Poistoilmamääräksi mitattiin jokaisen päätelaitteen kohdalla 0,0 l/s. Tilassa on ilmamäärällisesti selkeä ylipaine, mutta paine-ero käytävälle päin oli ainoastaan n. +2Pa ylipaineinen ja jäähallin puolelle ± 0 Pa. Pukuhuoneiden väliseinät ovat osittain ylhäältä avonaiset ja todennäköisesti tuloilma kulkeutuu sitä kautta muihin tiloihin.



Pukuhuone 9

Saatujen tietojen mukaan ko. pukuhuoneessa on oireiltu. Pukuhuoneeseen ei ole järjestetty ilmanvaihtoa.

Yhteenveto

Mittaustulokset eivät vastanneet suunnitteluarvoja ja tiloissa oli ilmamäärällisesti selkeitä eroja tulo- ja poistoilmamäärien suhteen. Saatujen tietojen mukaan laadukkaimman sisäilman vuoksi on käyttäjien suosituin pukuhuone nro 1. Tilassa poistoilmamääräksi mitattiin 0,0 l/s. Tilassa on ainoastaan tuloilmaa. Mahdollisesti muissa pukuhuoneissa, joissa on ilmamäärällisesti selkeä alipaine, tilan sisäilmaan kulkeutuu epäpuhtauksia rakenteiden epätiivelyskohtien kautta.

6.3 Ilmanvaihtojärjestelmän havainnot

6.3.1 Aistinvaraiset havainnot

- TK1 ja erillispoistot ovat teknisen käyttöikänsä lopussa.
- Pinnoittamattomia eristeitä löytyy useasta eri paikasta.
- Pukuhuoneiden väliseinien avonaiset yläosat ovat osittain tukittu mineraalivillaeristeillä. Ilmankulun hallinta on vaikeaa sekä mahdollisten teollisten mineraalivillakuitujen siirtyminen oleskeluvyöhykkeille on todennäköistä.
- Osa poistoilmapäätelaitteista ei vastaa ilmanvaihtopiirustuksiin merkittyjä malleja, joka tulee huomioida säätöjä tehdessä erilaisten k-arvojen vuoksi.
- Osaan ilmanvaihtokanavia on asennettu IRIS- säätöpellit, joita ei ole merkitty ilmanvaihtopiirustuksiin.
- Osan asennettujen säätöpeltien suojaetäisyydet olivat liian pienet suunniteltujen ilmamäärien säätämiseksi säätöpelleillä.
- Pääsisäntulokäytävälle on asennettu tuloilmapäätelaite, jota ei ole merkitty ilmanvaihtopiirustuksiin.
- Ilmanvaihtokanavat – ja päätelaitteet olivat hieman likaiset.



Kuva 186. Tutkimus hetkellä jäähallin ilmanvaihtokoneiden, TK2 ja TK3, ilmamäärät olivat n. ±4000 l/s.



Kuva 187. Jäähallin kenttien ilmanvaihtokone.



Kuva 188. Osa jäähallin ilmanvaihdon tuloilmasta otetaan kiertoilmana.



Kuva 189. Jäähallin tuloilmakanavat ja -pätelaitteet.



Kuva 190. Jäähallin tuloilma johdetaan kaukalon toisella sivulla. Poistoilma johdetaan poistoilmakoneiden kautta.



Kuva 191. Raitisilmanotto- ja jäteilmanpoistosäleiköt olivat puhtaat.



Kuva 192. Osaan ilmanvaihtokanavia on asennettu IRIS-säätöpellit 28.04.2020 jälkeen.



Kuva 193. Joidenkin IRIS-säätöpeltien suojaetäisyydet eivät vastaa laitetoimittajan ohjeistusta.



Kuva 194. Väliseinien yläosat olivat avonaiset ja osittain pinnoittamilla eristeillä tukittuja.



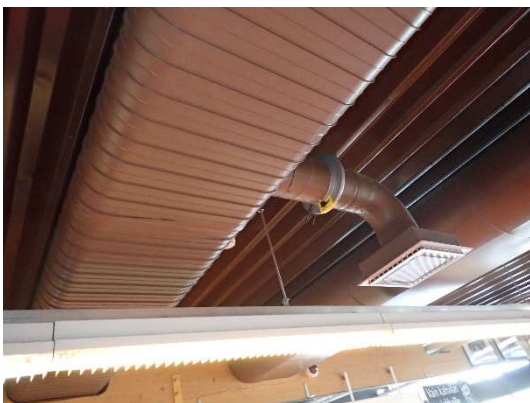
Kuva 195. Sähköhyllyn läpivienti mahdollistaa ilmavirtojen siirtymisen.



Kuva 196. Poistoilmapäätelaitteeksi on iv-piirustuksissa merkitty URH-160, vaikka päätelaite on DKSO-10. Tuotteilla on eri k-arvot, jotka tulee säätää tehdessä huomioida.



Kuva 197. Poistoilmanvaihtokanavat olivat osittain likaiset.



Kuva 198. Sisääntuloaulan käytävän tuloilmapäätelaitetta ei ole merkitty iv-piirustuksiin.



Kuva 199. Keittiön poistoilmapäätelaite on teipattu umpeen. Kattolevy on osittain irronnut ja mahdollistaa epäpuhtauksien tulon ko. tilaan.



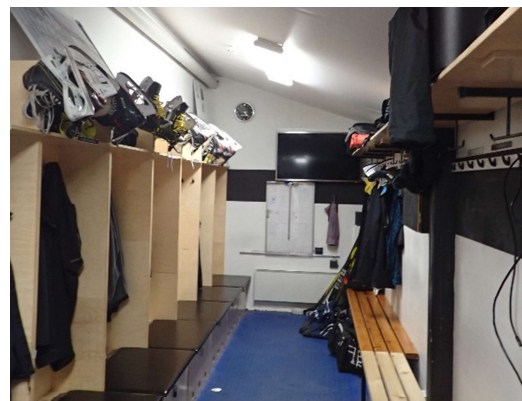
Kuva 200. Kaukaloiden väliin rakennetun kuntosalitilan poistoilmapäätelaitteet.



Kuva 201. Kuntosalin tuloilma on johdettu 2 kentän tuloilmakanavasta.



Kuva 202. Kuntosalin poistoilmaa johdetaan manuaalisesti erillisellä kanavapuhaltimella.



Kuva 203. Pukuhuoneessa ei ole ilmanvaihtoa.

6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokone TK1 ja erillispoistot ovat käyttöikänsä lopussa. Tutkimuksen tarkoitus huomioiden, suosittelemme ilmanvaihtokoneiden ja erillispoistojen jatkuvaa huoltoa ja seurantaa.

Yleisten tilojen, kuten kahvion ja pukuhuoneiden, ilmamäärät suositellaan säädettäväksi mahdollisimman pian. Ennen säätötoimenpiteitä tulisi kaikki esillä olevat eristeet pinnoittaa tai uusia pinnoitetuilla eristeillä, sekä pyrkiä tiivistämään mahdollisuuksien mukaan kaikki ilmavuotokohdat eri alueiden välillä asiaan kuuluvilla materiaaleilla. Tarvittaessa voidaan tilat säätää lievästi ylipaineiseksi, jotta voidaan varmistua, ettei rakenteiden tms. kautta johdeta epäpuhdasta korvausilmaa oleskeluvyöhykkeille.

Jäähallin kenttien puolen ilmamäärät suosittelemme säädettäväksi ylipaineiseksi. Ylipaineistukseen liittyy kuitenkin myös riskejä sisäilman kosteuden kondensoituessa rakenteisiin mahdollisesti laajemmin ja toteutus on osin epävarma rakenteiden laajojen ilmavuotojen vuoksi. Laajat ilmavuodot voivat johtaa poistoilmamäärän tarpeettoman laajaan pienentämiseen.

Pukuhuone 9:n molempiin päihin suosittelemme vähintään asentamaan siirtoilmaventtiilit paremman ilmanvaihdon aikaansaamiseksi.



7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

Mittausjakson sääolosuhteet

Olosuhdemittausten tulosten analysointiin käytettiin Ilmatieteenlaitoksen yhden tunnin havaintovälin säätietoja (Artukainen, Turku).

Tuulen nopeus vaihteli 0...7,0 m/s välillä, puuskanopeus vaihteli 0...12,8 m/s välillä, tuulen suunta vaihteli.

- Suhteellinen kosteus vaihteli 21...98 % välillä.
- Ilmanpaine vaihteli 1011,9...1032,1 hPa välillä
- Lämpötila vaihteli 2,8...26 °C välillä.

7.1 Paine-ero

Paine-eromittaukset tehtiin seitsemässä eri kohdassa, joista neljä oli jäähallissa ja kolme sosiaalituloissa. Mittapisteen on esitetty liitteessä 1 ja mittaustulokset (kuvaajat) liitteessä 4. Seurantamittarit (loggerit) mittasivat seurantajaksoilla (14 vrk) tilojen hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa, suhteellista kosteutta sekä sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa 5 minuutin välein.

Taulukko 10. Paine-erot. Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4.

Tila	Minimi (Pa)	Maksimi (Pa)	Keskiarvo (Pa)
PE1 EROTUOMARIT 150	-9,9	7,1	1,7
PE2 KEITTIÖ 145	-11,5	16,0	-3,3
PE3 TK 140	-25,2	12,9	-3,3
PE4 HALLI B, KUNTOSALI	-4,0	0,5	-0,3
PE5 (003CD8DF) HALLI B	-27,7	10,4	-0,8
PE6 (003CEEAA) HALLI A	-11,8	6,2	-0,2
PE7 (003CE970) HALLI A	-13,0	7,3	-0,3

PE 1, erotuomarit 150

- Paine-erokuvaajan perusteella jäähalli on lievästi ylipaineinen erotuomareiden tilaan nähden.
- Kuvaajan perusteella jäähalli on lähes joka vuorokausi hetkittäin myös alipaineinen melko voimakkaasti.

PE2, keittiö 145

- Paine-erokuvaajassa näkyy selkeitä, mutta varsin pieniä paine-eromuutoksia eri vuorokaudenaikoina.
- Mittausjaksolla on ainoastaan yksittäisiä hetkiä, jolloin keittiötila on ylipaineinen hallitilaan nähden.

PE3, TK 140

- Paine-erokuvaajan perusteella sosiaalitila on alipaineinen ulkoilmaan nähden.
- Paine-erokuvaajassa näkyy selkeitä paine-eromuutoksia, tilassa on ollut voimakkaita -10...-15 Pa alipaineepiikkejä lähes päivittäin.



PE4, halli B, kuntosali

- Paine-erokuvaajan perusteella kuntosalin ja jäähallitilan välillä ei ole merkittävää paine-eroa.

PE5, Halli B

- Paine-erokuvaajan perusteella painesuhteet vaihtelevat päivittäin yli- ja alipaineen välillä.
- Paine-erot ovat pieniä ja keskimäärin tila on noin yhden Pascalin alipaineinen ulkoilmaan nähden.

PE6, Halli A

- Paine-erokuvaajan perusteella jäähallin ja ulkoilman välillä ei ole merkittävää paine-eroa.
- Paine-ero on nollassa koko mittausjakson ajan, lukuun ottamatta yhtä päivää, jolloin mittausjaksolla on hetkellinen ali- ja ylipaineipiikki.

PE7, Halli A

- Paine-erokuvaajan perusteella jäähallin ja ulkoilman välillä ei ole merkittävää paine-eroa.
- Paine-ero on nollassa koko mittausjakson ajan, lukuun ottamatta kahta muutaman vuorokauden mittausjaksoa, jolloin tilan paine-ero ulkoilmaan nähden vaihtelee -5...5 Pascalin välillä.

7.2 Hiilidioksidipitoisuus

Mittaustulosten kuvaajat on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4.

Halli A

- Tilan hiilidioksidipitoisuus nousee käyttöjaksojen aikana keskimäärin 700–800 ppm tasolle.
- Tilan sisäilmaluokka on hiilidioksidipitoisuuden perusteella S1.

Halli B

- Tilan hiilidioksidipitoisuus nousee käyttöjaksojen aikana keskimäärin 700–800 ppm tasolle.
- Tilan sisäilmaluokka on hiilidioksidipitoisuuden perusteella S1.

Kahvio 144

- Tilan hiilidioksidipitoisuus nousee käyttöjaksojen aikana 700–800 ppm tasolle.
- Tilan sisäilmaluokka on hiilidioksidipitoisuuden perusteella S1.

Valvomo 135

- Tilan hiilidioksidipitoisuus nousee käyttöjaksojen aikana 600–800 ppm tasolle.
- Tilan sisäilmaluokka on hiilidioksidipitoisuuden perusteella S1.



7.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteuspitoisuus

Mittaustulosten kuvaajat on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4. Ulkoilman lämpötila vaihteli mitausjaksolla 2,8–26 °C välillä.

Taulukko 11. Sisäilman lämpötilat, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus.

Tila	Lämpötila (°C)			Suhteellinen kosteus(RH%)			CO2 (ppm)	
	Min.	Max.	Keskiarvo	Min.	Max.	Keskiarvo	Max.	Keskiarvo
OS1 HALLI A	5,0	8,8	6,4	53,5	80,4	67,9	1274	528
OS2 HALLI B	5,4	9,1	6,7	54,3	80,3	65,2	1054	599
OS3 KAHVIO 144	15,3	23,0	17,8	22,3	71,6	38,7	881	466
OS4 VALVOMO 135	18,4	24,8	21,7	18,5	47,0	30,2	866	483

Halli A

- Tilan lämpötila vaihtelee 5,0 – 8,8 °C välillä.
- Suhteellinen kosteus vaihtelee 53,5 – 80,4 % RH välillä.
- Kuvaajan perusteella suhteellinen kosteus on keskimäärin noin 70 % RH, ollen lähellä mikrobikasvun mahdollistavaa olosuhdetta.

Halli B

- Tilan lämpötila vaihtelee 5,4 – 9,1 °C välillä.
- Suhteellinen kosteus vaihtelee 54,3 – 80,3 % RH välillä.
- Kuvaajan perusteella suhteellinen kosteus on keskimäärin noin 70 % RH, ollen lähellä mikrobikasvun mahdollistavaa olosuhdetta.

Kahvio 144

- Tilan lämpötila vaihtelee 15,3 – 23,0 °C välillä.
- Suhteellinen kosteus vaihtelee 22,3 – 71,6 % välillä.
- Kuvaajan perusteella kahviotilan suhteellinen kosteus vaihtelee voimakkaasti päivittäin.
- Suhteellinen kosteus nousee päivittäin noin 60...70 % RH välille.

Valvomo 135

- Tilan lämpötila vaihtelee 18,4 – 24,8 °C välillä.
- Suhteellinen kosteus vaihtelee 18,5 – 47,0 % välillä.
- Kuvaajan perusteella valvomon suhteellinen kosteus vaihtelee päivittäin.
- Suhteellinen kosteus on keskimäärin 25...35 % RH.



7.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Mittausjakson merkittävimmät huomiot liittyvät tilojen painesuhteisiin sekä suhteelliseen kosteuteen. Tilojen tai ulkoilman välillä ei käytännössä ole paine-eroa, joka voi viitata ilmanvaihdon tasapainoon tai rakennuksen ilmavuotoihin. Huomioiden ilmanvaihtotutkimuksen tulokset, rakenneteknisen tutkimuksen tulokset sekä paine-eromittaukset, rakennus on todennäköisesti erittäin epätiivis ja paineerojen puute selittyy rakennuksen vaipan läpi vuotokohdista tulevalla korvausilmalla.

Suhteellisen kosteuden mittauksen perusteella jäähallissa on ainakin ajoittain mikrobikasvun mahdollistava olosuhde. Tulokset tukevat rakenneteknisen tutkimuksen yhteydessä saatuja havaintoja mikrobikasvustosta puurakenteissa, ulkoseinissä ja yläpohjassa. Mittausjakson perusteella hallin lämpötila oli keskimäärin noin 6...7 °C, jolloin mikrobikasvu on hidasta. Hallin matala lämpötila on mahdollistanut kosteuden tiivistymisen yläpohjarakenteisiin, mutta toisaalta hidastanut korkeampaa lämpötilaa vaativien mikrobilajistojen muodostumista.

8 Olosuhdearviointi

Rakennukseen laadittiin olosuhdearviointi Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti.

Työterveyslaitoksen ohjeistuksessa (Sisäilmastaselvitys ja olosuhdearviointi, TTL, 2022) on esitetty olosuhdearvion arviointiperusteet. Ohjeistuksen mukaan olosuhde arvioidaan oheisen taulukon mukaan asteikolla A-D (tavanomaista paremmat / pääosin tavanomaiset / tavanomaisesta poikkeavat / poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta).

Taulukko 12. Olosuhdearvioinnin tulos tarkasteltavien osa-alueiden kriteereihin perustuen

Arvo	Määrittäminen
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

8.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

Tutkimusalueen ilmatiiviys on heikko. Jäähallissa on useita ilmavuotokohtia liimapuupalkkien ja ulkoseinien liittymissä, ulkoseinien ja yläpohjien liittymissä, yläpohjassa, ovissa ja ikkunoissa. Sosiaalitiloissa oli ilmavuotoja visuaalisesti arvioiden ulkoseinissä, ovissa ja ikkunoissa, ja merkkiainekokeiden perusteella alapohjassa. Alapohjan vuoto ei kuitenkaan ollut merkittävää normaalissa käyttöolosuhteessa, mutta voi muuttua ongelmalliseksi, mikäli tiloihin muodostuu alipainetta.



Höyrynsulkuja ei ole limitetty ja hallin sisällä olevissa rakennelmissa höyryn- tai ilmansulkuja ei ole lainkaan. Sisäilmaan kulkeutuu poikkeavaa mikrobiperäistä hajua jäähallin puolella. Rakenteet eivät ole tiiviitä ja ilmavirtaukset eri rakennusosien välillä ovat hallitsemattomia. Eri rakennusosien välillä ei käytännössä ollut paine-eroa todennäköisesti merkittävien ilmavuotojen takia.

8.2 Rakennusosien riskitekijät

Jäähallin kenttien yläpohjassa on laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita koko yläpohjan osalta, jotka johtuvat sekä kattovuodoista että kosteuden kondensoitumisesta. Sosiaalitilojen muovimatot ja tasoitteet ovat ainakin osittain mikrobivaurioituneet. Sosiaalitilojen alapohjissa on mahdollisesti vanhat muottilaudat tai muuta rakennusjätettä betonirakenteen alapuolella, joka voi heikentää sisäilman laatua, jos sosiaalitiloihin muodostuu alipainetta. Ulkoseinien lämmöneristeet ovat mikrobivaurioituneet kuten myös sokkelien, ainakin paikallisesti. Vaurioituneista rakennusosista kulkeutuu vuotoilmaa jäähalliin ja sosiaalitiloihin. Väliseinien yläosissa sekä koko kenttien yläpuolisessa yläpohjassa on avoimia mineraalivillakuitupintoja.

Ulkooverhous on huonokuntoinen ja ulkoseiniin kohdistuu vesikattojen kautta voimakasta kosteusrasitusta rakennuksen pitkällä sivuilla. Myös sokkeleissa on vaurioita ja sade- ja sulamisvesillä on pääsy rakenteeseen ainakin paikoin. Märkätilojen seinissä ei ole vedeneristettä. Jäähallin sisäoverhouksena on käytetty kuitusementtilevyä, joka voi sisältää asbestia.

8.3 Ilmastointijärjestelmä

Ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole suunnitelmien mukaiset. Erityisesti pukuhuoneiden tuloilmamäärät jäävät selkeästi suunnitteluarvoista. Mitattujen ilmamäärien perusteella tilan tulisi olla voimakkaasti alipaineinen. Pukuhuoneessa 9 ei ole ilmanvaihtoa. Ilmanvaihtojärjestelmässä on pinnoittamattomia eristeitä useissa kohdissa ja teollisten mineraalivillakuitujen siirtyminen oleskeluvyöhykkeille on todennäköistä. Ilmanvaihtokanavissa ja päätelaitteissa on likaa. Erityisesti jäähallin puolella oli havaittavissa mikrobiperäistä hajua.

8.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät

Ulkoseinistä otettiin kuusi materiaalinäytettä suoraviljelyyn, joista viidessä havaittiin viite vauriosta. Yläpohjista otettiin 10 materiaalinäytettä, joista yhdeksässä havaittiin viite vauriosta ja yhdessä heikko viite vauriosta. Alapohjista otettiin kaksi näytettä, joista molemmissa havaittiin viite vauriosta. Alapohjien muovimatoissa havaittiin aistinvaraisesti arvioiden mikrobikasvustoa. Alapohjalaatan alla on todennäköisesti vanhoja rakennusmateriaaleja ja rakenneavauksessa oli havaittavissa mikrobiperäinen haju.

Jäähallin sisäilman suhteellinen kosteus on seurantamittausten perusteella jatkuvasti melko korkea ja liimapuukaariin ja muihin puurakenteisiin on muodostunut näkyvää mikrobikasvustoa. Jäähallin kenttätiloissa oli havaittavissa mikrobiperäistä hajua. Lämpötilat olivat tilojen käyttötarkoituksen huomioiden tavanomaisia, mutta kahvion osalla havaittiin myös melko matalia lämpötiloja. Myös kahvion sisäilman suhteellinen kosteus oli melko korkealla tasolla.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet olivat matalia, mutta myös tilojen käyttäjämäärät ovat tutkimusajan kohtana olleet todennäköisesti melko vähäiset.



8.5 Olosuhdearvioinnin tulos

Rakennuksen olosuhteet ovat luokkaa **D**. Sisäilman laatu ja olosuhteet **poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta**. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti.

Taulukko 13. Pisteytystaulukko

Tarkasteltava osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiveys ja vuotoilma	3 p
Rakennusosien riskitekijät	3 p
Ilmastointijärjestelmä	2 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	3 p
Yhteensä	11 p

Ulkoseinissä ja yläpohjissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita ja alapohjien pinnoitteissa ja tasoitteissa vähintään paikallisia. Yläpohjissa on laajoja kosteusvaurioihin viittaavia jälkiä ja hallissa on aistittavissa mikrobiperäistä hajua. Rakenteet ovat laajalti epätiivitä. Ilmanvaihdon ilmamäärät eivät ole suunnitelmien mukaiset. Ilmanvaihtokanavissa on epäpuhtauksia ja pinnoittamattomia eristeitä löytyi useista kohdista.

Asbestin tai radonin tutkimukset eivät kuuluneet tutkimussisältöön.

8.6 Toimenpide-ehdotukset

Rakennuksessa on suositeltavaa ryhtyä toimenpiteisiin olosuhteiden parantamiseksi. On kuitenkin huomioitava, että mikäli hallin käyttöä jatketaan 1–5 vuotta, rakenteissa on puutteita ja vaurioita, mitkä heikentävät sisäilman laatua ja vaativat laajoja korjauksia. Rakenteiden ja vaurioiden korjaaminen ja sisäilman laadun parantaminen kevyillä korjaustoimenpiteillä on erittäin rajallista.

Huomioiden rakennuksen 1–5 vuoden käyttöikätaavoite, ensisijaisena toimenpiteenä on ilmanvaihdon perusteelliset huoltokorjaukset. Ilmanvaihdossa havaittiin puutteita ja toimivalla ilmanvaihdolla on suuri merkitys koettuun sisäilman laatuun.

Lisäksi suositellaan parantamaan eri rakennusosien välistä ilmatiiveyttä, jotta ilmanvaihtoa saadaan hallitummaksi. Sosiaalitulojen osalta suositellaan myös vaurioituneiden alapohjapinnoitteiden uusimista ja vesikaton kumibitumikermin uusimista, myös kenttien väliseltä osuudelta.

Muutoin sisäilman laadun kannalta lyhyellä aikavälillä toteuttavissa olevia korjaustapoja on vähän. Jos hallin sisäilmasto-olosuhdetta ei saada paremmaksi pääosin ilmanvaihdon toimintaa parantamalla, korjauslaajuus kasvaa lähelle peruskorjauslaajuutta.

Ennen laajempien peruskorjausten toteuttamista on kuitenkin suositeltavaa selvittää, saavutetaanko hallin jatkokäytölle asetettavat tavoitteet parhaiten peruskorjauksella vai purkavalla uusrakentamisella.



9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

Toimenpidesuosituksien on annettu huomioiden tutkimuksen toimeksiannon mukainen 1–5 vuoden käyttöikätaavoite.

- Yläpohjan villojen irronneiden kannatinlautojen kiinnittäminen tai korvaaminen paksummilla laudoilla välittömästi eteläpuoleisella seinälinjalla.
- Luoteisnurkassa olevan sisäänkäynnin katoksen jäykistäminen ja vedenpoiston parantaminen, tai katoksen purkaminen.
- Kaikkien yläpohjan kannatinlautojen tarkastaminen ja tarvittaessa korvaaminen paksummilla laudoilla.
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, jos kartoitusta ei ole vielä tehty.
- Ulkoverhouksen merkittävimpien vaurioiden korjaaminen.
- Vesikaton kumibitumikermin uusiminen sosiaalituloihin, hallien välille ja erityisesti vedeneristeen korjaaminen kattokaivojen ympäriltä.
- Alapohjien muovimattojen uusiminen jäähallin sisäänkäynnin alueelta sekä pukuhuoneiden märkätilojen ovien edustalta.
- Maanpinnan muotoilun parantaminen sadevesikaivojen ympäristössä.
- Maanpinnan ja sokkelin välisen raon puhdistus ja ummistus.
- Suosittelemme teknisen käyttöikänsä lopussa olevien ilmanvaihtokone TK1:n ja erillispoistojen jatkuvaa huoltoa ja seuranta.
- Yleisten tilojen kuten kahvion ja pukuhuoneiden ilmamäärät suositellaan säädettäväksi mahdollisimman pian. Mahdollisesti ylipaineiseksi.
- Ennen ilmanvaihdon säätötoimenpiteitä tulisi kaikki esillä olevat eristeet pinnoittaa tai uusia sekä pyrkiä tiivistämään mahdollisuuksien mukaan kaikki ilmapuotokohdat eri alueiden välillä asiaan kuuluvilla materiaaleilla.
- Jäähallin kenttien puolen ilmamäärät suosittelemme säädettäväksi ylipaineiseksi.
- Pukuhuone 9:n molempiin päihin suosittelemme vähintään asentamaan korvausilmaventtiilit.

10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 26.6.2023

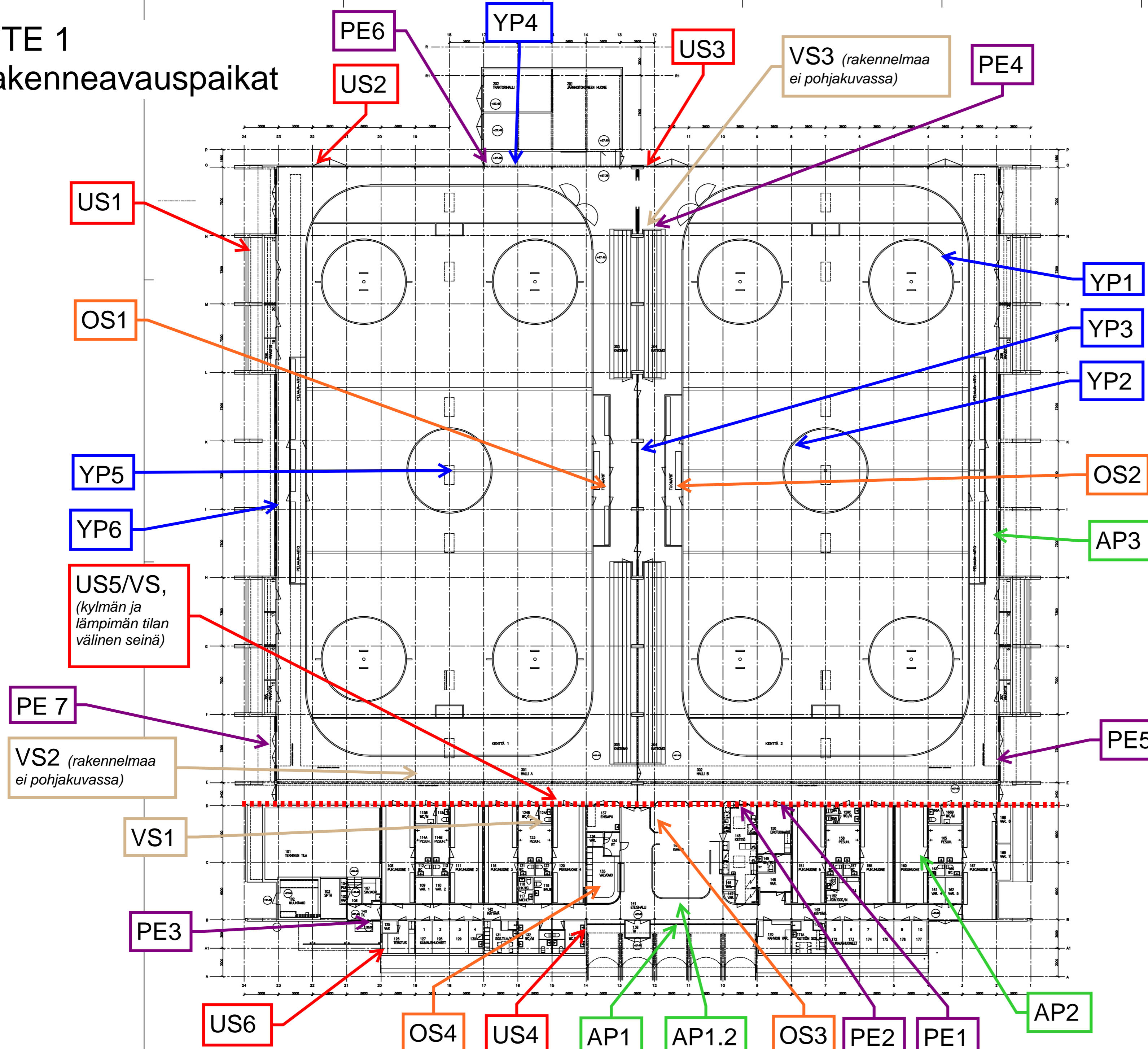
Raportin tarkastanut:

Martti Perikangas
asiantuntija
Ins. (AMK), RI (AMK), RTA
C-27139-26-22

Michael Nyby
IV-asiantuntija

Sami Kallio
RI (AMK), RTA
C-23979-26-18

LIITE 1 Rakenneavauspaikat



IMPIVAARAN JÄÄHALLI		IMPIVAARAN JÄÄHALLI	
Projekti: MARRASKU 115	POHJA	Projekti: MARRASKU 115	POHJA
1/100	1/100	1/100	1/100
TURUN KAUPUNKI	ARK	TURUN KAUPUNKI	ARK
Arkkitehti: ARK	Arkkitehti: ARK	Arkkitehti: ARK	Arkkitehti: ARK
Arkkitehti: ARK	Arkkitehti: ARK	Arkkitehti: ARK	Arkkitehti: ARK

Testausseoste, MIK10608Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
Kiwalab, 15.6.2023

Tilaja:	Turun kaupunki
Yhteyshenkilö:	Martti Perikangas, Kiwa Inspecta
Kohde:	Impivaaran jäähalli
Työmääräin:	WO-00976889
Näytteenottaja:	Martti Perikangas, Stefanos Liappas
Näytteenottopäivä:	30.-31.5.2023
Näytteet vastaanotettu:	2.6.2023
Analysointi aloitettu:	2.6.2023

Tutkimusmenetelmä:

Materiaalinäyte analysoidaan asumisterveysasetuksen mukaisen ohjeistuksen viljelymenetelmällä, jossa materiaalia siirretään suoraan näytealustalle. Näytealustat pidetään +25 ± 3°C:ssa 7-14 vrk ajan, ja mikrobit tunnistetaan pesäkeulkonäön ja valomikroskoopissa havaittujen rakenteiden perusteella. Mikrobimäärät ilmoitetaan muodossa pmy (cfu)/ malja, joka tarkoittaa pesäkkeen muodostavia yksiköitä maljalla. Tulkinta pohjautuu Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaiseen tarkasteluun toimenpiderajan ylittymisestä. Tulkinnassa huomioidaan menetelmän laajennettu mittauserävarmuus 95 % luottamustasolla. Toimenpiderajan alittavat, suoramikroskopointiin soveltuvat näytteet tarkastetaan erikseen kuolleen tai kuivuneen kasvuston havaitsemiseksi. Asiakas vastaa näytteenotosta. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näytealustat:

Homeet Hagem (Hagem-agar) / 2 % Mallasuute (M2-agar) / Dikloraani-glyseroli-18 (DG18-agar)
Bakteerit Tryptoni-hiivauute-glukoosi (THG-agar)

Tulos ilmoitetaan suhteellisella asteikolla.

- ei kasvua

+ niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta

++ kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta

+++ runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta

++++ erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tulkinta
1	Mineraalivilla	Ulkoseinä, US1	jäähalli	Viite vauriosta
2	Mineraalivilla	Ulkoseinä, US2	jäähalli	Viite vauriosta
3	Mineraalivilla	Ulkoseinä, US3	jäähalli	Viite vauriosta
4	Mineraalivilla	Ulkoseinä, US4	Aula/WC	Viite vauriosta
5	Mineraalivilla	Ulkoseinä, US5	sos.tila/jäähalli	Ei viitettä vauriosta
6	Mineraalivilla	Ulkoseinä, US6	huoltotila	Viite vauriosta
7	Muovimatto, liima, tasoite	Alapohja, AP1	141	Viite vauriosta
8	Muovimatto, liima, tasoite	Alapohja, AP2	160	Viite vauriosta

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Professorintie 9, 90440 Kempele
Perintötie 8 C 4, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
00581 Helsinki
www.kiwa.com/fin

Y-tunnus

1787853-0

**Kiwalab**



9	Mineraalivilla	VS2	Valmentajan tila	Heikko viite vauriosta ¹⁾
10	Mineraalivilla	YP1	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
11	Mineraalivilla	YP1	jäähalli, yläpinta	Viite vauriosta
12	Mineraalivilla	YP2	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
13	Mineraalivilla	YP2	jäähalli, yläpinta	Viite vauriosta
14	Mineraalivilla	YP3	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
15	Mineraalivilla	YP3	jäähalli, yläpinta	Heikko viite vauriosta ¹⁾
16	Mineraalivilla	YP4	jäähalli	Viite vauriosta
17	Mineraalivilla	YP5	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
18	Mineraalivilla	YP5	jäähalli, yläpinta	Viite vauriosta
19	Mineraalivilla	YP6	jäähalli, alapinta	Viite vauriosta
20	Mineraalivilla	VS3	kuntosali	Ei viitettä vauriosta
Lisätiedot:				
1) Keskimääräinen viljelytulos ja/tai mittausepävarmuuden aiheuttama vaihteluvälin alaraja jää toimenpiderajan alle.				

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Testausseloste, MIK10608Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
Kiwalab, 15.6.2023**Tulokset:**

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
1	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä ++ muut bakteerit ++ <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
2	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä +++ muut bakteerit +++ <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
3	Yhteensä +++ A. niger° + Cladosporium + Penicillium +++ muut sienet +	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++ muut sienet +	Yhteensä +++ Cladosporium + Mucor° + Penicillium ++	Yhteensä +++ aktinobakteerit* 52 +++ muut bakteerit +++ <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
4	Yhteensä +++ Chaetomium* 3 + Penicillium +++ vaaleat hiivat +	Yhteensä +++ Chaetomium* 1 + Penicillium ++ vaaleat hiivat + muut sienet +	Yhteensä +++ Cladosporium ++ Penicillium ++	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
5	Yhteensä + Aureobasidium° + Penicillium +	Yhteensä + Alternaria +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
6	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++ Trichoderma* 2 + vaaleat hiivat +	Yhteensä +++ Aureobasidium° + Cladosporium + Penicillium +++ vaaleat hiivat +	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++ vaaleat hiivat +	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
7	Yhteensä ++++ Tritirachium* ++++	Yhteensä ++++ Tritirachium* ++++	Yhteensä ++++ Tritirachium* ++++	Yhteensä +++ muut bakteerit +++ <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
8	Yhteensä ++ Stachybotrys* 20 ++	Yhteensä +++ A. versicolor* 61 +++ Stachybotrys* 26 ++	Yhteensä ++++ A. versicolor* ++++	Yhteensä - <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin,
(-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.
Suoramikroskoipointulos on esitetty *kursiivilla* tulostaulukon viimeisessä sarakkeessa.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

KiwalabProfessorintie 9, 90440 Kempele
Perintötie 8 C 4, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com**Inspecta Oy**PL1000
00581 Helsinki
www.kiwa.com/fi**Y-tunnus**

1787853-0

**Kiwalab**

Testausseoste, MIK10608Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
Kiwalab, 15.6.2023

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
9	Yhteensä +++ A. niger° + Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä +++ A. fumigatus* 1 + Cladosporium + Penicillium +++ muut sienet +	Yhteensä ++ A. fumigatus* 1 + A. versicolor* 1 + Cladosporium + Penicillium ++ Ulocladium* 1 +	Yhteensä ++ muut bakteerit ++ <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
10	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium ++ Penicillium +++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
11	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
12	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
13	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium ++ Penicillium +++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
14	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
15	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä ++ Aureobasidium° + Penicillium ++	Yhteensä ++ Cladosporium + Penicillium ++	Yhteensä - <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
16	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++ muut bakteerit ++ <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
17	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>

määrittäjäraja 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobien merkitys toistaiseksi avoin,
(-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.
Suoramikroskoipointitulos on esitetty *kursiivilla* tulostaulukon viimeisessä sarakkeessa.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab
Professorintie 9, 90440 Kempele
Perintötie 8 C 4, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy
PL1000
00581 Helsinki
www.kiwa.com/fi

Y-tunnus
1787853-0



Testausseloste, MIK10608Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
Kiwalab, 15.6.2023

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
18	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä +++ Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium ++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
19	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä +++ Cladosporium + Penicillium +++	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
20	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>

määrittäjä 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin,
(-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200
pmy/näytealusta, (+++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.
Suoramikroskopointitulos on esitetty *kursiivilla* tulostaulukon viimeisessä sarakkeessa.

Minna Lilja
Asiantuntija, FM
Kiwalab Kempele

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Professorintie 9, 90440 Kempele
Perintötie 8 C 4, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
00581 Helsinki
www.kiwa.com/fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

Testausseloste, MIK10608

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
Kiwalab, 15.6.2023

LIITE: Materiaalinäytetulosten arviointi**1. TULOSTEN TULKINTA**

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelymenetelmällä havaittavat sienten tai aktinobakteerien pesäkemäärät – mittausepävarmuuden alarajalla – ylittävät niitä vastaavan toimenpiderajan 50 pmy. Tulos viittaa tällöin toimenpiderajan ylittymiseen johtuen rakennusmateriaalissa olevasta kosteus- ja mikrobivauriosta.^[1] Suoraviljelymenetelmä ja analyysin mittausepävarmuuden esittäminen toimenpiderajan ylittymisen arvioinnin tukena on luonteeltaan suuntaa antava. Suoramikroskopioimalla varmennettu vähäinen tai runsas sienirihmasto voi viitata vaurioon johtuen kuolleesta tai kuivuneesta kasvustosta.^[1-2]

Suoraviljelyn rajatapaukset, missä keskimääräinen tulos ja/tai mittausepävarmuuden alaraja jää alle sienikasvustoa ilmaisevan toimenpiderajan (viite vauriosta), ilmoitetaan *heikkona viitteenä* vauriosta - edellyttäen näytteenottajan kokonaistarkastelua johtopäätösten suhteen. Viljelyn tulos ilmaisee *heikkoa viitettä* kosteus- ja mikrobivauriosta myös, jos sieniä on kohtalaisesti (++) tai niukasti (+) mutta lajistossa on useita (≥ 6 pmy) kosteusvaurioindikaattoreita millä tahansa viljelyistä alustoista (mittausepävarmuus huomioon ottaen); kuitenkin siten, että yksittäisten pesäkkeiden esiintyminen ei riitä. Kosteusvauriota indikoivat lajit on eritelty Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa.^[1] Suoramikroskopoinnin tuloksena havaittu sienirihmaston esiintyminen eri kohdissa näytettä tulkitaan soveltamisohjeen mukaisesti *heikoksi viitteeksi* vauriosta. Edellä mainituissa tapauksissa näytteenottajan tulee erikseen arvioida toimenpiderajan ylittyminen mm. pois sulkemalla näytteenottokohdan muut mikrobilähteet. Yksinomaan erittäin korkean bakteeripitoisuuden (+++++) perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta - tulos voi johtua myös materiaalin likaisuudesta.^[1-2]

2. TIETOA MIKROBIKASVUSTOISTA JA SUORAMIKROSKOPOINNISTA

Mikrobikasvustot ovat yleensä epätasaisesti jakautuneita, joten yksittäinen näyte antaa tiedon vain kyseisen näytteenottokohdan mikrobimäärästä ja -lajistosta. Näytetuloksesta ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin. Tulosten merkitys sisäilmaongelmien kannalta arvioituna riippuu tiloissa vietettävästä ajasta, ilmanvaihdon toimivuudesta, vaurioituneen pinta-alan laajuudesta sekä siitä, missä määrin mikrobien itiöt ja niiden aineenvaihduntatuotteet kulkeutuvat sisäilmaan rakenteiden kautta.

Usean eri indikaattorimikrobin esiintyminen näytteessä pieninä pitoisuuksina voi viitata vanhaan kuivuneeseen kasvustoon tai itiöiden kertymiseen materiaalin pinnalle ajan myötä. Jos viljelytulos jää alle toimenpiderajan, näytepinta suoramikroskopoidaan kuolleen tai kuivuneen kasvuston havaitsemiseksi. Suoramikroskopointi voidaan tehdä luotettavasti vain tiivispintaisista materiaaleista - huokoinen, jauheinen tai rakeinen materiaali ei sovellu suoramikroskopointiin. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksissa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia mikrobeja, mikä tulee huomioida tulosten merkitystä arvioitaessa.^[1-2]

3. VIITTEET

- [1] Valvira, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, ohje 8/2016 (päivitetty 19.2.2020). Saatavissa: <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>
- [2] Pessi A-M. ja Jalkanen K. (2018) Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. ISBN 978-952-9637-61-4.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Professorintie 9, 00440 Kempele
Perintötie 8 C 4, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
00581 Helsinki
www.kiwa.com/fi

Y-tunnus

1787853-0

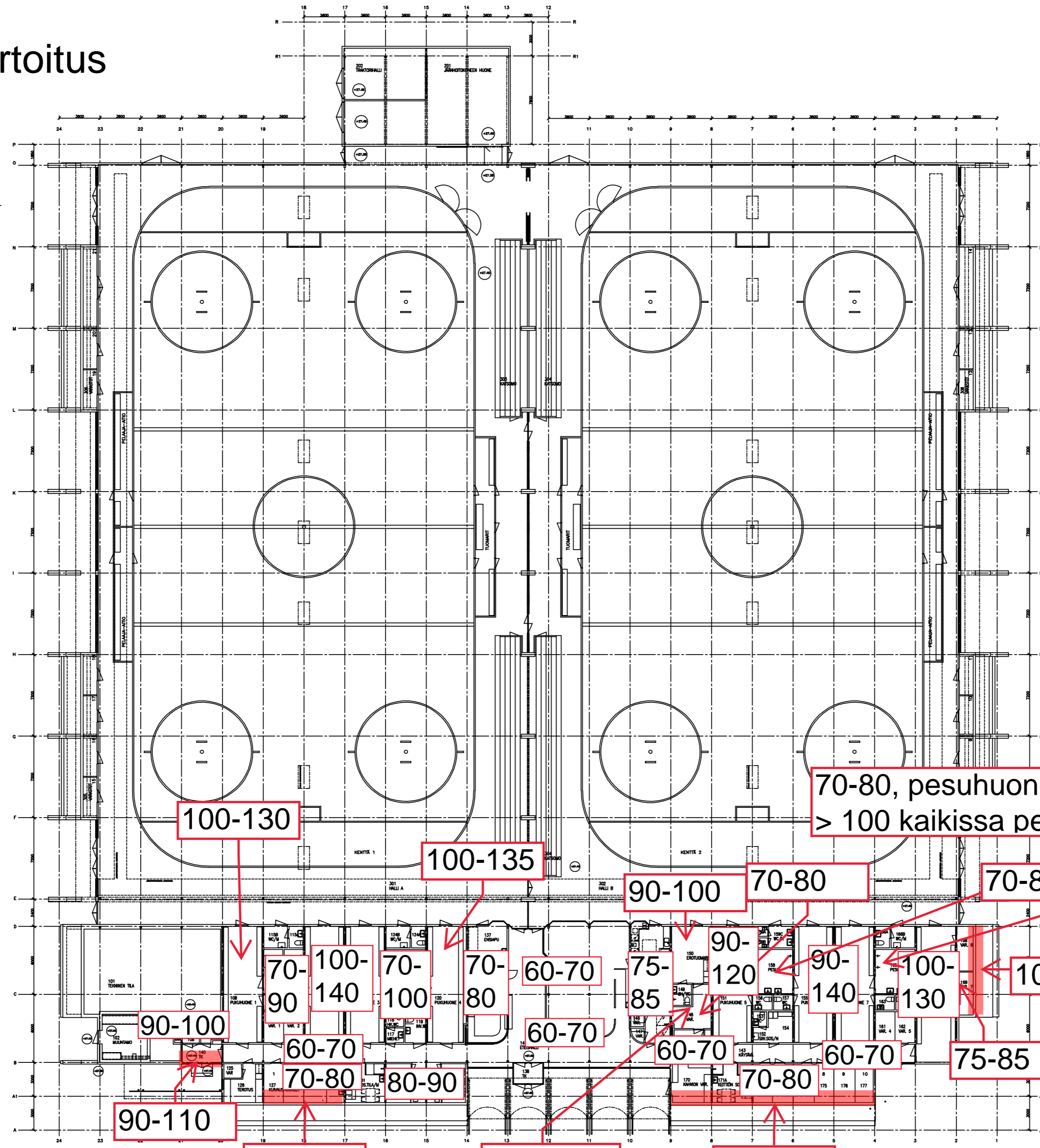


Kiwalab

LIITE 3 Pintakosteuskartoitus



Kiwa Inspecta



70-80, pesuhuoneiden seinien alaosassa
> 100 kaikissa pesuhuoneissa

100-130

100-135

90-100

70-80

70-80

70-90

100-140

70-100

70-80

60-70

75-85

90-120

90-140

100-130

100-110

90-100

60-70

70-80

80-90

60-70

60-70

60-70

75-85

90-110

100-110

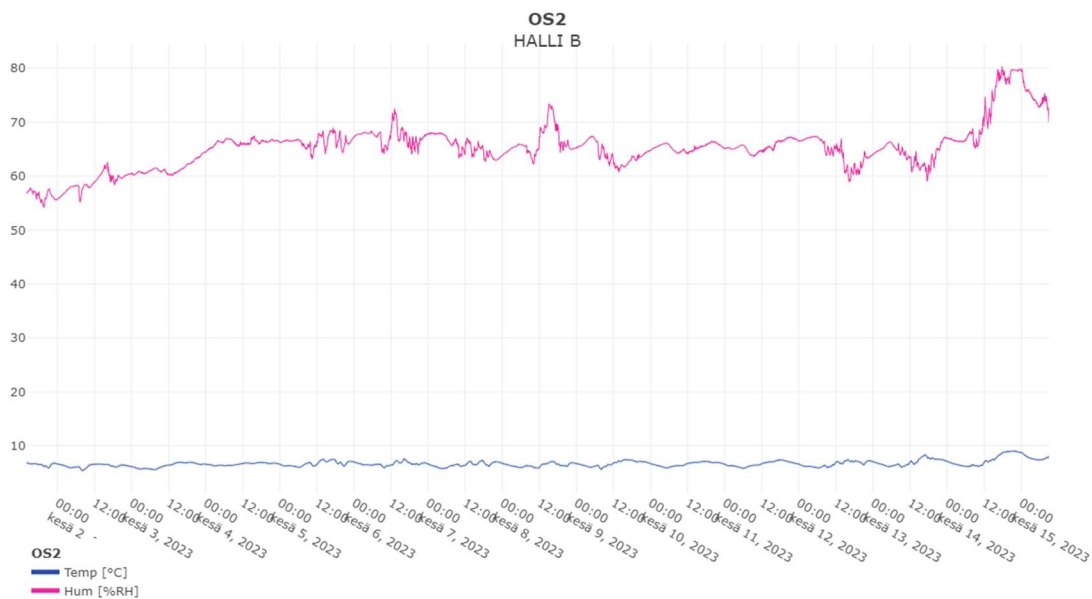
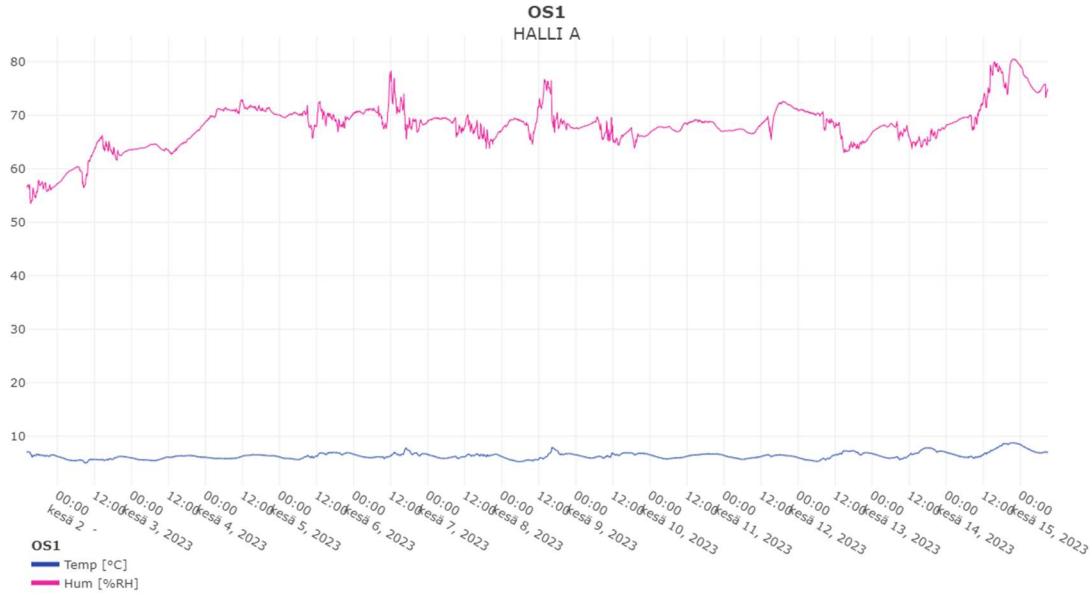
Kulmassa
100-110

100-110

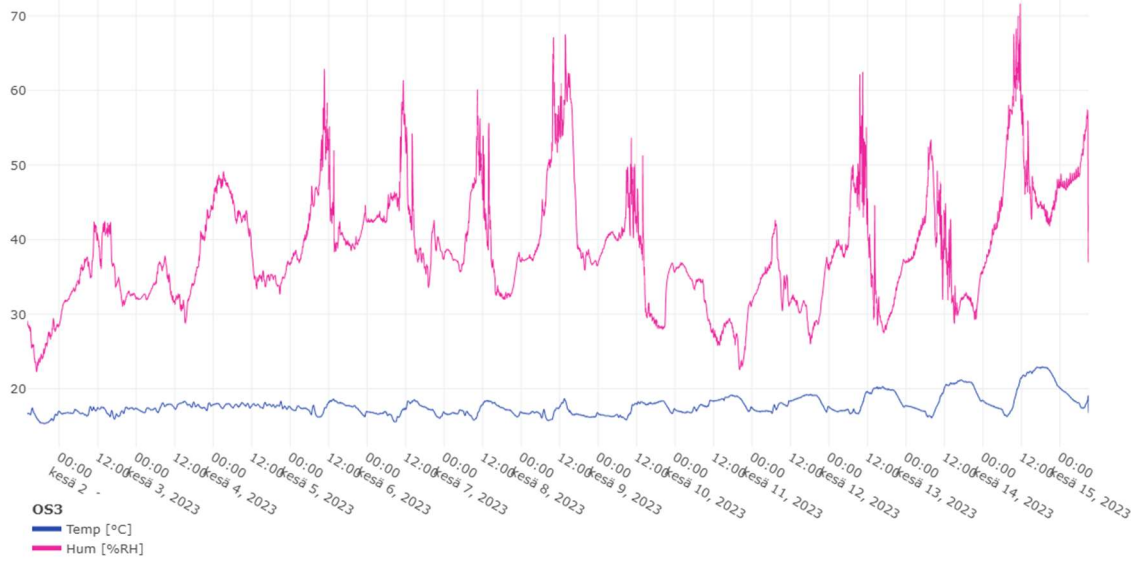
IMPIVAARAN JÄÄHALLI	
Projekti: MARRASKU 115	POHJA
1/100	ARK
TURUN KAUPUNKI	ARK
14.17.3.2000	14.17.3.2000

IMPIVAARAN JÄÄHALLI	
Projekti: MARRASKU 115	POHJA
1/100	ARK
TURUN KAUPUNKI	ARK
14.17.3.2000	14.17.3.2000

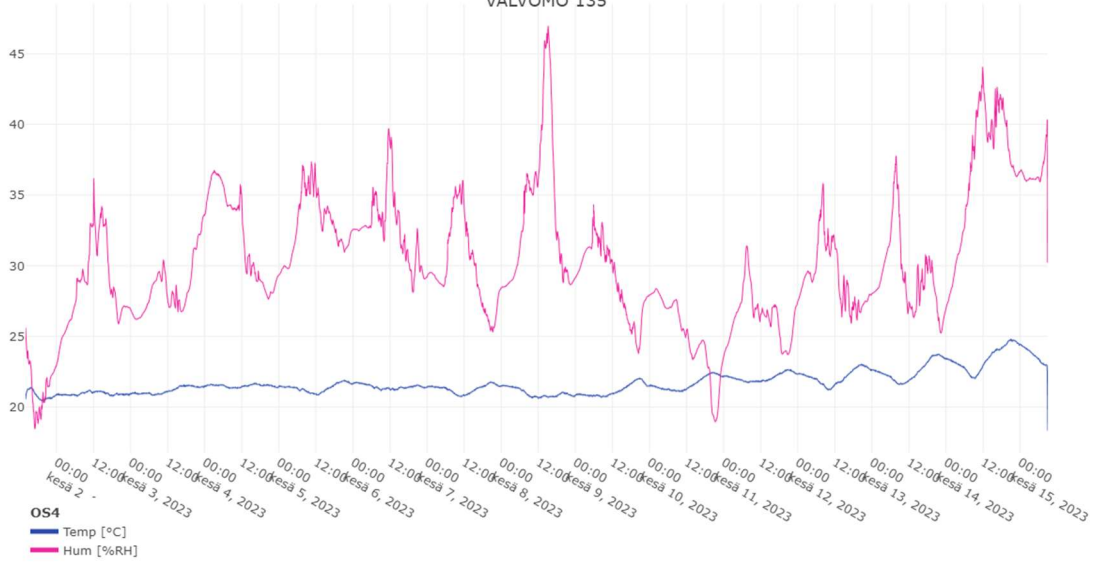
Lämpötila ja suhteellinen kosteus



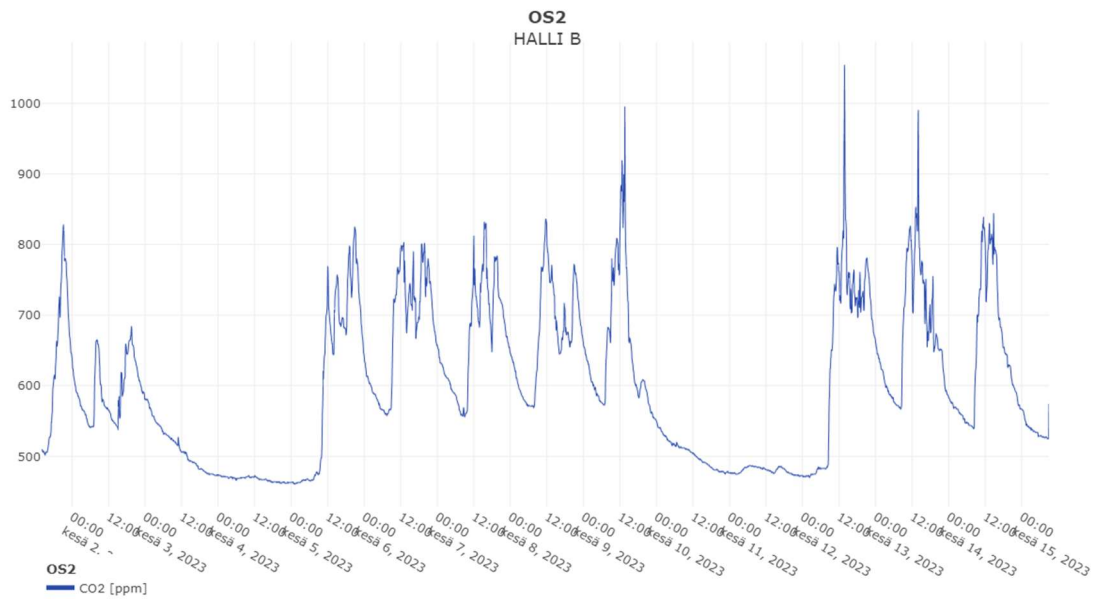
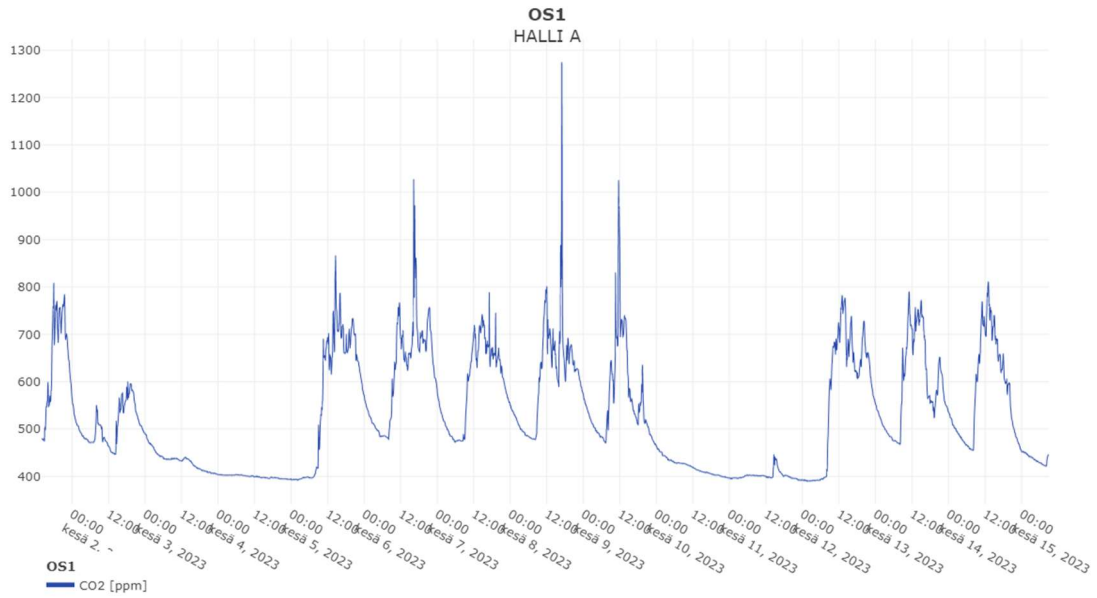
OS3
KAHVIO 144

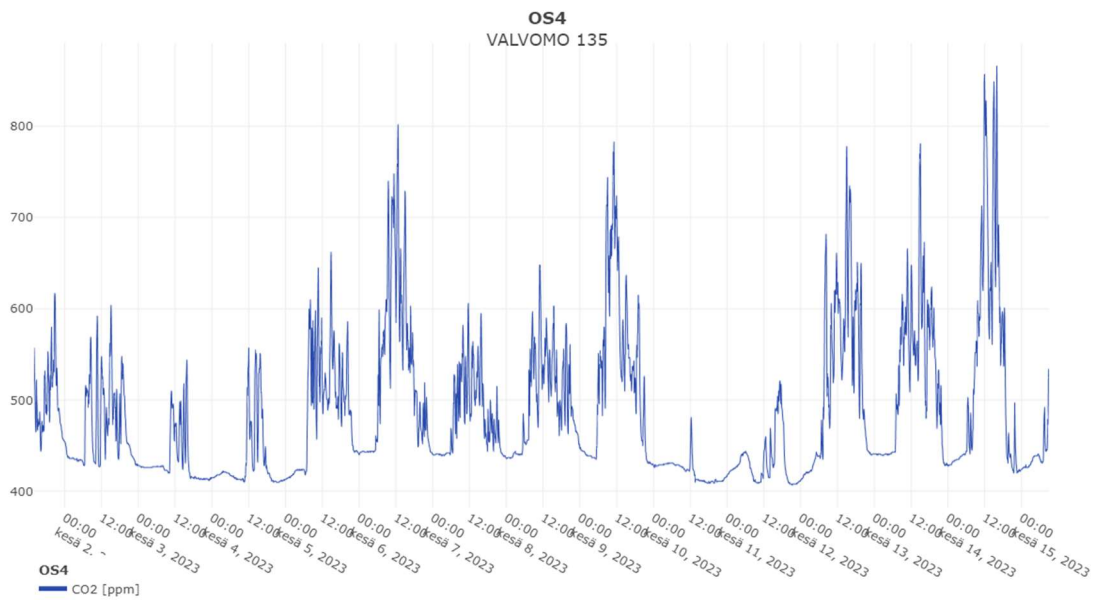
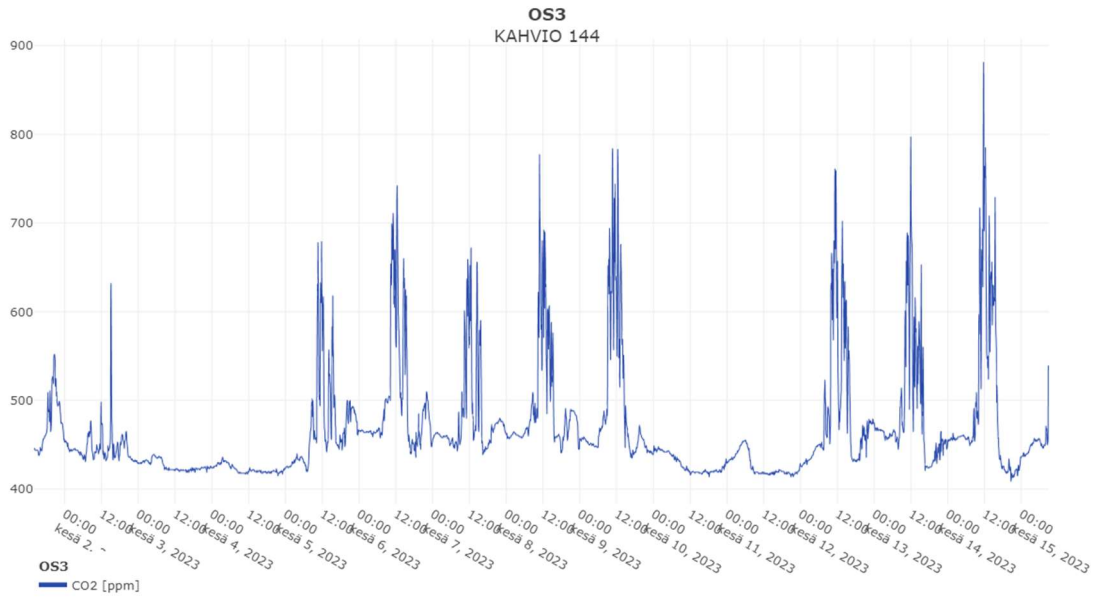


OS4
VALVOMO 135

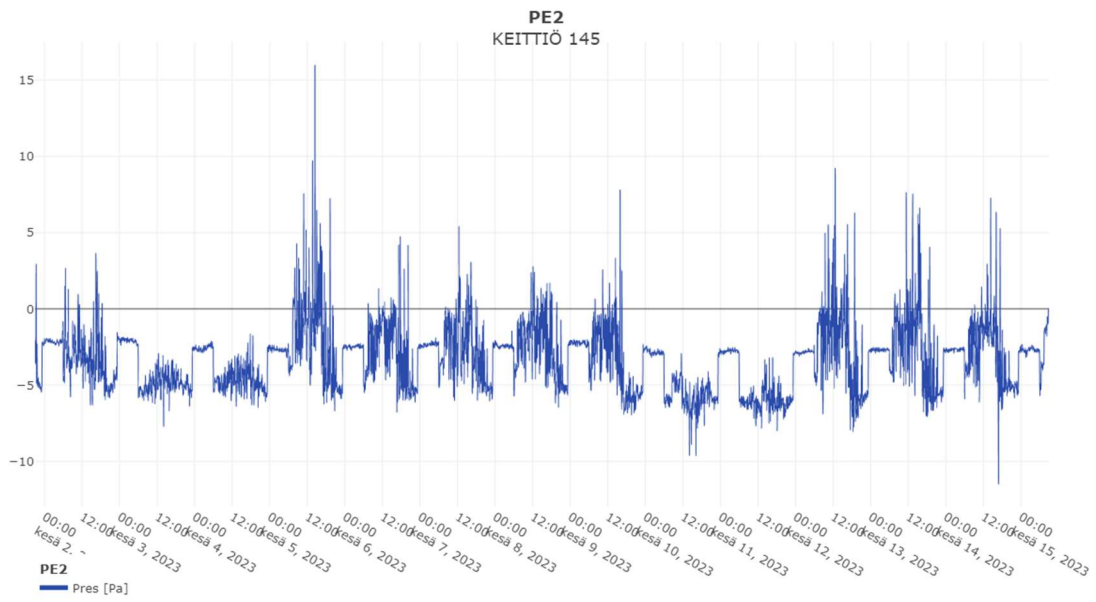
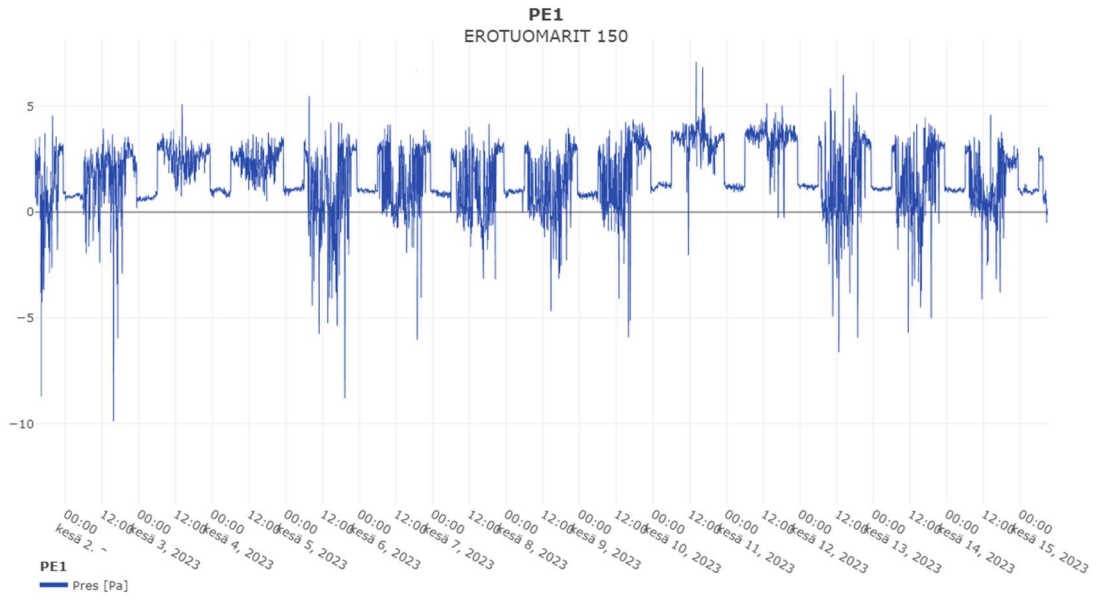


Hiilidioksidi

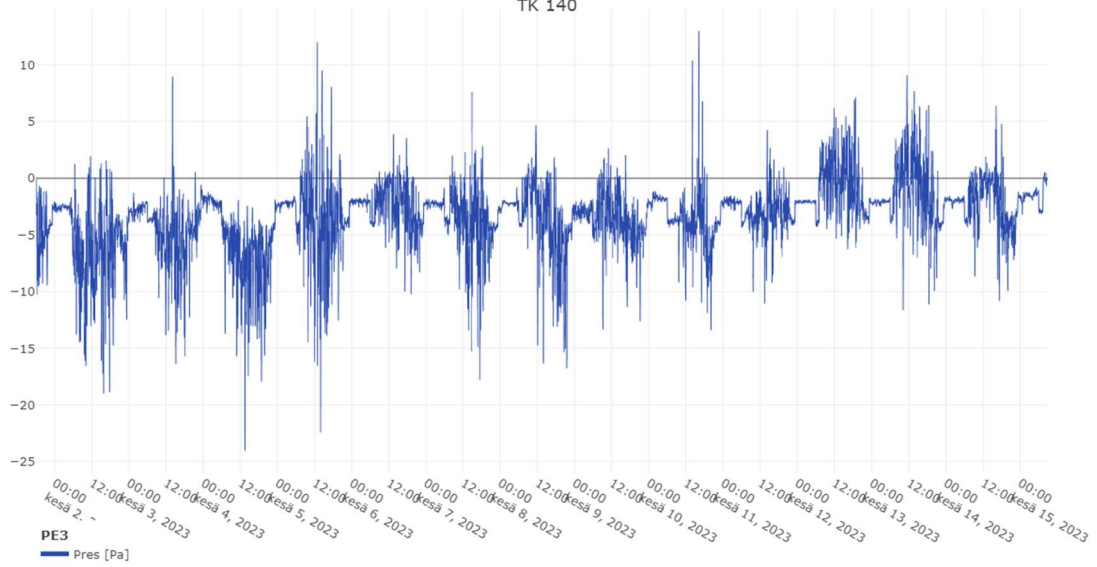




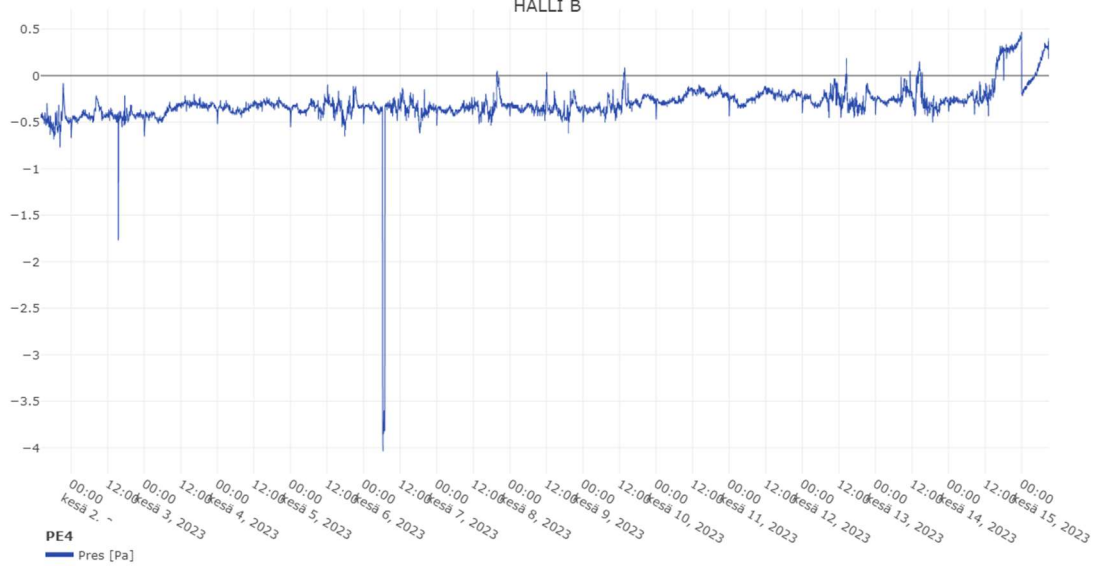
Paine-erot



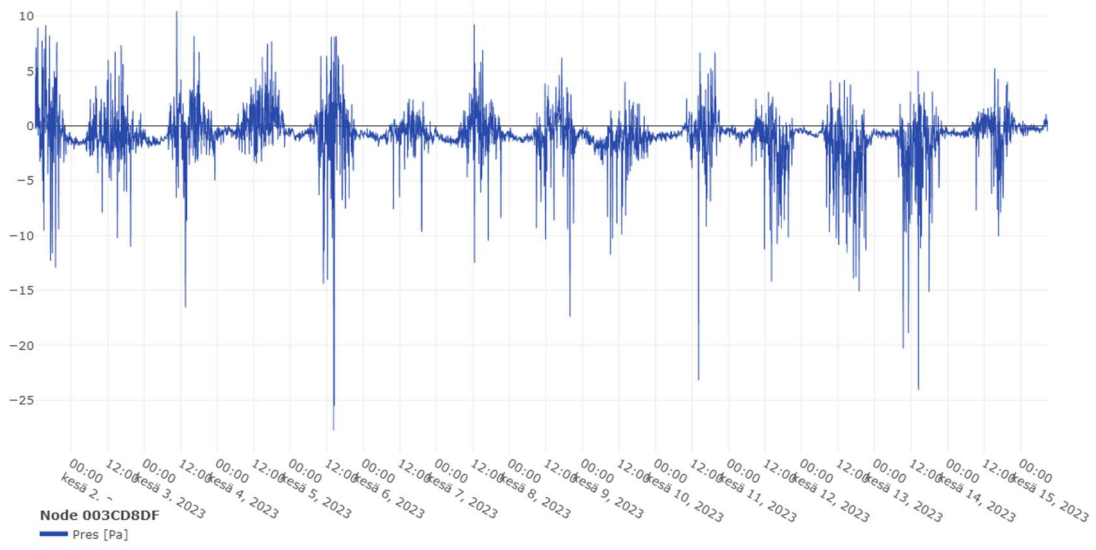
PE3
TK 140



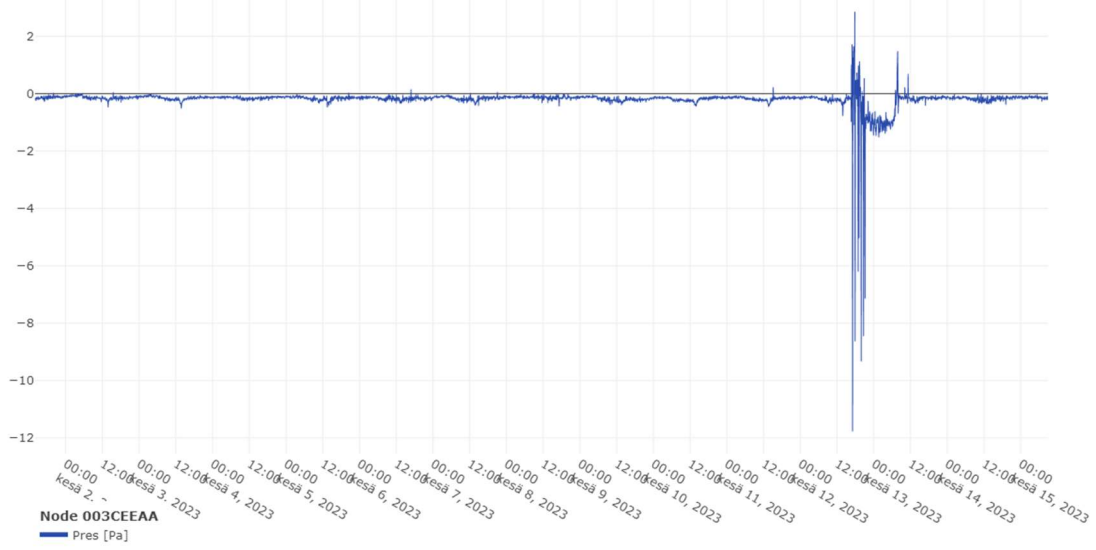
PE4
HALLI B



PE5
HALLI B



PE6
HALLI A



PE7
HALLI A

