

1

Tutkimusselostus

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Pyhäjoen kirjasto

Ruukintie, 86100 Pyhäjoki

5.6.2025

Inspector Sec Oy



Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5

Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä kosteus- ja sisäilmatekninen sekä ilmanvaihdon kuntotutkimus Pyhäjoen kirjastoon. Tehtävänä oli löytää syyt koettuihin sisäilmahaittoihin.

Haastatteluiden perusteella työntekijöiden kokema rakennukseen liittyvä oireilu oli lievää, mutta sitä oli yli puolella henkilökunnasta.

Tutkimuksessa löydettiin useita syitä koetuille oireille: ulkoseinien mikrobivauriot, alapohjasta tulevat mikrobiperäiset hajut muutamassa kohtaa, ilmanvaihdon kuituhaitta, pölyisyyteen liittyvä haitta ja ilmanvaihdon toimintaan liittyvät asiat.

Rakennus on rakennettu 1990 ja rakenteet ja tekniikka ovat kohtalaisen hyvässä kunnossa. Poikkeamia kuitenkin on.

Ulkoalueilla haasteita tuovat rakennusta päin laskeva kallioperä sekä riittämätön vedenpoistojärjestelmä. Pohjoisen suunnasta tulevat valumavedet pääsevät oletettavasti rakennuksen alle. Suosituksena on varmistaa, ettei vettä pääse rakennuksen alle.

Alapohjalaatta on lähtenyt painumaan ja se on murtunut joistakin reunoistaan. Lisäksi kapillaarista kosteuden nousua havaittiin tiiliväliseinien juurissa, minkä vuoksi kantavien seinien juurissa ja lattialuukuissa esiintyy paikoin mikrobiperäistä hajua. Lattiapinnoitteen tekninen käyttöikä alkaa olla lopussa. Lattiapinnoitteen vaihdon yhteydessä alapohjaan kannattaa tehdä tarvittavat korjaukset ja tiivistykset.

Ulkoseinien eristeet olivat vaurioituneet 80 %:ssa avauksista. Villat olivat kuitenkin kuivia, joten seinärakenteissa ei ole etenevää haittaa. Eristeistä voi tulla haittaa sisäilmaan alipaineisissa olosuhteissa. Suosituksena on korjata ulkoseinän sisäkuori tiiviiksi.

Vesikatto on alkuperäinen. Kattopellityksessä on ongelmana irtoava muovieriste, mikä asettaa vaatimuksen vuosittaisille huolloille. Mikäli huoltoja ei tehdä, korrosio iskee kattoon nopeasti. Katteen alta puuttuivat aluskatteet, minkä vuoksi yläpohjaan tippuu ajoittain kondensioveettä. Tästä huolimatta yläpohjan eristeet olivat kunnossa kaikissa neljässä avauspaikassa.

Ilmanvaihdossa on kuitulähteitä, joista irtoavat kuidut päätyvät huonetiloihin. Kuidut voivat aiheuttaa limakalvo-, ääni-, iho- ja silmäoireita sekä kuivan ilman tuntua. Kuitulähteet on syytä poistaa tai pinnoittaa ja tehdä tiloihin kuitusiivoukset.

Ilmanvaihdossa oli huoltotarvetta, mm. poistopuhallin on kiireellisessä vaihtokunnossa. Kanavat kaipaavat nuohousta ja ilmamäärien säätöä. Ilmanvaihdossa havaittiin värähtelyä, mikä olisi syytä saada pois. Ilmamäärät olivat kuitenkin riittäviä pl. kabinetti, johon ei tällä hetkellä tule lainkaan tuloilmaa. Asia on ratkaistavissa esim. riittävän kapasiteetin omaavalla tilakohtaisella tuloilmalaitteella/-koneella.

1 Sisällys

2	Yleistiedot	5
3	Kohteen yleiskuvaus	6
4	Lähtötiedot	6
5	Tutkimusvälineet ja –menetelmät.....	6
6	Ulkoalueet	7
6.1	Havainnot ja mittaustulokset.....	7
6.2	Johtopäätökset.....	8
6.3	Toimenpide-ehdotukset.....	8
7	Alapohja.....	9
7.1	Rakenne.....	9
7.2	Havainnot ja mittaustulokset.....	10
7.3	Johtopäätökset.....	14
7.4	Toimenpide-ehdotukset.....	14
8	Ulkoseinät ja ikkunat	15
8.1	Ulkoseinän rakenne.....	15
8.2	Havainnot ja mittaustulokset.....	16
8.3	Johtopäätökset.....	20
8.4	Toimenpide-ehdotukset.....	20
9	Yläpohja ja vesikatto.....	21
9.1	Yläpohjan rakenne	21
9.2	Havainnot ja mittaustulokset.....	22
9.3	Johtopäätökset.....	27
9.4	Toimenpide-ehdotukset.....	28
10	Välipohjat	28
10.1	Rakenteet.....	28
10.2	Havainnot ja mittaustulokset.....	28

10.3	Johtopäätökset.....	28
10.4	Toimenpide-ehdotukset.....	28
11	Väliseinät	29
11.1	Rakenteet.....	29
11.2	Havainnot ja mittaustulokset.....	29
11.3	Johtopäätökset.....	30
11.4	Toimenpide-ehdotukset.....	30
12	Ilmanvaihto.....	31
12.1	Ilmanvaihtojärjestely.....	31
12.2	Havainnot ja mittaustulokset.....	32
12.3	Johtopäätökset.....	39
12.4	Toimenpide-ehdotukset.....	40
13	Sisäilma.....	40
13.1	Havainnot ja mittaustulokset.....	40
13.2	Johtopäätökset.....	43
13.3	toimenpide-ehdotukset	43
14	Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista.....	44
15	Allekirjoitus.....	45

2 Yleistiedot

Kohde	Pyhäjoen kirjasto Ruukintie, 86100 Pyhäjoki
Tilaaaja	Pyhäjoen kunta
Yhteyshenkilöt	Pekka Pelttari, kiinteistöpäällikkö
Tutkimuspäivät	kartoituskäynti 29.4.2025, kuntotutkimukset 2.5. ja 6.5.2025
Työn tarkoitus	kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
Tutkimuksen tekijä	Mikko Salin Tutkimuspalvelujohtaja, FT Työterveyshuollon asiantuntija Rakennusterveysasiantuntija RTA C-25535-26-20 Inspector Sec Oy 0458662929 mikko.salin@isec.fi
Ulkoilman olosuhteet	2.5.2025 lämpötila +2...+12 °C, tuulen nopeus 7...12 m/s 6.5.2025 lämpötila -1...+1 °C, tuulen nopeus 5...8 m/s

3 Kohteen yleiskuvaus

Kirjasto sijaitsee Pyhäjoen pohjois- ja etelähaaran välisellä alueella. Alueella kallioperä on paikoin näkyvässä ja pintamaan paksuus on Maankamara-palvelun mukaan 0-1 metriä.

Rakennus on rakennettu vuonna 1990. Rakennus on 1-kerroksinen ja monimuotoinen. Kerrosala on 602 m² ja huoneistoala 525 m². Alapohja on alapäin eristetty maanvarainen betonilaatta. Ulkoseinät ovat pääosin tiili-villa-tiili -rakenteisia. Yläpohja on puurunkoinen. Vesikatto on muovipinnoitteinen peltikatto. Monimuotoisuuden vuoksi katot ovat monessa eri korkeudessa olevia pulpetti- ja harjakattoja.

Ilmanvaihto on järjestetty pyöriväkennoisella tulo-poisto -koneella. Kohteeseen on vaihdettu lämmitysmuodoksi kaukolämpö. Lämmönjako on toteutettu pattereilla. Sähkökeskus on pääosin alkuperäinen, osin laajennettu.

Kohteessa on koettu sisäilmahaittoja.

4 Lähtötiedot

- Rakennuspiirustukset

5 Tutkimusvälineet ja –menetelmät

Kiviaineisten rakenteiden kosteutta tutkittiin Gannin pintakosteudenosoittimella. Sen lukupää on Hydromette UNI 1 ja mittapää LB 71. Pintakosteudenosoittimen näyttämä vaihtelee välillä 0-180. Laitteella ei voida todentaa rakenteessa olevaa kosteutta ja se on tarkoitettu kartoitusvaiheen apuvälineeksi. Tuloksia tulkitaan laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

Viiltokosteusmittauksilla tutkittiin lattiapäällysteen alla olevaa suhteellista kosteutta ja lämpötilaa. Laitteina käytettiin Gann RH-T 37 BL -mittapäättä ja Gann Hydromette Uni 10 -lukulaitetta. Viiltokosteusmittausten tuloksia tulkitaan lattiapäällystemateriaalien valmistajien ohjeiden mukaan.

Betonin suhteellinen kosteus mitattiin porareikämenetelmällä. Mittauksissa käytettiin Gannin RHT 37 BL -kosteusanturia ja lukupäänä oli Hydromette BL UNI 10. Laite mittaa suhteellisen kosteuden, lämpötilan ja kastepisteen. Mittaus suoritettiin RT 14-10984 -kortin mukaan.

Piikkimittauksilla tutkittiin alajuoksujen painokosteutta. Laitteina käytettiin Gann M18 -piikkimittaria ja Gann Uni 2 -lukulaitetta. Tuloksia tulkittiin laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

Materiaalimikrobinäytteet analysoitiin Ruokaviraston hyväksymässä asumisterveystutkimuksia tekevässä laboratoriossa. Näytteenotossa noudatettiin Valviran laatimaa näytteenotto-ohjeistuksen periaatteita. Tuloksia tulkittiin Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osan IV mukaan.

Materiaali-VOC -näytteet analysoitiin Ruokaviraston hyväksymässä asumisterveystutkimuksia tekevässä laboratoriossa. Tuloksia tulkittiin Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osan III mukaan.

Rakenteiden ilmatiivyyttä kartoitettiin Flir TG165 -lämpökameralla, jonka resoluutio on 80x60 pikseliä ja lämpötila-alue -25...+380 °C. Laite on tarkoitettu nopeisiin kartoituksiin, eikä se vastaa RT-kortin 14-11239 (2016) vaatimuksia. Tuloksia tulkittiin laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5

Hetkellisiä paine-eroja rakenteiden yli mitattiin Testo 512 paine-eromittarilla. Mittaukset ovat suuntaa antavia mittauksia. Niiden avulla selvitetään paine-erojen suuruusluokkia.

Sisäilman olosuhteita mitattiin pitkäaikaisesti Inspector Sec Oy:n tallentavalla ISEC-sisäilmaloggerilla. Loggeri mittaa paine-eroa sekä sisäilman lämpötilaa, kosteutta ja hiilidioksidia. Loggerin avulla voidaan osoittaa paine-ero sisäilman ja mahdollisen epäpuhtauslähteen välillä. Tämä auttaa arvioimaan epäpuhtauden kulkeutumista sisäilmaan. Paine-eroihin liittyvät toimenpidesuositukset määräytyvät rakennusvuoden, rakennuksen tiivyyden ja rakenteiden vaurioiden perusteella. Uusien rakennusten paine-eroa tulkitaan opastavan tekstin pohjalta, joka liittyy Ympäristöministeriön asetukseen uuden rakennuksen sisäilmasta ja ilmanvaihdosta (<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/8-ss-ilmanvaihto>).

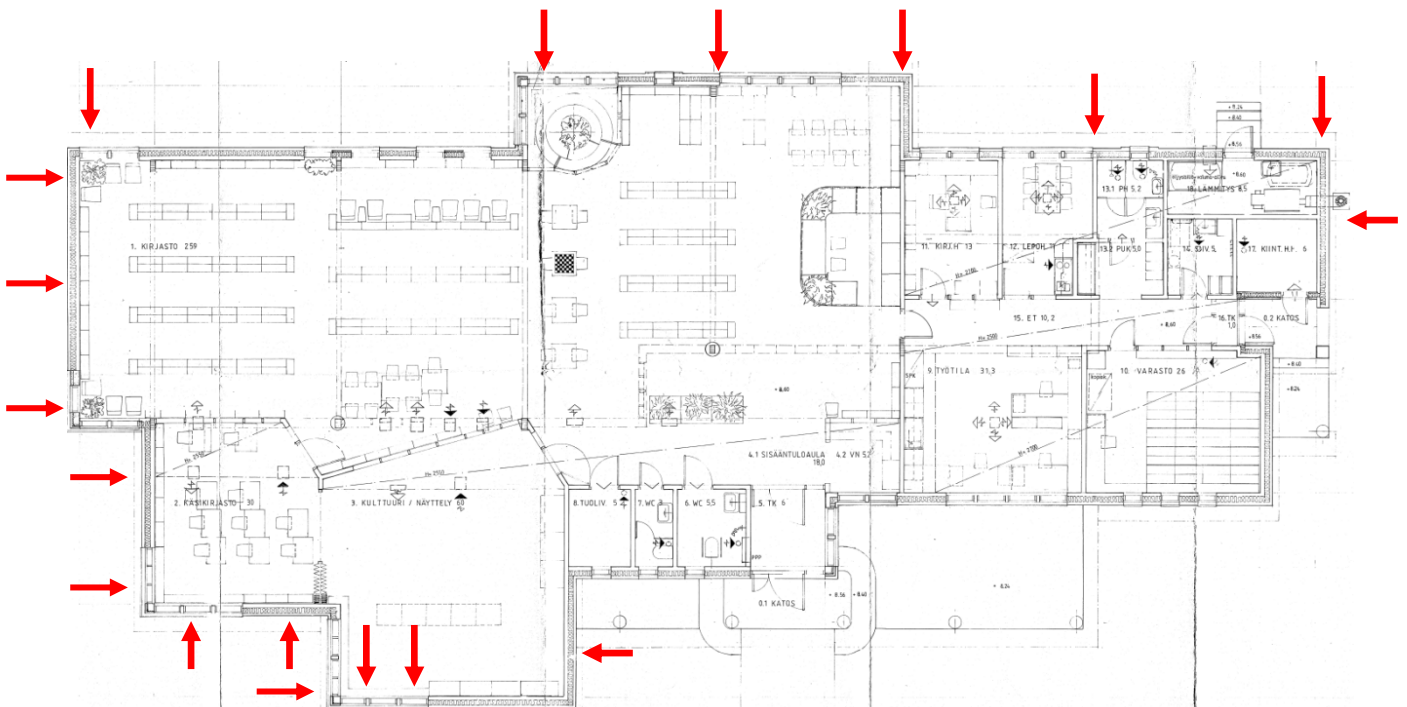
Ilmamääriä mitattiin Swemaflow 126 -huppumittarilla. Laitetta käytettiin valmistajan ohjeiden mukaan.

Teollisia mineraalivillakuituja mitattiin geeliteippimenetelmällä. Näytteet tutkittiin Motic Panthera -valomikroskoopilla käyttäen 100x suurennosta.

6 Ulkoalueet

6.1 Havainnot ja mittaustulokset

- Rakennus sijaitsee tasamaalla ja osin loivassa rinteessä, joka viettää pohjoisesta etelään.
- Maanpinnan kallistus on osin sokkeliin päin (kuva 1).
- Salaojia ja ulkoista vedeneristystä ei havaittu. Kallioperä on lähellä maan pintaa, joten anturaperustus lähtee todennäköisesti kallion päältä.
- Kattojen sadevesi johdetaan syöksytorstista loiskekourujen kautta maaperään. Rakennuksen pohjoisnurkalla sadevesi kastelee ulkoseinän alaosaa (kuva 2).
- Perusmuurin vierustäyttö on laatoitettu.



Kuva 1. Kuvaan on merkitty punaisilla nuolilla kohdat, joissa maanpinnan kallistus on sokkeliin päin.



Kuva 2. Sadevedet kastelevat ulkoseinää rakennuksen pohjoisnurkalla.

6.2 Johtopäätökset

- Rakennukseen kohdistuu paikoin poikkeavaa ulkopuolista kosteusrasitusta:
 - Maaperän kallistukset ovat riittämättömät ja maa viettää sokkelia päin puolen rakennuksen alueella, jolloin sulamisvedet jäävät ulkoseinän viereen.
 - Sadevesiviemärointiä ei ole, jolloin sadevedet jäävät rakennuksen läheisyyteen.
 - Kallio on lähellä maanpintaa ja maan muoto viettää pohjoispuolelta etelään päin. Tällöin vesi pääsee juoksemaan kallion pintaa pitkin rakennuksen alle.
 - Salaojituksia ei ole.
 - Sokkelissa ei ole ulkoista vedeneristystä.
- Ulkoseinän puurunko on joka paikassa vähintään 19 cm maanpinnan yläpuolella, mikä vähentää merkittävästi ulkoseinän puurungon kastumisen riskiä.

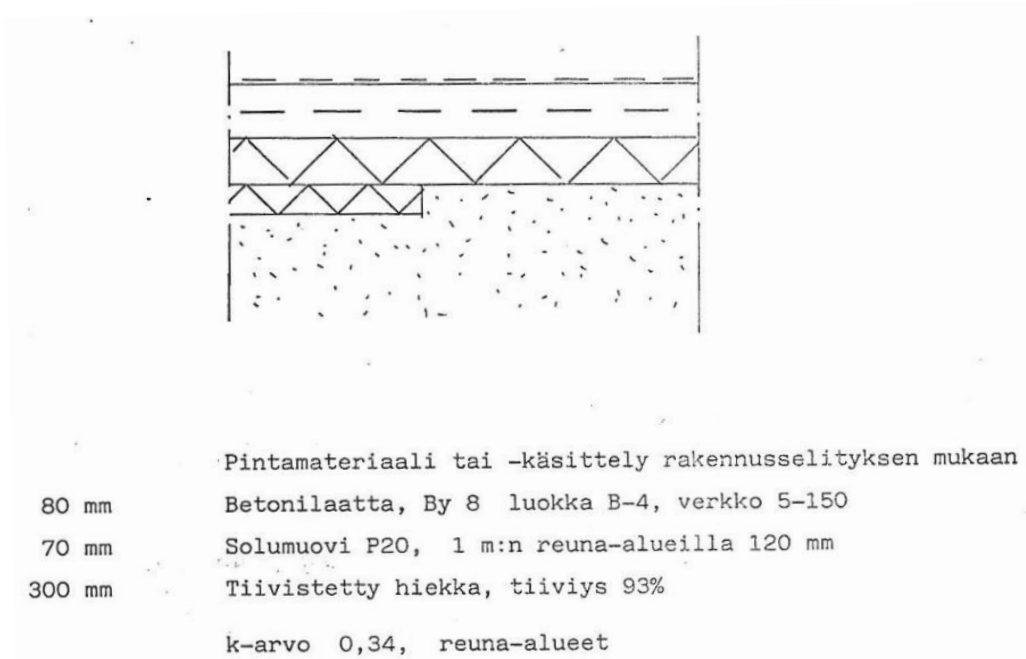
6.3 Toimenpide-ehdotukset

- Rakennuksen ulkopuolista kosteusrasitusta voi vähentää seuraavilla keinoilla:
 - Maanpinnan kallistusten parannus, kallistus tulee olla 3 metrin matkalla vähintään 15 cm.
 - Sadevesien ohjaus kauemmaksi rakennuksesta
 - Kallion pintaa pitkin juoksevan veden pääsyn estäminen rakennuksen alle (esim. niskaoja).

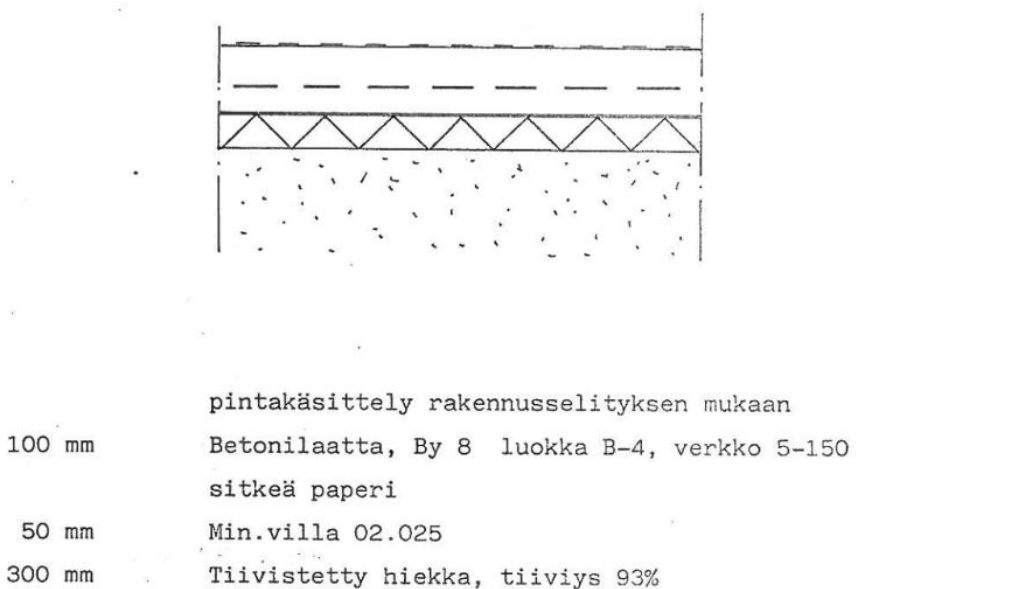
7 Alapohja

7.1 Rakenne

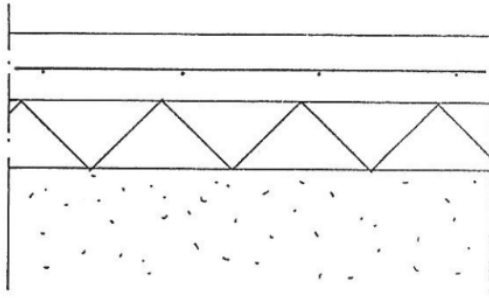
Alapohjassa on rakennekuvien perusteella kolmenlaista rakennetta (kuvat 3-5). Rakenteita ei todettu systemaattisesti avauksin. Niiltä osin kuin avauksia ja porauksia tehtiin, alapohjarakenne vastasi piirustuksia.



Kuva 3. Alapohjan rakenne yleensä.



Kuva 4. Alapohjan rakenne teknisessä tilassa.



120 mm	Betonilaatta, By 8 luokka B-3, verkko ϕ 6 k200, puuhierto Reunavahvistus 200x200, 2 ϕ 10 Rallisyvennykset rakennusselityksen mukaan Kallistus rakennuksesta pois päin 1:100
100 mm	Solumuovi P20
500 mm	Tiivistetty hiekka, tiiviys 93%

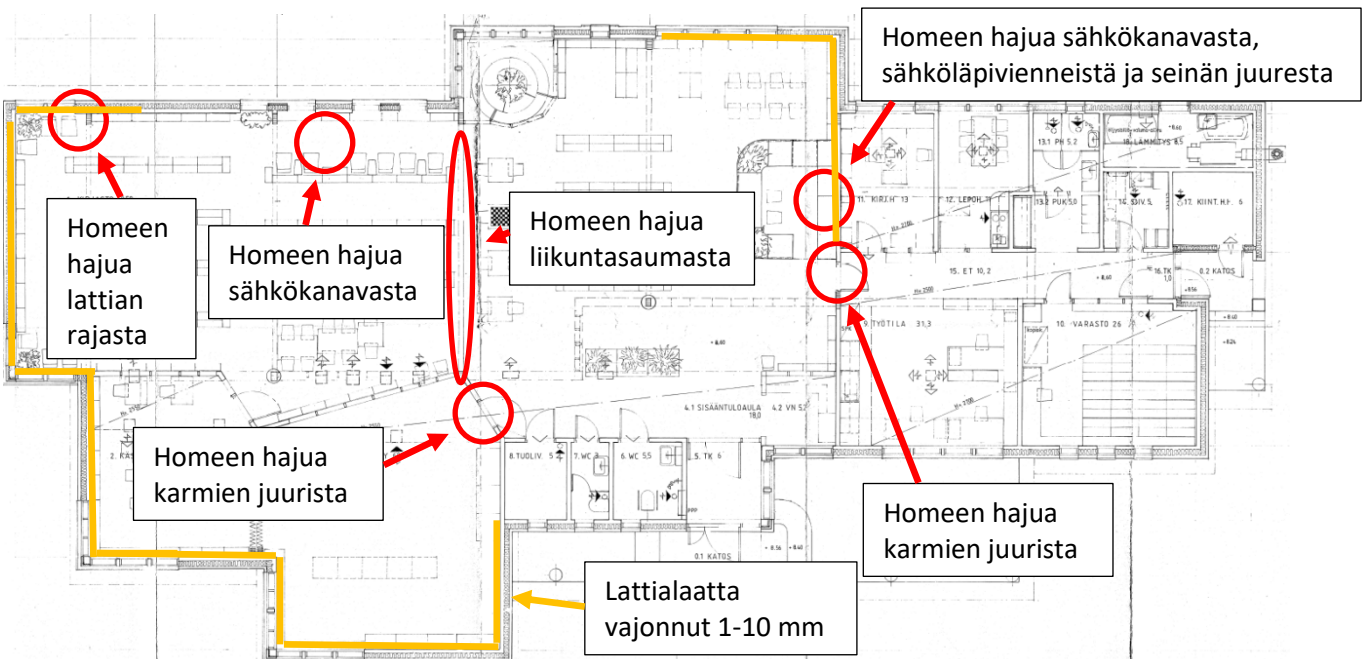
Kuva 5. Alapohjan rakenne sisäänkäyntitasoissa.

7.2 Havainnot ja mittaustulokset

Alapohjan rakennetta tutkittiin aistinvaraisesti, pintakosteuskartoituksella, viiltokosteusmittauksilla, rakenneavauksilla, materiaali-VOC -näytteillä ja mikrobinäytteillä.

Aistinvaraiset havainnot

Alapohjasta havaittiin mikrobiperäistä hajua useissa paikoissa. Havainnot on merkitty kuvaan 6.

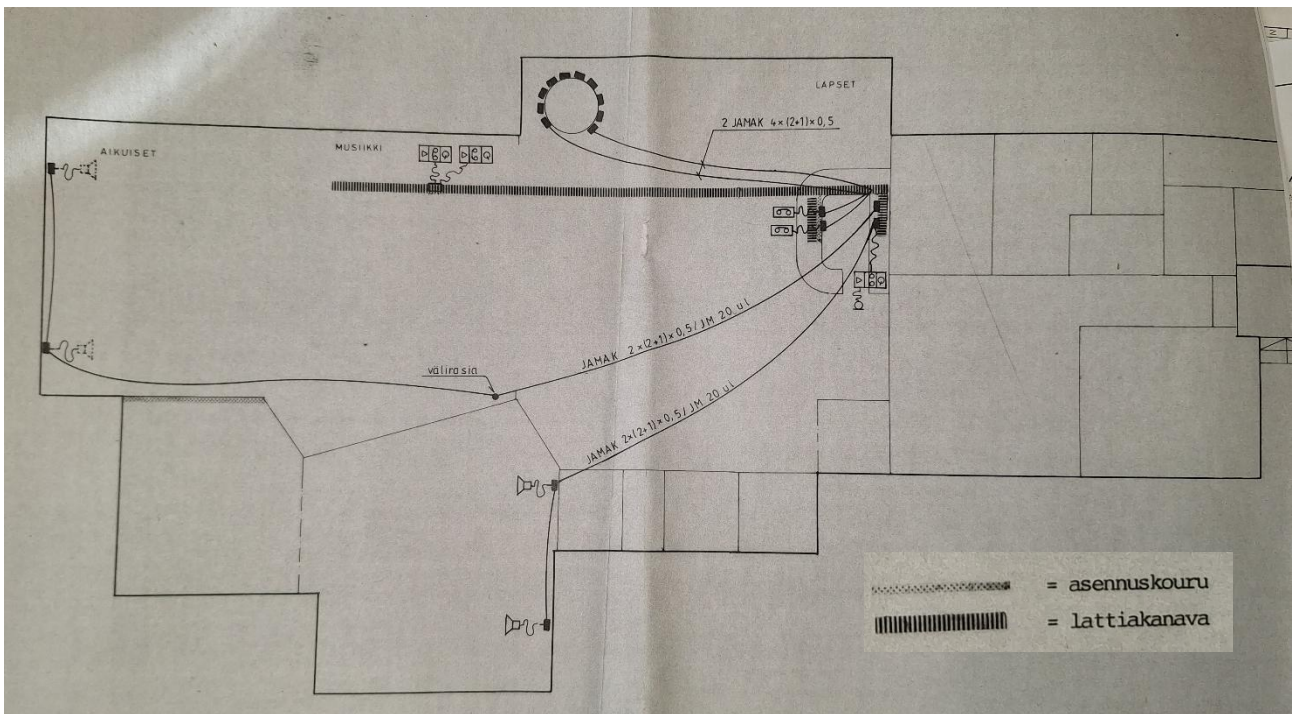


Kuva 6. Aistinvaraiset havainnot alapohjasta.

Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5



Kuva 7. Lattiaan upotettujen kaapelikanavien ja asennuskourujen sijainti pohjakartassa. Lattiavalussa on sauma kanavien alla. Saumasta tulee homeen hajua sisäilmaan.



Kuva 8. Lattiaan upotettu sähkökanava. Metallisen kanavan alla lattiavalussa on epäjatkuvuuskohta, josta pääsee virtaamaan kosteaa maan hajua sisäilmaan.

Kosteusmittaukset

Pintakosteuskartoitus tehtiin kaikkiin tiloihin 0,5 metrin mittaussivälein. Arvot olivat kaikkialla 60...80/180 eli kuivalla alueella.

Kirjastosalin lattiaan tehtiin viiltokosteusmittaus kupruilevan lattiamaton kohdalle (taulukko 1). Anturin tasaantumisaika oli 15 minuuttia. Lattia oli kuiva kupruilukohdasta.

Taulukko 1. Viiltokosteusmittauksen tulokset 6.5.2025.

Tila	Tutkittu rakenne	Mittauspiste	Etäisyys ulkoseinästä	Mittapää nro	T (°C)	RH, %
Kirjastosali	Maanvarainen laatta	RA1, lattiapinnoitteen alta	2 m	1	21,9	43,6
Kirjastosali	Sisäilma	Sisäilma	0,1 m	5	23,4	37,0

Alapohjaan tehtiin myös porareikämittauksia (kuva 7, taulukko 2). Anturin tasaantumisaajat olivat 60 minuuttia.

Taulukko 2. Porareikämittausten tulokset 6.5.2025.

Mittauskohta	Etäisyys seinästä	Syvyys (cm)/ rakennekerros	Mittapää (nro)	T (°C)	RH (%)	Abs (g/m ³)
1. 9 cm maanvarainen betoni	2 m	14 mm	1	22,3	46,7	9,2
	Kirjastosali (kts. liite 1)	36 mm	1	22,3	52,9	10,4
		Hiekka	1	14,4	85,9	10,7
2. 9 cm maanvarainen betoni	0,5 m Kirjastosali (kts. liite 1)	Hiekka	1	15,2	79,0	10,3
3. 10 cm maanvarainen betoni	0-5 cm Johtajan huone (kts. liite 1)	Väliseinän alaosa*	1	18,3	79,4	12,4
		Väliseinän antura**	1	18,8	87,6	14,1
4. 10 cm maanvarainen betoni	2 m Tekninen tila (kts. liite 1)	Hiekka	1	16,0	77,2	10,5

* 15 cm lattiapinnan alapuolelta

** 17 cm lattiapinnan alapuolella

Sisäilman olosuhteet mittaushetkellä olivat 24,3 °C ja 20 %RH. Ulkoilmassa +1,3°C ja 65 %RH.



Kuva 9. Porareikämittauksia johtajan huoneesta (vasen kuva) ja kirjastosalista (oikea kuva).

Materiaali-VOC -näytteet

Kirjaston lattiassa oli alkuperäinen muovimatto kaikissa tiloissa. Matosta otettiin 3 näytepalaa VOC-mittausta varten (kuva 10). Tulokset on esitetty taulukossa 3.



Kuva 10. VOC-materiaalinäytteet johtajan huoneesta (vasen kuva), tuulikaapista (keskikuva) ja kirjastosalista (oikea kuva).

Taulukko 3. Lattiamattojen VOC-näytteiden tulokset.

Tila	Näytteenotto kohta ja materiaali	TVOC* (µg/m3g)	C9-C10 - alkoholit** (µg/m3g)	2-etyyli-1-heksanoli*** (µg/m3g)	Havainnot	Tulkinta
Kirjastosali	AP, muovimatto	42	-	31	Ei poikkeavaa	Tavanomainen tulos
Johtajan huone	AP, muovimatto	<20	-	1	Ei poikkeavaa	Tavanomainen tulos
Tuulikaappi	AP, muovimatto	<20	-	1	Ei poikkeavaa	Tavanomainen tulos

* Viitearvo 500 µg/m3g

** Viitearvo 320 µg/m3g

*** Viitearvo 50 µg/m3g

7.3 Johtopäätökset

- Täyttöhiekka, tasaushiekka ja anturat ovat kosteita alapuolisesta kallioperästä huolimatta. Todennäköisesti alapohjaan on ainakin jossain vaiheessa päässyt vuotovesiä kallion pintaa pitkin.
- Alapuoliset EPS-eristeet ovat estäneet kapillaarisen kosteuden nousun pintalaattaan.
- Väliseinien anturoiden kosteudet ovat korkeita.
- Kantavien väliseinien ja anturan välissä ei ole kosteussulkua, joten kosteus pääsee nousemaan kapillaarisesti kantavien seinien juuriin. Kosteus riittää vaurioittamaan karmien juuria, jotka ovat kiinni lattiavalussa ja seinissä.
- Maaperästä nousevaa homeen hajua pääsee sisäilmaan valun saumakohdista (sähkökoteloiden alapuolel ja liikuntasauamat) ja valun reunoilta (kantavien väliseinien juuret joiltakin osin).
- Alkuperäisessä muovimatossa ei havaittu kemiallisia vaurioita. Maton tekninen käyttöikä on kuitenkin lopussa.

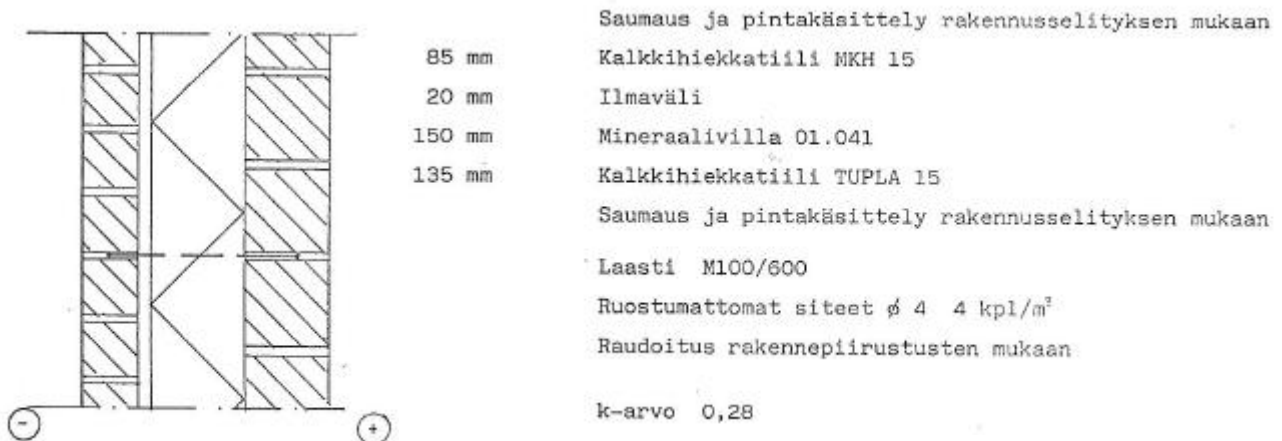
7.4 Toimenpide-ehdotukset

- Lattiamaton vaihto.
- Alapohjalaatan korjaukset lattiamaton alta
 - o vajoamisesta johtuvien murtumien korjaukset
 - o alapohjalaatan halkeamien injektointi
 - o liikuntasaumojen tiivistäminen elementtisaumamassalla
 - o sähkökanavien ja asennuskourujen poisto ja lattialaatan injektointi niiden alta
 - o pintalaatan reunojen tiivistäminen erillisen suunnitelman mukaan
 - o lattialaatan läpivientien tiivistykset

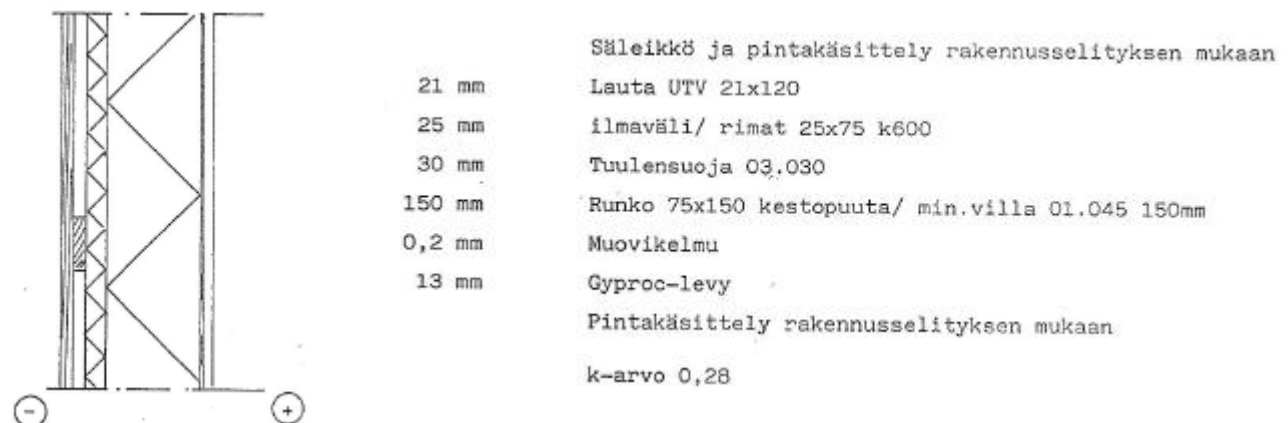
8 Ulkoseinät ja ikkunat

8.1 Ulkoseinän rakenne

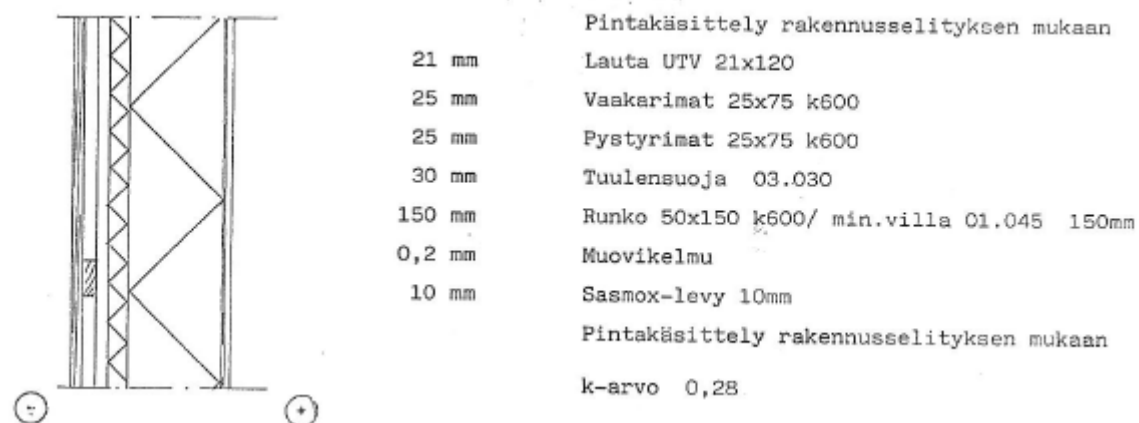
Ulkoseinissä on rakennekuvien perusteella kolme eri rakennetta (kuvat 11-13). Avausten perusteella rakenteet vastaavat piirustuksia. Puurunko lähtee sokkelin päältä. Sokkelinhalkaisu oli toteutettu 50 mm Finnfoamilla.



Kuva 11. Ulkoseinärakenne tiiverhoiltujen osien kohdalta.



Kuva 12. Ulkoseinärakenne ikkunoiden yläpuolella.



Kuva 13. Ulkoseinärakenne vesikaton tasossa olevissa ulkoseinärakenteissa. Sasmox-levy eli kipsilastulevy on valmistettu kipsimassasta ja puulastuista.

8.2 Havainnot ja mittaustulokset

Ulkoseinät tarkastettiin silmämääräisesti ja ulkoseinien alaosat tutkittiin pintakosteudenosoittimella.

Ulkokuori:

- Ulkoseinän puurunko lähtee sokkelin päältä.
- Sokkelia on näkyvässä alimmillaan 19 cm (pohjoisnurkka), korkeimmillaan 51 cm (etelänurkka).
- Pintakosteusmittausten perusteella sokkeli on yläosastaan kuiva kaikkialla.
- Pellitykset olivat asianmukaiset pl. vähäinen kallistuskulma luoteispuolen ikkunoissa (kuva 14).
- Alimman tiilirivin pystysaumoja on jätetty auki tuulettavuuden varmistamiseksi (kuva 14).
- Leveät räystäät suojaavat ulkoseiniä sateelta.
- Etelänpuoleisten ikkunoiden puitteiden maalipinta on heikossa kunnossa ja puitteissa esiintyy lahoa (kuva 15).
- Etelän puolen markiisit ovat käyttöikänsä päässä (kuva 15).
- Rakenneavaukset
 - o Ulkoseinän rakenneavaukset tehtiin kirjastosalin, johtajan huoneen ja teknisen tilan kohdille (kuvat 16-18).
 - o Kosteusmittausten tulokset on esitetty taulukossa 4.
 - o Mikrobinäytteiden tulokset on esitetty taulukossa 5.
 - o PAH-näytteen tulokset on esitetty taulukossa 6.



Kuva 14. Luoteispuolen Ikkunapellitysten kallistus on nykysuositusta vähäisempi. Tiiliverhouksen alimman rivin saumoista joka kolmas on auki tuulettavuuden varmistamiseksi.



Kuva 15. Etelän puoleisissa ikkunanpuitteissa on osin lahoa ja osin maalauksen tarvetta. Markkiisit ovat käyttöikänsä päässä.



Kuva 16. Rakenneavaus kirjastosalin ulkoseinään.



Kuva 17. Rakenneavaus johtajan huoneen ulkoseinään. Puurungosta puuttui alajuoksu kokonaan. Sokkelin päällä oli pikikäsittely. Piestä otettiin PAH-näyte.



Kuva 18. Rakenneavaus teknisen tilan ulkoseinään. Puurungosta puuttui alajuoksu. Sokkelin päällä oli pikikäsittely. Kosteusmittaus tehtiin eristeestä.

Taulukko 4. Painokosteusmittauksen tulokset.

Tila	Tutkittu rakenne	RH (%)	Tulkinta
Kirjastosali	US, alajuoksu	11,8	Kuiva
Tekninen tila	US, sokkelinhalkaisu	8,2	Kuiva

Taulukko 5. Ulkoseinän mikrobinäytteiden tulokset.

Näyte	Tila	Näytteenotto kohta	Materiaali	Tuloksen tulkinta
M6	Kirjastosali	US eristeen sisäpinta	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
M7	Kirjastosali	US, ala, juoksun alapuoli	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
M8	Johtajan huone	US eristeen sisäpinta	Mineraalivilla	Epäily mikrobikasvusta materiaalissa
M10	Johtajan huone	US, eristeen sisäpinta, ikkunan päältä	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
M11	Tekninen tila	US eristeen sisäpinta	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
M12	Kirjastosalin yläosa	US eristeen sisäpinta	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
M13	Kirjastosalin yläosa	US eristeen keskiosa	Mineraalivilla	Selvä mikrobikasvu materiaalissa

Taulukko 6. Sokkelin PAH-näytteen tulokset.

Näyte	Materiaali/tila/rakennusosa	Kokonaispitoisuus	Tulkinta
PAH9	Johtajan huone, US alajuoksun alapuolinen pikikerros	<16 mg/kg	Tavanomainen pitoisuus

Sisäkuori:

- Kosteuskartoitus
 - o Sisäkuoressa ei havaittu viitteitä kosteusrasituksesta.
- Rakenteiden tiiviys
 - o Tiili-villa-tiili -rakenteessa ei ole höyrynsulkua, sisäkuoressa oli avauksissa havaittavissa rakoja saumojen kohdilla.
 - o Tiilet on maalattu sisäpinnastaan, mikä lisää tiiviyyttä. Käsittely ei kuitenkaan ole riittävä ilmansulun saavuttamiseksi.
 - o Lämpökameratarkastelun perusteella sisäkuoressa on paikoin epätiiviyttä yläpohjan, ikkuna-aukkojen sekä tiilen ja puun liittymäkohdissa (kuva 19).



Kuva 19. Ulkokuoressa havaittiin lämpökameratarkastelussa yksittäisiä lämpövuotokohtia. Nurkassa pintalämpötila 15,3 astetta. Kuva lepohuoneen ulkoseinälinjalta.

8.3 Johtopäätökset

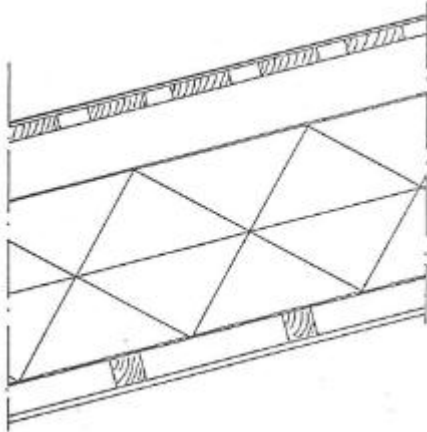
- Sokkelin yläosa ei ole alttiina kapillaariselle vedennousulle, mutta syöksytorvien kohdilla on nähtävissä paikallista vesirasitusta.
- Ulkoseinän tuuletus toimi hyvin.
- Tiili-villa-tiili -rakenteen eristeet olivat vaurioituneet laajasti. Syynä on todennäköisesti sisäpuolinen kosteus, joka on tiivistynyt rakenteeseen. Avaushetkellä rakenteissa ei havaittu kosteutta eikä lahoa.
- Höyrinsuluton tiili-villa-tiili -rakenteen on kokemuksen mukaan aina epätiivis muuratuista saumoistaan, vaikka se olisikin maalattu sisäpuoleltaan. Epäpuhtaudet pääsevät alipaineella sisäilmaan.

8.4 Toimenpide-ehdotukset

- Ulkoseinän sisäkuoren kapselointi sekä ikkuna- ja oviaukkojen tiivistys erillisen suunnitelman mukaan.
- Ikkunanpuitteiden huoltomaalaus.
- Markiisien poisto tai uusiminen.

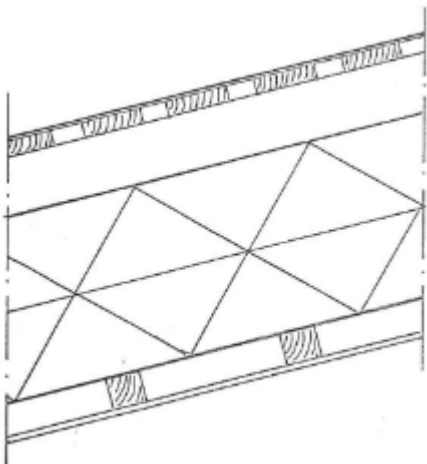
9 Yläpohja ja vesikatto

9.1 Yläpohjan rakenne



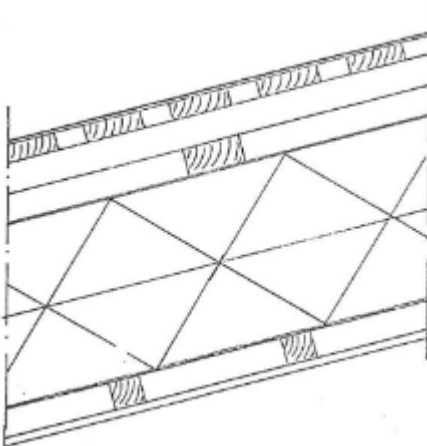
0,5 mm	Muovipinnoitettu konesaumattu teräslevy
25 mm	Lauta 25x100 k150, umpilaudoituus räystäät, taitteet yms.
100 mm	Soirot 50x100 k900
3 mm	Kuitulevy
300 mm	Kertopuuorret tai soirot sekä jäykisteet rakennepiir.mukaan Mineraalivilla 01.045 300 mm
0,2 mm	Muovikelmu
50 mm	Rimat 50x50 k300
13 mm	Gyproc-levy
	Pintakäsittely rakennusselityksen mukaan
	k-arvo 0,16

Kuva 20. Kirjastosalin yläpohjan ja vesikaton rakenne.



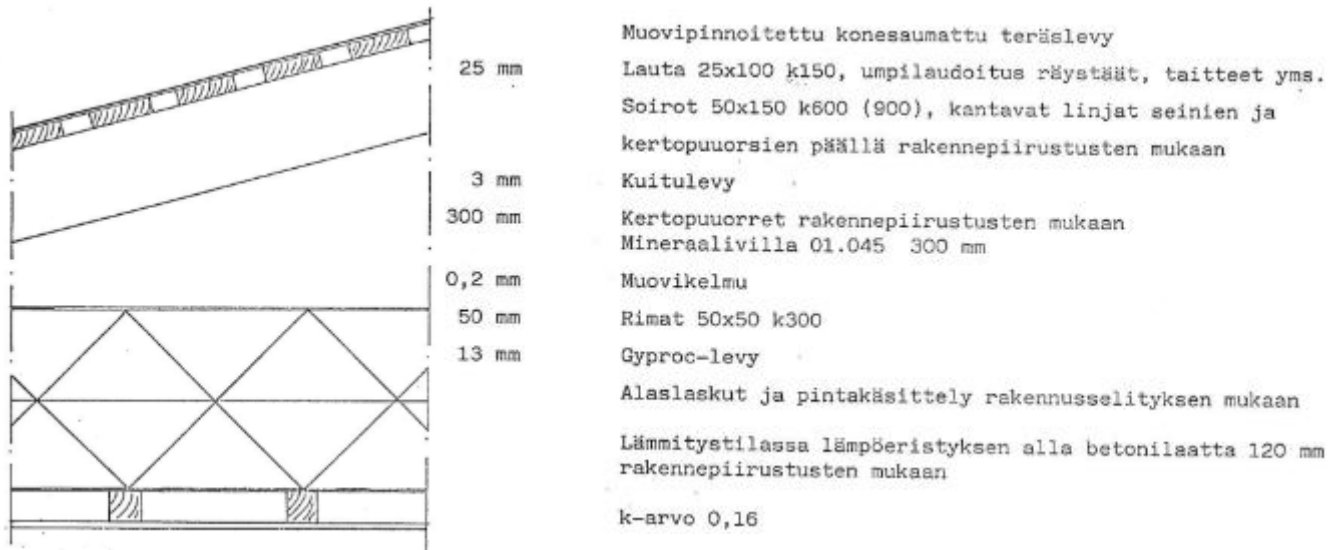
0,5 mm	Muovipinnoitettu konesaumattu teräslevy
25 mm	Lauta 25x100 k150, umpilaudoituus räystäät, taitteet yms.
400 mm	Kertopuuorret (h 400) rakennepiirustusten mukaan Mineraalivilla 01.045 300mm, päällä 3mm kuitulevy
0,2 mm	Muovi
50 mm	Rimat 50x50 k300
13 mm	Gyproc-levy
	Alaslaskut ja pintakäsittely rakennusselityksen mukaan
	k-arvo 0,16

Kuva 21. Kulttuuri- ja näyttelytilan yläpohjan ja vesikaton rakenne.



0,5 mm	Muovipinnoitettu konesaumattu teräslevy
25 mm	Lauta 25x100 k150, umpilaudoituus räystäät, taitteet yms.
50+50 mm	Soirot 50x100 k900/50x100 k1200 (ristikoulaus)
3 mm	Kuitulevy
300 mm	Kertopuuorret rakennepiirustusten mukaan Mineraalivilla 01.045 300mm
0,2 mm	Muovikelmu
50 mm	Rimat 50x50 k300
13 mm	Gyproc-levy
	Alaslaskut ja pintakäsittely rakenneselityksen mukaan
	k-arvo 0,16

Kuva 22. Aulan ja käsikirjaston yläpohjan ja vesikaton rakenne.



Kuva 23. Henkilökunnan tilojen yläpohjan ja vesikaton rakenne.

9.2 Havainnot ja mittaukset

Sisätilat

- Yleisesti ottaen sisäkaton pinnat olivat siistejä.
- Kirjastosalin katossa oli nähtävissä yksi kuivunut vesivuotojälki (kuva 24).
- Kattoihin oli liimattu akustolevyt. Niiden kohdalta tarkastuksia ei voinut suorittaa.
- Sisääntuloaulan ja lehtisalin välillä on kattokotelo, jossa kulkee iv-kanavia ja muuta tekniikkaa. Kotelot ovat erittäin pölyisiä. Lisäksi siellä on kuitulähteitä (kuva 25).
- Rakennuksessa on ollut kattovuotoja, joita on korjattu.



Kuva 24. Kuivunut vesijälki kirjastosalin katossa.

Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5



Kuva 25. Kattokotelon rakennetta lehtisalin yläpuolella. Tilassa on runsaasti rakennuspölyä ja kuitulähteitä.

Tuulettuva yläpohja

- Tuulettuvaa yläpohjaa oli henkilökunnan tilojen yläpuolella matalakattoisella osuudella.
- Yläpohjaan on jätetty rakennusjätettä (kuva 26).
- Vesikatteita ei ole. Eristeiden päällä oli merkkejä kondenssivedestä (kuva 27).
- Yksi tukipukki oli irti noin viiden metrin matkalta, eikä tue katon kantavuutta (kuva 28).
- Kaikki rakenteet, joissa oli vesijälkiä tarkastettiin pintakosteusosoittimella. Kaikki rakenteet olivat kuivia.
- Yläpohjan mikrobinäytteiden tulokset on esitetty taulukossa 7.



Kuva 26. Yleiskuvaa tuulettuvasta yläpohjasta. Yläpohjaan on jätetty rakennusjätettä.

Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5



Kuva 27. Vasen kuva: Aluskatteita ei ole. Vesi tiivistyy peltikaton alapintaan pilvettömällä ilmalla lämpötilan laskiessa. Taustalla näkyy eristämätöntä tuloilmakanavistoa. Oikea kuva: eristeiden päälle tippunutta kondenssivettä.



Kuva 28. Kuvassa näkyvä tukipukki on kokonaan irti, eikä käytännössä lisää katon kantavuutta.

Taulukko 7. Yläpohjan mikrobinäytteiden tulokset.

Näyte	Tila	Näytteenotto kohta	Materiaali	Tuloksen tulkinta
M14	Johtajan huone	YP höyrinsulkua vasten	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
M15	Käytävä	YP höyrinsulkua vasten	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
M16	Työtila	YP höyrinsulkua vasten	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
M17	Sali	YP höyrinsulkua vasten	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa

Vesikatto

- Vesikatteena on muovipinnoitettu konesaumattu teräslevy. Tuotteessa on tyyppivika, jonka vuoksi muovipinnoite irtoilee. Irtoavan pinnoitteen vuoksi uudet pinnoitteet eivät pysy kiinni pitkää aikaa. (kuva 30)
- Yhdessä rintapellityksessä on aukko rakenteen sisälle (kuva 31). Aukko sijaitsee aiemmin esiintyneen kattovuodon kohdalla.
- Vesikaton yläpuolisissa räystäissä on paikoitellen usean senttimetrin raot (kuva 32). Eläimet voivat tehdä tuhoja katon eristeille ja höyrinsuluille.



Kuva 29. Yleiskuvaa vesikatolta. Vesikatto on monimuotoinen ja liittymäpintoja tulee paljon.



Kuva 30. Muovipinnoitetussa konesaumatussa teräslevyssä on valmistusvaiheen tyypivika, minkä vuoksi kate ei saavuta käyttöikätaivoitettaan. Muovipinnoite on irtoillut reilusti, vaikka ikää on vasta 35 vuotta. Katetta on paikkailtu vuosittain. Paikka-aineetkaan eivät pysy kauaa, ellei muovipinnoitetta poisteta välistä.



Kuva 31. Kellon vieressä olevassa rintapellityksessä on reitti rakenteisiin.



Kuva 32. Vesikaton yläpuolisissa räystäissä on paikoin niin suuret raot, että eläimet pääsevät kattorakenteisiin.

9.3 Johtopäätökset

- Vesikatteen pinnoite on lähtenyt irtoamaan merkittävässä määrin. Kate vaatii vuosittaisia huoltotoimenpiteitä. Ilman vuosihuoltoja katossa tapahtuu nopeaa korroosiota, mikä johtaa uusimistarpeeseen.
- Aluskatteen puute on aiheuttanut jonkin verran kondenssivesijälkiä yläpohjaan, mutta yläpohjaeristeissä ei havaittu vaurioita.
- Irtonainen tukipukki yläpohjassa aiheuttaa vaaran katon notkahtamiselle suuren lumikuorman tapauksessa.

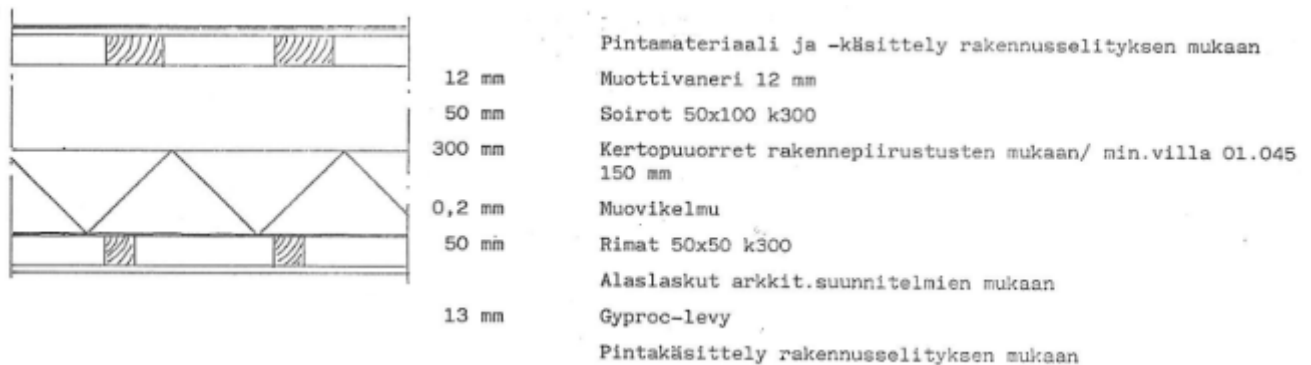
- Vesikatto on vuotanut historian aikana kahdesta kohtaa. Toinen on korjattu pl. vesivuotoreitti rintapellityksessä. Toisesta on jäänyt jälki salin kattoon.
- Korkean osan räystäissä on liian suuret raot.
- Tekniikkakoteloissa oli paljon pölyä ja kuitulähteitä, mikä voi tuottaa epäpuhtauksia sisäilmaan.
- Yläpohjan tuulettuvuus on riittävä.
- Yläpohjan rakennusjätteet voivat aiheuttaa paikallista alta nousevan vesihöyryn tiivistymistä eristeisiin.

9.4 Toimenpide-ehdotukset

- Vesikatteen vuosittaiset paikkaukset kuten tähänkin asti.
- Aluskatteen lisäys seuraavan kattoremontin yhteydessä.
- Tukipukin asianmukainen kiinnitys yläpohjassa.
- Rintapellityksessä olevan vesivuotoreitin korjaus.
- Korkean osan räystäiden suojaus eläimiltä esim. verkoilla.
- Tekniikkakoteloiden alipaineistus esim. poistoilmakanavasta otettavalla haaralla. Ilmavirtamitoitus siten, että ilma vaihtuu 2 kertaa tunnissa kotelon sisällä.

10 Välipohjat

10.1 Rakenteet



Kuva 33. Välipohjarakenne IV-konehuoneen kohdalla.

10.2 Havainnot ja mittaustulokset

Välipohjaan ei tehty tutkimuksia.

10.3 Johtopäätökset

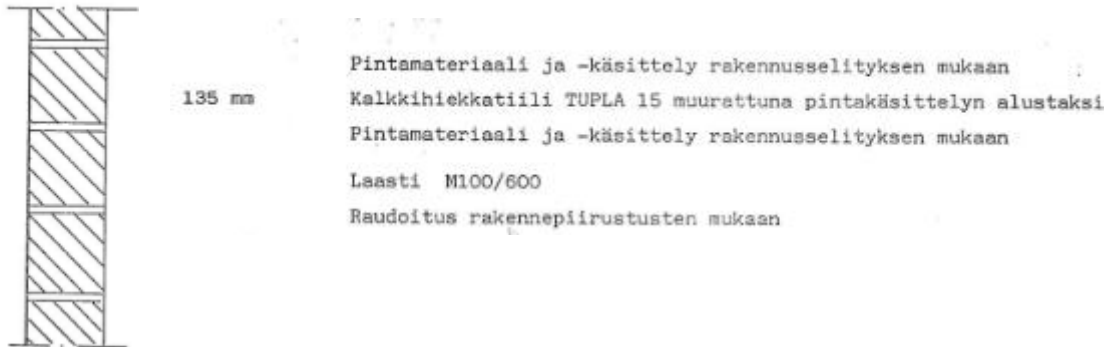
Välipohjaan ei tehty tutkimuksia.

10.4 Toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

11 Väliseinät

11.1 Rakenteet



Kuva 34. Kaikki väliseinärakenteet ovat tiilirakenteisia.

11.2 Havainnot ja mittaustulokset

- Kantavien tiiliväliseinien juurissa havaittiin mikrobiperäistä hajua (kuva 6).
- Tiiliväliseinän alaosassa havaittiin kohonneita kosteusarvoja (taulukko 8).
- Kohonneet kosteudet johtuivat siitä, että alimman tiilen ja anturan välissä ei ollut kosteussulkua (kuva 35).
- Tiiliväliseinän juuressa lattiavalun reunalla oli ilmarako alapohjarakenteeseen.

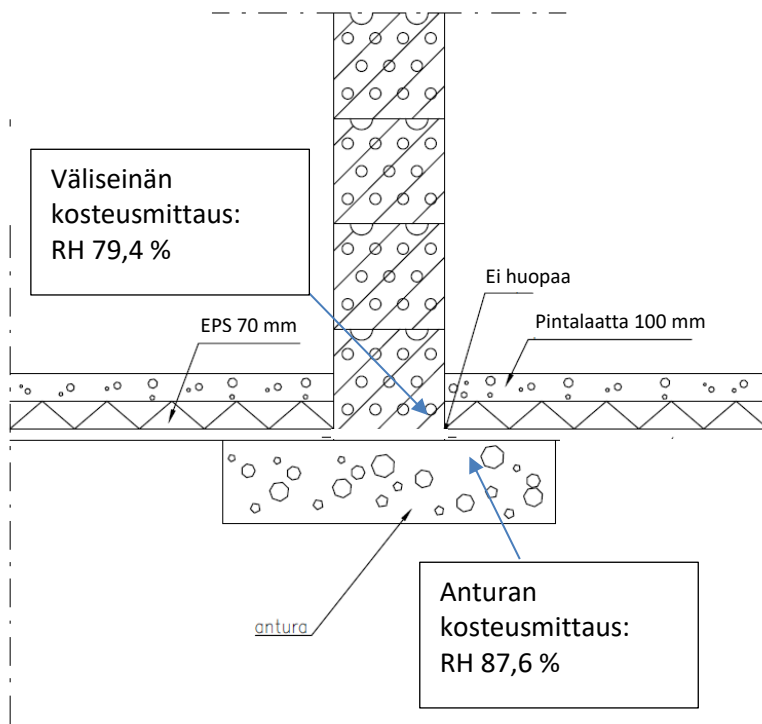
Taulukko 8. Kosteusmittauksen tulokset väliseinästä.

Mittauskohta	Etäisyys seinästä	Syvyys (cm)/ rakennekerros	Mittapää (nro)	T (°C)	RH (%)	Abs (g/m ³)
Väliseinä ja antura	0-5 cm	Väliseinän alaosa*	1	18,3	79,4	12,4
	Johtajan huone	Väliseinän antura**	1	18,8	87,6	14,1

* 15 cm lattiapinnan alapuolelta, kuva 34

** 17 cm lattiapinnan alapuolella, kuva 34

Sisäilman olosuhteet mittaushetkellä olivat 24,3 °C ja 20 %RH. Ulkoilmassa +1,3°C ja 65 %RH.



Kuva 35. Tiiliväliseinän kosteusmittausten kohdat. Kapillaarinen kosteus nousee alaspäin anturaan ja siitä tiiliväliseinään. Tiiliväliseinän alla ei ole kosteussulkua.

11.3 Johtopäätökset

- Kantavien tiiliväliseinien alle ei ole asennettu kosteussulkua, jolloin vesi nousee kapillaarisesti anturasta tiileen.
- Tiilessä kosteuspitoisuus vähenee lattiapinnan yläpuolella haihtumisen johdosta.
- Tiiliseinän alaosan kosteus riittää aiheuttamaan mikrobihaittaa esim. ovenkarmien alaosille.
- Mikrobiperäistä hajua tulee paikoitellen sisäilmaan myös seinän juuresta olevan ilmaraon kautta.

11.4 Toimenpide-ehdotukset

- Tarvittaessa kapillaarikatkon muodostaminen tiiliseinän alaosaan silikonaattiliuoksen avulla.
- Kantavien väliseinien juurien tiivistäminen erillisen suunnitelman mukaan.

12 Ilmanvaihto

12.1 Ilmanvaihtojärjestely

Kohteessa on alkuperäinen remmivetoinen tulo-poistokone vuodelta 1990, joka palvelee koko kirjastorakennusta. Koneessa on pyörivä LTO-kenno. Koneen puhaltimet ovat 2-nopeuksisia ja niiden kapasiteetti on 300/600 l/s. Jälkilämmitys tapahtuu kaukolämmön avulla. Kone sijaitsee toisessa kerroksessa erillisessä IV-konehuoneessa.



Kuva 36. IV-kone sivuluukut avattuina.

IV-konetta ohjataan TiiMi 7120B -ohjaimella. Säätimellä säädetään tuloilman lämmitystä, jäähdytystä ja LTO:ta. Säätimessä on myös kello-ohjaus. Tarkastushetkellä aikaohjelmat olivat seuraavat:

Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
7-22: 1/1	7-22: 1/1	7-22: 1/1	7-22: 1/1	7-22: 1/1	1/2	1/2
22-07: 1/2	22-07: 1/2	21-07: 1/2	22-07: 1/2	21: 1/2		



Kuva 37. Ilmanvaihtoa säädellään TiiMi 7120B -ohjaimella.

IV-koneen toiminta:

1. Kojeiden käynnistys: IV-kone käynnistetään viikkokellon mukaisesti joko 1/1- tai ½-teholle ulkolämpötilasta riippuen
2. Kojeen käydessä: Säädin säätaa lämmönsiirtimen pyörimistä ja lämmittimen säätöventtiilin avautumista sarjassa niin, että tuloilman lämpötila pysyy asetteluarvossa. Lämmitystä tarvittaessa ohjataan ensin LTO täyteen kierroskierroonsa. Sen jälkeen jälkilämmittimen säätöventtiili avautuu tarpeen mukaan. Toinen säädin estää pyörijän huurtumista. Pellit ovat auki. Ulkotermostaatti ohjaa puhaltimen pienemmälle käyntinopeudelle lämpötilan laskettua asetteluarvoa alemmas.
3. Kojeen seisoessa: Pellit ovat kiinni ja lämmönsiirrin seisoo. Jäätymisvahti säätaa tuntoelimen mittauksen mukaan lämmittimen paluuvien lämpötilaa.
4. Varotoiminnot: Jäätymisvahti estää kojeen käynnin ja hälyttää, jos lämpötila alittaa asetteluarvon (8 astetta). Laukaisun jälkeen tapahtuu uudelleenviritys käsin palautuspainikkeella. Lämpöilmaisin estää kojeen käynnin ja hälyttää, jos lämpötila ylittää asetteluarvon (50 astetta). Käsinpalautus. Tuloilmapuhallin ei käynnisty, mikäli pumppu ei ole käynnissä.

12.2 Havainnot ja mittaustulokset

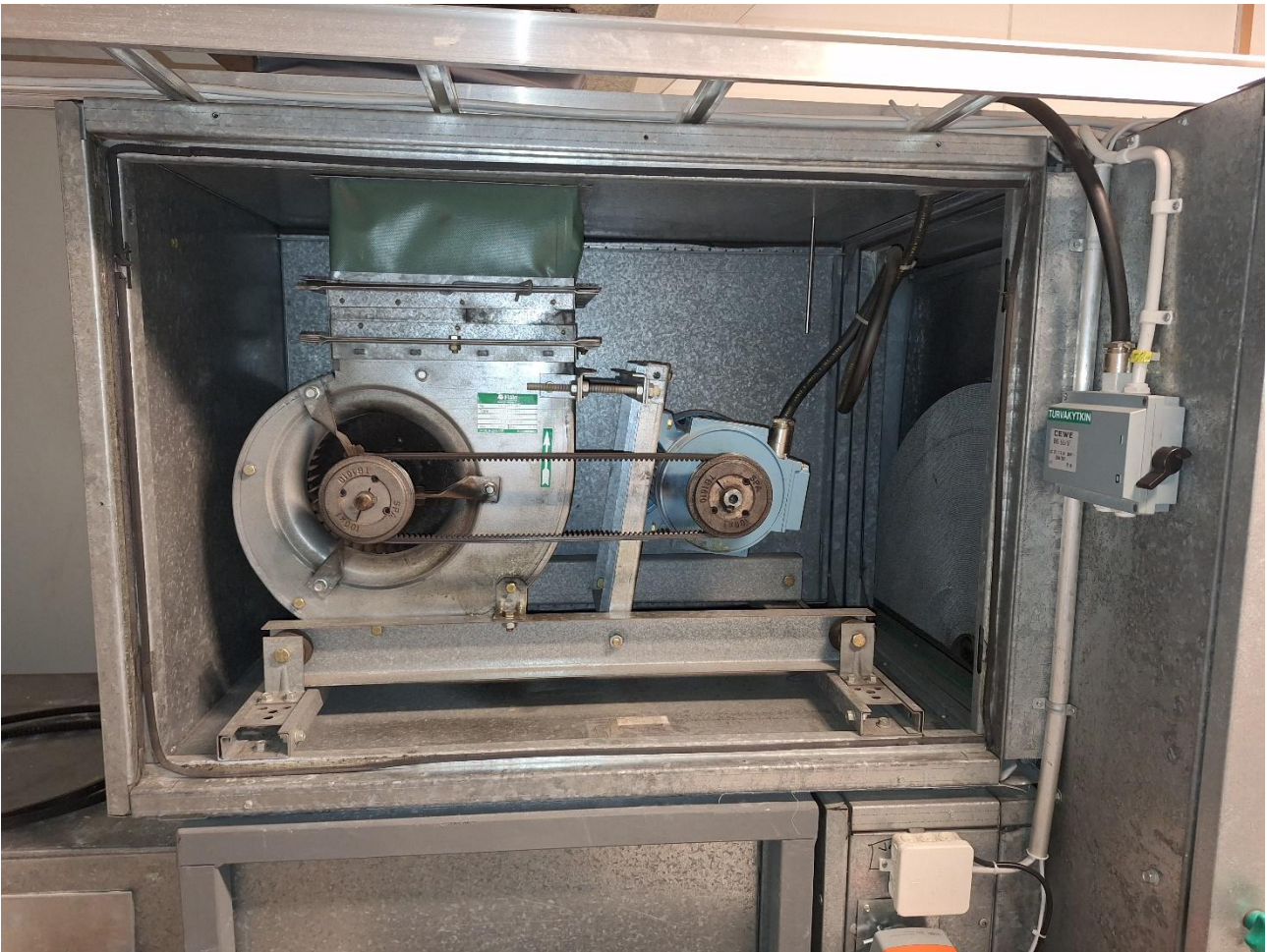
- IV-koneen poistopuhaltimen laakerit vetelivät viimeisiä, meteli oli kova luukun avauksen jälkeen (kuva 38).

Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5

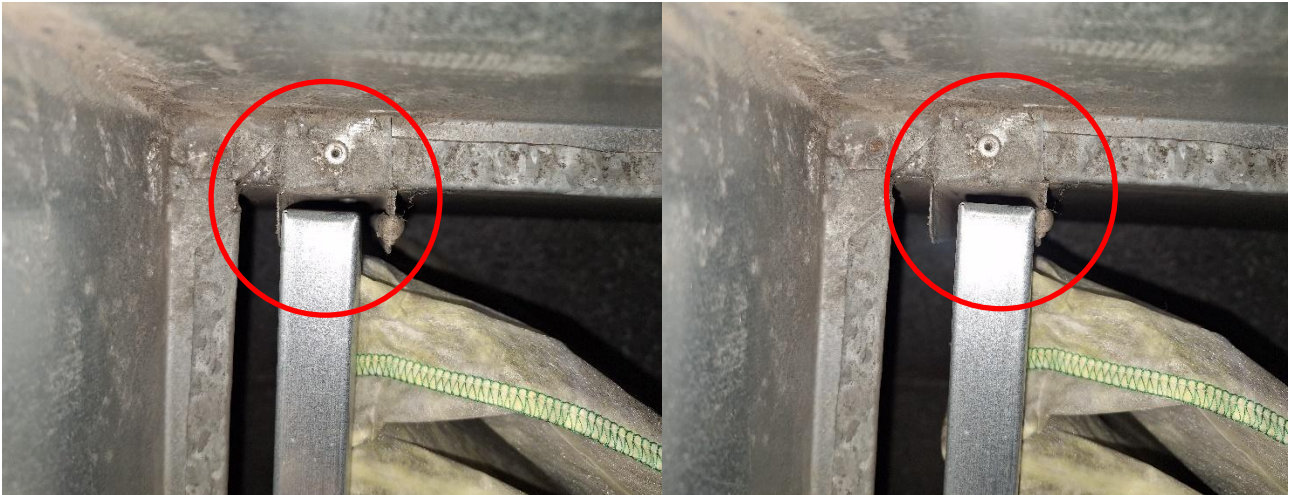
- LTO-kiekko oli hieman epäkeskeinen. Lisäksi pyörittäjän remmi suttasi vähän kerran kierroksessa (kuva 39).
- Lämpötilat olivat tarkastushetkellä asianmukaiset:
 - o Tuloilman lämpötila: +9,4 °C
 - o Tuloilman lämpötila LTO:n jälkeen: +16,2 °C
 - o Tuloilman lämpötila jälkilämmittimen jälkeen: +19,9 °C
 - o Poistoilman lämpötila: +21,6 °C
- Pussisuodattimet eivät olleet tiiviisti kehikossa, mikä mahdollistaa merkittäviä ohivuotoja (kuva 40).
- Pussisuodattimet olivat kohtalaisen puhtaita, mutta vaihtoajankohtaa ei ollut merkitty mihinkään (kuva 41).
- Kanttikanavistossa on äänenvaimennuksena reikäpelti, jonka takana on mineraalivillakuituja (kuva 42).
- Raitisilmakanavassa oli lumen ja veden aiheuttamia vesijälkiä LTO-kennolle saakka (kuva 43).
- Kanavat olivat erittäin likaisia (kuva 44).
- IV-putkien ja niiden eristyksen tiiviyyttä tarkasteltiin lämpökameralla -1 asteen pakkasella. IV-kanavat olivat pääosin tiiviit. Havaittiin kuitenkin 2 poikkeamaa:
 - o Tuloilmakanava kulkee lyhyen matkaa eristämättömänä tuulettuvassa yläpohjatilassa (kuva 45).
 - o Lepohuoneeseen kulkeva tuloilmakanava on epätiivis tuloilmaelimen kohdalla ja kohdalla on merkittävää lämpövuotoa (+14 astetta vs. +5 astetta verrokkikohdassa) (kuva 46)
- Tuloilmamäärä mitattiin johtajan huoneen venttiililtä, tulos 6 l/s täyttää määräykset.
- Kabinetissa ei ole lainkaan ilmanvaihtoa.
- Viidessä tilassa mitattiin jatkuvatoimisesti hiilidioksidipitoisuuksia (kuva 47).
- Viidessä tilassa mitattiin jatkuvatoimisesti paine-eroja (kuva 48).
- Rakennuksen sisäiset paine-erot kartoitettiin hetkellisillä mittauksilla käynnillä (kuva 49).
 - o Paine-ero värähteli n. 10 Pa yhden minuutin ajalla
 - o Syyinä on todennäköisesti IV-koneen värähtely
- Jäätymisvahti aiheuttaa häiriötiloja ilmanvaihdon toimintaan talvisin. Tuloilmapuhaltimen mennessä puolikkaalle rakennus menee alipaineiseksi ja ilmavirrat rakenteista lisääntyvät merkittävästi. Häiriötilanne pitää kuitata käsin, mikä aiheuttaa lisää työtä ja tilanteen viivästyistä.



Kuva 38. Poistoilmapuhaltimen laakerit ääntävät kovaa. Puhallin on vaihtokunnossa.



Kuva 39. LTO-kiekon pyörimisessä oli hieman epäkeskeisyyttä. Vasen kuva: pyörimisestä kertyy hienojakoista jauhetta. Keskimmäinen kuva: tiivistysharjakset olivat kunnossa. Oikea kuva: sininen remmi suttaa hieman joka kierroksella.



Kuva 40. Pussisuodattimen kehikko ei ole tiivis. Kehyksessä on noin 1 cm:n väly, mikä mahdollistaa merkittävät ohivuodot suodattimen ohi.



Kuva 41. Tulo- ja poistoilmasuodattimet olivat kohtalaisessa kunnossa. Vaihtoajankohtaa ei ollut kirjattu näkyville.



Kuva 42. Kanttikanavistossa akustointi on hoidettu reikäpellillä, jonka takana on mineraalivilla. Kanaviston kautta tulee voimakasta kuiturasitusta käyttötiloihin.



Kuva 43. Raitisilmakanavasta pääsee lunta ja vettä LTO-kennolle saakka.



Kuva 44. Geeliteippinäyte johtajan huoneen tuloilmakanavasta. Kanavisto on nuohouksen tarpeessa.



Kuva 45. Tuloilmakanavistossa on tuulettuvassa yläpohjassa lyhyt osuus, jota ei ole lämpöeristetty. Tämä voi johtaa veden kondensoitumiseen sekä kanavan sisä- että ulkopuolella riippuen sääolosuhteista. Kuvassa olevat vesijäljet kanaviston päällä ja seinävillassa johtuvat todennäköisesti tuulella ja sateella yläpohjaan päässeestä vedestä.

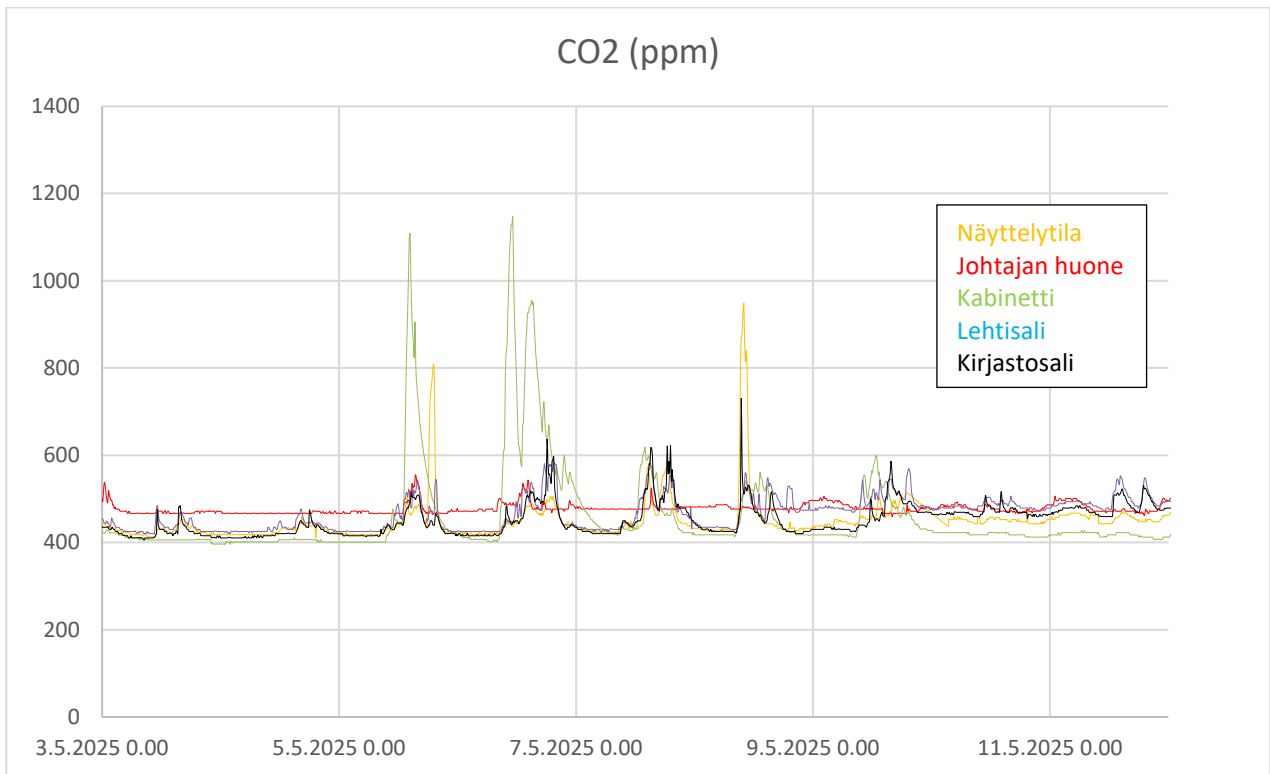


Kuva 46. Lepohuoneen tuloilmakanavan päätelaite on huonosti eristetty. Tilanne voi johtaa veden kondensoitumiseen tuloilmaelimessä.

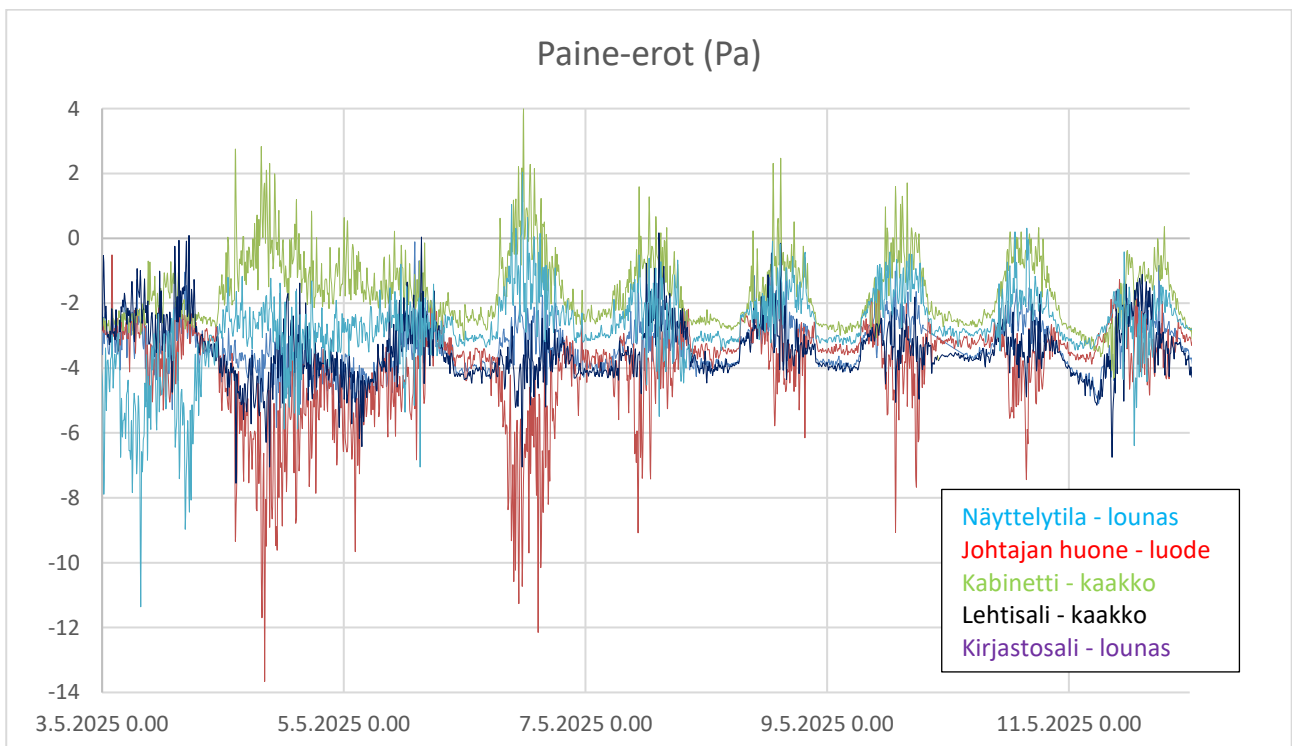
Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

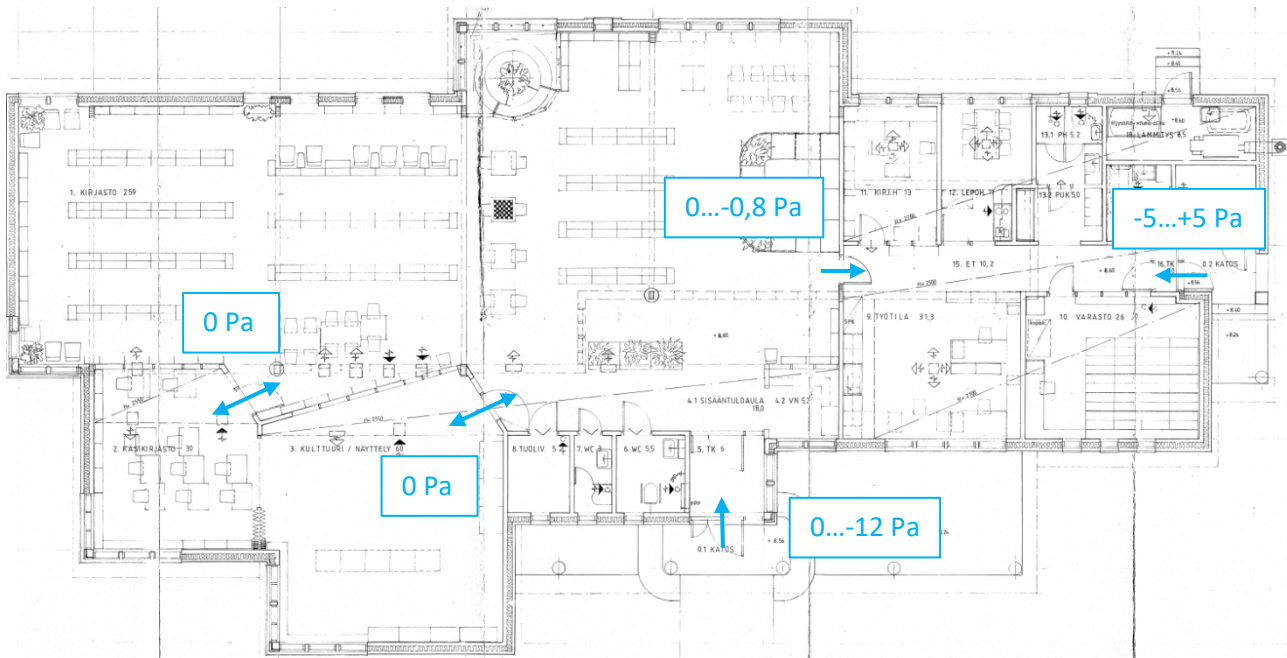
050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5



Kuva 47. Hiilidioksidipitoisuudet ajalla 3.5.-12.5.2025. Hiilidioksidipitoisuudet ovat pysyneet pieninä. Korkeimmat arvot tulevat kabinetista, missä ei ole lainkaan ilmanvaihtoa.



Kuva 48. Paine-erot ajalla 3.5.-12.5.2025. Käyristä nähdään, että päivän ja yön välinen ero käyrien muodossa on suuri. Syynä voi olla IV-koneen värähtely 1/1-teholla ja/tai tuuliolosuhdevaihtelut.



Kuva 49. Rakennuksen sisäiset paine-erot hetkellisellä mittauksella. Ulko-ovista mitattuna paine-ero värähteli ääri-laidasta toiseen noin minuutin sykleissä. Värähtely ei ollut tyypillistä tuulen aiheuttamaa paine-eron vaihtelua.

12.3 Johtopäätökset

- IV-koneen poistopuhallin on hajoamisvaarassa.
- LTO-kiekko tarvitsee huoltoa.
- Suodattimien ohivuoto voi tuottaa sisätiloihin katu- ja siitepölyä.
- Suodattimien vaihtoväli jäi epäselväksi.
- Kanttikanavien mineraalivilla aiheuttaa sisätiloihin kuituhaittaa.
- Raitisilmakanavan vesivuodot voivat heikentää tuloilman laatua.
- Kanaviston epäpuhtaudet voivat heikentää sisäilman laatua.
- Eristämätön tuloilmakanavan pätkä aiheuttaa kondensioriskin sekä kanavan sisä- että ulkopuolelle.
- Huonosti eristetty lepohuoneen IV-kanava aiheuttaa kondensioriskin.
- Kabinetin ilmanvaihdon puute heikentää sisäilman laatua eikä täytä määräyksiä.
- Hiilidioksidipitoisuudet olivat matalia johtajan huoneessa, salissa ja lehtisalissa. Kabinetin CO₂-pitoisuus kävi mittaussyksellä suurimmillaan 1150 ppm:ssä ja näyttelytilan 950 ppm:ssä.
- Rakennuksen paine-eroissa on suuri ero päivä- ja yöaikaisten mittausten välillä. On mahdollista, että värähtely johtuu IV-koneesta. Päivällä kone on 1/1-asennossa ja yöllä 1/2-asennossa. Poistopuhaltimen laakerivika voi vaikuttaa asiaan. Ilmiö voi johtua myös siitä, jos remmivetoisesta koneesta yritetään saada irti liian suuria ilmamääriä.
- Paine-erojen värähtely aiheuttaa haitallista ilmavirtojen kulkua välillä rakenteisiin päin ja välillä takaisin. Ilmiöstä voi seurata kosteuden tiivistymistä epätiivisiin rakenteisiin.
- Rakennuksen paine-erot on säädetty keskimäärin -2...-4 Pa alipaineiseksi. Tämä aiheuttaa vuotoilmavirtoja erityisesti ulkoseinien kautta, jotka eivät ole tiiviitä ja joissa havaittiin vaurioita.
- IV-koneen maksimikapasiteetti 600 l/s on hiilidioksidiarvojen perusteella riittävä.

12.4 Toimenpide-ehdotukset

- Poistopuhaltimen uusiminen.
- LTO:n huolto.
- Suodatinkehikon tiivistys.
- Suodatinvaihtolista IV-koneen kylkeen.
- Reikäpellin pinnoitus tai kuitulähteiden poisto.
- Mahdollisten äänenvaimentimien kuitulähteiden poisto.
- Lumisiepparin asennus raitisilmakanavan suulle.
- Raitisilmakanavan puhdistus.
- Tulo- ja poistokanavien nuohous ja ilmanvaihdon säätö tasapainoon paine-erojen osalta.
- Eristämättömän tuloilmakanavan eristys.
- Lepohuoneen IV-kanavan eristyksen parantaminen yläpohjatilassa.
- Ilmanvaihdon rakentaminen kabinettiin.
- Paine-erojen värähtelyn syyn selvitys.

13 Sisäilma

13.1 Havainnot ja mittaustulokset

- Sisäilmassa havaittiin aistinvaraisesti lievää tunkkaisuutta.
- Lisäksi havaittiin mikrobiperäistä hajua kantavien väliseinien juurissa, ovenkarmien juurissa, liikuntasauaman kohdalla ja lattiasähkökourujen luukkujen kohdilla (kuva 6).
- Sisäilmasta otettiin 1 ilma-VOC -näyte (taulukko 9).
- Teollisia mineraalivillakuituja tutkittiin pinnoilta (taulukko 10).
- Pinnoilta otettiin pölynkoostumusnäyte (taulukko 11).
- Ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin ISEC Sisäilmaloggereilla johtajan huoneessa, kabinetissa, kirjastosalissa, näyttelysalissa ja lehtisalissa (kuvat 50-51).
- Tekniikkakotelot voivat toimia epäpuhtauslähteinä (kuva 52).

Taulukko 9. Ilma-VOC -näytteen tulokset.

Tila	TVOC µg/m ³	Toimenpideraja oleskelutiloissa µg/m ³	Tulkinta
Henkilökunnan työtila	49	400	Tavanomainen

* Asumisterveysasetus 545/2015

Taulukko 10. Teolliset mineraalivillakuidut.

Näyte	Tilan tunniste	Näytteen- ottoaikka	Mineraali-kuituja (kpl/cm ²)	Toimenpideraja (kpl/ cm ²)	Tuloksen tulkinta
1	Johtajan huone	Kaapin päältä	0,9	0,2*	Poikkeava
2	Johtajan huone	IV-kanavasta	190	10-30	Poikkeava
3	Kirjastosali	Hyllyn päältä	1,1	0,2*	Poikkeava
4	Lehtisali	Hyllyn päältä	1,5	0,2*	Poikkeava

* Tuloksen tulkinta koskee 2 viikon laskeumanäytettä. Tässä tapauksessa laskeuma-aika oli tuntematon.

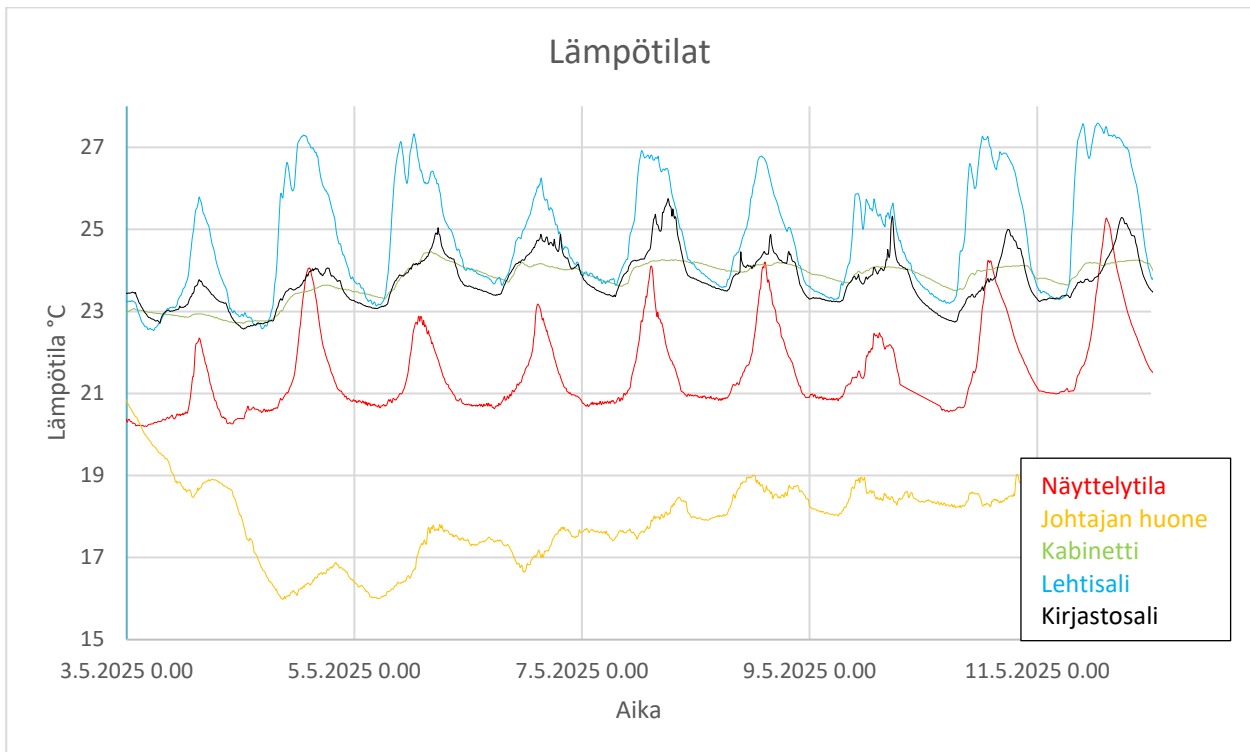
Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

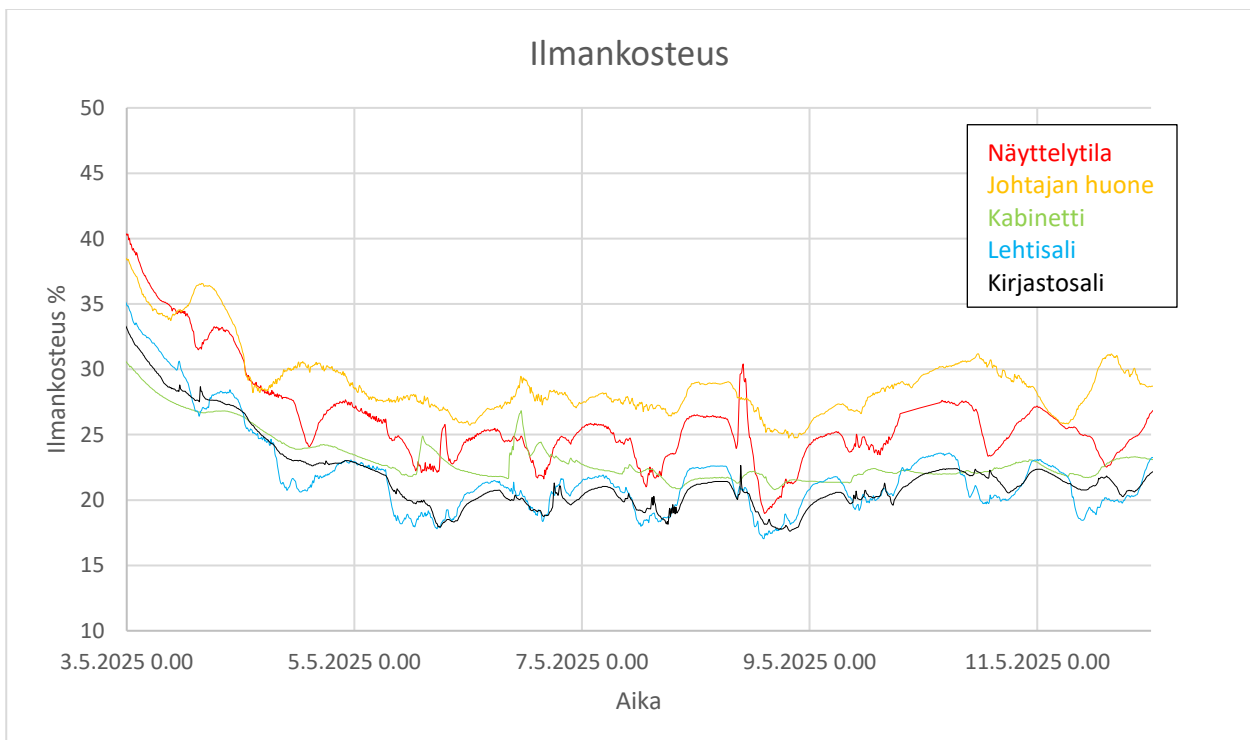
050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5

Taulukko 11. Pölyn koostumusanalyysin tulokset.

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Pölynkoostumus
4	Kirjastosalin hyllyn päältä	<ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • kasvi-/hyönteisperäinen pöly (+) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • kalkkikivi (+++) • kipsi (++) • Ti-oksidi (++) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • tekstiilikuidut (+++) • hilse (+++) • karvat (+++) • muuta <ul style="list-style-type: none"> • orgaanista pölyä (++) • teollisia mineraalikuituja <ul style="list-style-type: none"> • lasivilla (++)
5	Lehtienlukusalin hyllyn päältä	<ul style="list-style-type: none"> • silikaattinen kiviainespöly (+++) • ulkoilmapölyä <ul style="list-style-type: none"> • kasvi-/hyönteisperäinen pöly (+++) • rakennusmateriaalipölyä <ul style="list-style-type: none"> • kalkkikivi (+++) • kipsi (+++) • metallipöly <ul style="list-style-type: none"> • rauta (+) • huonepölyä <ul style="list-style-type: none"> • tekstiilikuidut (+++) • hilse (+++) • karvat (+++) • muuta <ul style="list-style-type: none"> • orgaanista pölyä (++) • pyöreitä Si-pitoisia partikkeleita (++) • teollisia mineraalikuituja <ul style="list-style-type: none"> • lasivilla (++)



Kuva 50. Kirjaston lämpötilat 3.5.-12.5.2025.



Kuva 51. Suhteelliset kosteudet 3.5.-12.5.2025.



Kuva 52. Tekniikkakotelot voivat toimia epäpuhtauslähteinä. Vasen yläkuva: kirjastosalin seinän luukku tekniikkakoteloon. Vasen alakuva: lehtisalin luukku tekniikkakoteloon. Oikea kuva: kotelossa on pölyä ja paljasta mineraalivillaeristettä. Kotelo ei ole tiivis.

13.2 Johtopäätökset

Merkittävimmät sisäilmaan vaikuttavat asiat olivat ulkoseinän eristeiden vauriot, alapohjasta tuleva mikrobiperäinen haju muutamassa kohdassa sekä pääasiassa ilmanvaihdosta tulevat mineraalivillakuidut. Merkittävin haittoja lisäävä yhteisvaikutustekijä oli ilmanvaihto, jonka nykyinen toiminta lisää rakenteista tulevia ilmapirtauksia.

Lisäksi tiloissa oli runsaasti silikaattista kiviainespölyä sekä ulkoilma-, rakennus- ja huonepölyä.

Sisäilman VOC-pitoisuudet olivat pienet.

13.3 toimenpide-ehdotukset

Sisäilman laatuun liittyvät toimenpide-ehdotukset:

- Kapselointi- ja tiivistyskorjaukset, joilla estetään ulkoseinistä tulevat epäpuhtaudet.
- Lattikorjaukset, joilla estetään alapohjasta tulevat epäpuhtaudet.
- IV-järjestelmän huolto siten, että IV toimii oikein.
- IV-järjestelmän kuitukorjaukset, joilla estetään kuitujen pääsy sisäilmaan.
- IV-järjestelmän nuohous, kun kuitukorjaukset on tehty.
- IV-säätö nuohouksen jälkeen, paine-erot tasapainoon.

Inspector Sec Oy

Oulu • Espoo

050 386 9194 • info@isec.fi • www.isec.fi • Y-tunnus 2024498-5

- Tekniikkakoteloiden alipaineistus, jotta epäpuhtaudet eivät siirry sisäilmaan.
- Kuitusiivous tiloihin, kun kuitulähteet on poistettu.

14 Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

Ulkoalueet

- Ulkopuolisen kosteusrasituksen vähentäminen:
 - o Maanpinnan kallistusten parannus, kallistus tulee olla 3 metrin matkalla vähintään 15 cm.
 - o Sadevesien ohjaus kauemmaksi rakennuksesta.
 - o Kallion pintaa pitkin juoksevan veden pääsyn estäminen rakennuksen alle (esim. niskaoja).

Alapohja

- Lattiamaton vaihto.
- Alapohjalaatan korjaukset lattiamaton alta
 - o vajoamisesta johtuvien murtumien korjaukset.
 - o alapohjalaatan halkeamien injektointi.
 - o liikuntasaumojen tiivistäminen elementtisaumamassalla.
 - o sähkökanavien ja asennuskourujen poisto ja lattialaatan injektointi niiden alta.
 - o pintalaatan reunojen tiivistäminen erillisen suunnitelman mukaan.
 - o lattialaatan läpivientien tiivistykset.

Ulkoseinät

- Ulkoseinän sisäkuoren kapselointi sekä ikkuna- ja oviaukkojen tiivistys erillisen suunnitelman mukaan.
- Ikkunanpuitteiden huoltomaalaus.
- Markiisien poisto tai uusiminen.

Yläpohja ja vesikatto

- Vesikatteen vuosittaiset paikkaukset kuten tähänkin asti.
- Aluskatteen lisäys seuraavan kattoremontin yhteydessä.
- Tukipukin asianmukainen kiinnitys yläpohjassa.
- Rintapellityksessä olevan vesivuotoreitin korjaus.
- Korkean osan räystäiden suojaus eläimiltä esim. verkoilla.
- Tekniikkakoteloiden alipaineistus esim. poistoilmakanavasta otettavalla haaralla. Ilmavirtamitoitus siten, että ilma vaihtuu 2 kertaa tunnissa kotelon sisällä.

Väliseinät

- Tarvittaessa kapillaarikatkon muodostaminen tiiliseinän alaosaan silikonaattiliuoksen avulla.
- Kantavien väliseinien juurien tiivistäminen erillisen suunnitelman mukaan.

Ilmanvaihto

- Poistopuhaltimen uusiminen.
- LTO:n huolto.
- Suodatinkehikon tiivistys.
- Suodatinvaihtolista IV-koneen kylkeen.
- Reikäpellin pinnoitus tai kuitulähteiden poisto.

- Mahdollisten äänenvaimentimien kuitulähteiden poisto.
- Lumisiepparin asennus raitisilmakanavan suulle.
- Raitisilmakanavan puhdistus.
- Tulo- ja poistokanavien nuohous ja ilmanvaihdon säätö tasapainoon paine-erojen osalta.
- Eristämättömän tuloilmakanavan eristys.
- Lepuhuoneen IV-kanavan eristyksen parantaminen yläpohjatilassa.
- Ilmanvaihdon rakentaminen kabinettiin.
- Paine-erojen värähtelyn syyn selvitys.

Sisäilma

- Kapselointi- ja tiivistyskorjaukset, joilla estetään ulkoseinistä tulevat epäpuhtaudet.
- Lattia- ja seinäkorjaukset, joilla estetään alapohjasta tulevat epäpuhtaudet.
- IV-järjestelmän huolto siten, että IV toimii oikein.
- IV-järjestelmän kuitukorjaukset, joilla estetään kuitujen pääsy sisäilmaan.
- IV-järjestelmän nuohous, kun kuitukorjaukset on tehty.
- IV-säätö nuohouksen jälkeen, paine-erot tasapainoon.
- Tekniikkakoteloiden alipaineistus, jotta epäpuhtaudet eivät siirry sisäilmaan.
- Kuitusiivous tiloihin, kun kuitulähteet on poistettu.

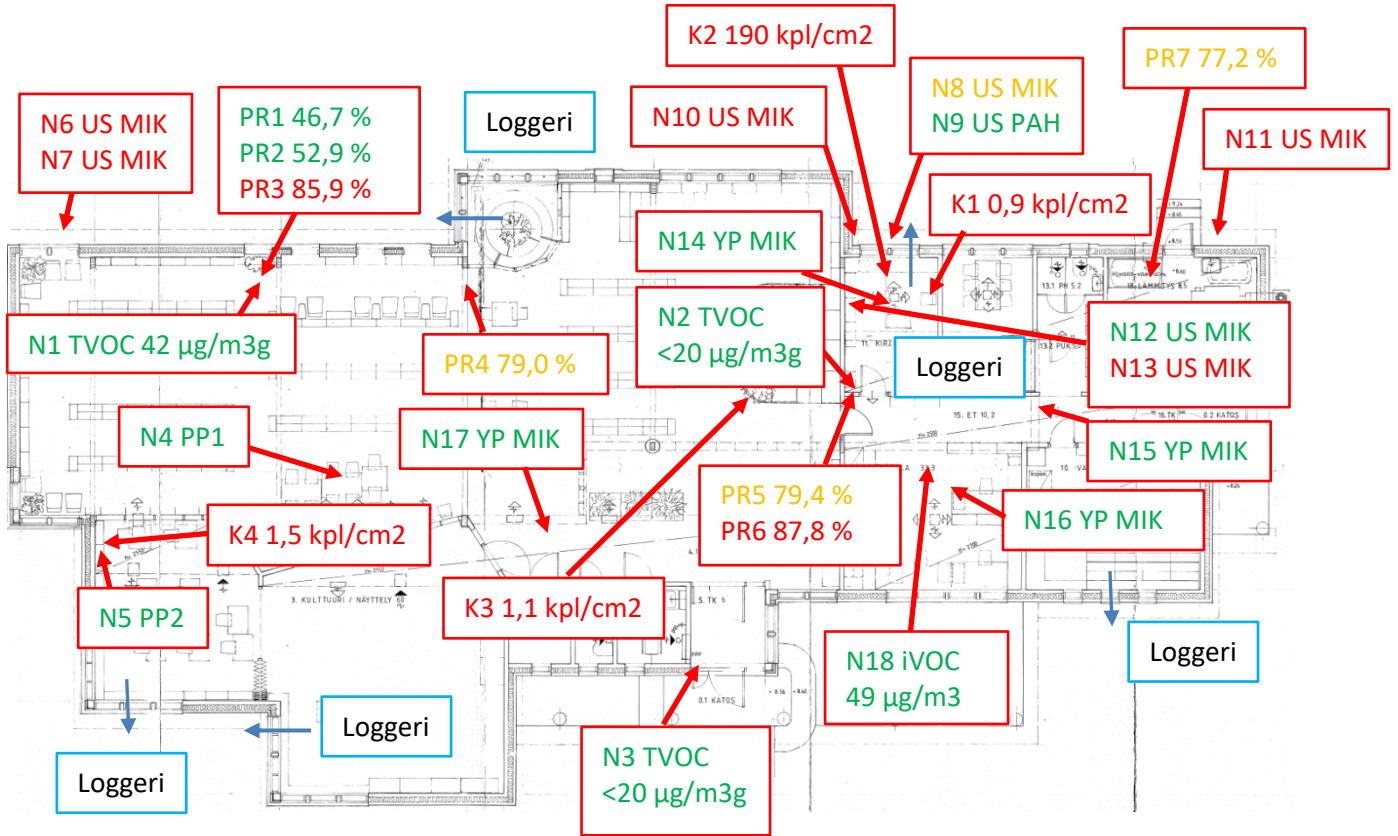
15 Allekirjoitus

Oulussa 5.6.2025

Mikko Salin
Tutkimuspalvelujohtaja, FT
Työterveyshuollon asiantuntija
Rakennusterveysasiantuntija C-25535-26-20
Inspector Sec Oy
045 866 2929
mikko.salin@isec.fi

- Liite 1. Tutkimusten paikannuskuva
- Liite 2. VOC-analyysi materiaalinäytteestä (Labroc, 15.5.2025)
- Liite 3. Pölynkoostumusanalyysi (Labroc, 14.5.2025)
- Liite 4. Mikrobianalyysi materiaalinäytteestä (Labroc, 22.5.2025)
- Liite 5. PAH-analyysi materiaalinäytteestä (Labroc 12.5.2025)
- Liite 6. VOC-analyysi ilmasta (Labroc, 20.5.2025)
- Liite 7. Teollisten mineraalikulitujen pitoisuuden määrittäminen pinnoilta (Inspector Sec Oy, 6.5.2025)

Liite 1. Tutkimusten paikannuskuva.



Selitteet:

MIK = materiaalmikrobinäyte
 PP = pyyhintäpölynäyte
 iVOC = VOC-näyte ilmasta
 TVOC = VOC-pitoisuus lattianäytteestä
 K = kuitunäyte
 PAH = PAH-näyte
 PR = porareikämittaus
 YP = yläpohja
 US = ulkoseinä
Punainen = viitearvon ylitys/korkea arvo
Oranssi = kohonnut arvo
Vihreä = tavanomainen arvo