

TURUN KAUPUNKI, TILAPALVELUKESKUS

TURUN LYSEON KOULU

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus



7.5.2020

TIIVISTELMÄ

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen eri rakennusosien, rakenteiden ja rakennusmateriaalien kunto sekä mahdolliset rakennusfysikaaliset/sisäilmatekniset riskitekijät tai muut sisäilman laatua mahdollisesti heikentävät tekijät. Tutkimus toteutettiin aistinvaraisesti ja usein eri mittaus- ja näyttömenetelmin. Tutkimuksen kenttätyöt tehtiin helmikuun ja maaliskuun 2020 aikana.

Tutkimuskohteena oli Turun Lyseon koulu, joka on valmistunut 1994. Koulussa on kolme kerrosta, joissa ensimmäisessä kerroksessa on maanpinnan alapuolisia tiloja.

Tutkimusten perusteella rakennuksen pohjan kuivatusjärjestelmä toimii puutteellisesti. Pohjan täyttöaines on hienojakoista ja salaojien toteutuksessa havaittiin puutteita. Sadevedet ohjautuvat rakennuksen vierustoilta useassa paikassa ja vierustoilla sijaitsevien routaeristysten kallistukset olivat puutteellisia. Perustuksiin kohdistuu huomattavaa kosteusrasitusta, joka ilmenee alapohjarakenteisiin, maanvastaisten seinärakenteiden alaosiin ja kantavien väliseinien alaosiin kohdistuvana kapillaarisena kosteuden nousuna. Alapohjarakenteen AP1 alapuolinen eristekerros ei ole riittävä ja maaperästä nousee kosteutta kyseisellä rakennosalla myös diffuusion vaikutuksesta. Kosteus on vaurioittanut muovimattopäällysteitä ja muovimattojen liimakerroksia laajoilta alueilta ensimmäisessä kerroksessa ja toisen kerroksen maanvastaisilla osilla. Joissain tiloissa havaittiin aistinvaraisesti kemiallista / mikrobiperäistä hajua ja vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Alapohjarakenteiden yhteydessä sijaitsevassa rakenteellisessa liikuntasaumassa on käytetty kovalevyä. Levyistä havaittiin mikrobivaurioita ja liikuntasauaman kautta havaittiin ilmayhteys sisätiloihin. Vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Ulkoseinärakenteiden lämmöneristekerroksista havaittiin mikrobivaurioita. Seiniin kohdistuu kosteusrasitusta epätiivelyskohtien kuten ikkunaliittymien ja puutteellisesti toimivien räystäsrakenteiden, sadevesikourujen ja syöksyjen seurauksesta. Myös sadevesi rasittaa seinärakenteita ja laajojen alueiden havaittiin pysyvän kosteina useita päiviä sateen jäljiltä. Betonielementtien sisäkuoressa havaittiin lukuisia halkeamia rakenteiden liikkeistä johtuen. Ikkunarakenteiden ulkopuolisissa tiiveyksissä havaittiin puutteita. Pellityksien ja ulkoseinän väliset tiivistykset olivat suurelta osin alkuperäisiä ja ne olivat aukeilleet ja haurastuneet. Ikkunoiden sisäpuolella sijaitsevista ikkunasyvennyksistä havaittiin kosteuden aiheuttamia vaurioita, jotka johtuivat epätiivien ikkunaliittymien kautta kulkeutuvasta sadevedestä sekä ilmavuotojen aiheuttamasta kondenssikosteudesta. Ikkunarakenteisiin jätetyistä asennuskiiloista ja metallisten ikkunoiden eristekerroksista havaittiin mikrobivaurioita. Pohjoissivustalla sijaitsevien ikkunoiden välisten kotelointien toteutuksesta havaittiin puutteita, jotka mahdollistavat sadeveden kulkeutumisen ulkoseinärakenteisiin sekä kotelointien eristekerrokseen. Myös pohjoissivustalla olevien ulokkeiden ja ikkunoiden välisten kotelointien toteutuksessa havaittiin puutteita. Kotelointien eristekerroksista ja puurakenteista havaittiin mikrobivaurioita. Ulkoseinärakenteiden eristekerroksesta havaittiin ilmayhteys sisäilmaan halkeamien kautta, alapohjan ja välipohjan sekä ulkoseinän liittymän kautta sekä ikkunaliittymien kautta. Ulkoseinärakenteissa ja ikkunoissa todetuilla vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Välipohjarakenteet olivat hyväkuntoisia. Välipohjarakenteessa VP2 havaittiin halkeamia, jotka ovat johtuneet rakenteiden liikkeistä. Liikuntasalin yläpuolisen IV-konehuoneen muovimattopäällysteistä havaittiin epätiiveyttä ja tilasta havaittiin merkkejä kosteusrasituksesta.

Rakennuksen alkuperäisestä vesikatteesta havaittiin lukuisia paikattuja liitoskohtia ja läpivientejä, jotka ovat vuotaneet rakennuksen elinkaaren aikana. Alkuperäisessä katteessa on myös lumenpoistosta aiheutuneita jälkiä, joiden kohdalla oli ruostetta. Tuloilmasäleikköjen liitoksissa havaittiin puutteita, joiden kautta vettä on kulkeutunut kattorakenteisiin. Räystäsalueilla tuuletus oli muutamissa paikoissa estynyt räystäitä vasten asennettujen eristekerrosten takia. Piilokoururakenteet räystäillä ovat monin paikoin vaurioituneet.

7.5.2020

Piilokourujärjestelmän puurakenteista havaittiin tummumia ja lahovaurioita. Järjestelmään liitettyjen sadevesisyökyjen tiiveyksissä havaittiin puutteita.

Ilmanvaihdossa havaittiin puutteita ulkoilmasäleikköjen alareunan korkeuksissa suhteessa kattopintaan. Ilmanottosäleikköjen tiiveyksissä seinärakenteisiin nähden havaittiin puutteita. Ilmanvaihtokoneiden viemäröinneissä havaittiin puutteita kaikkien koneiden osalta ja tuloilman mukana kulkeutuva vesi lammikoitui koneiden pohjalle. Liikuntasalin yläpuolisen IV-konehuoneen lattiakaivot olivat tukkeutuneita. Ilmanvaihtokoneiden alkuperäiset osat lähestyvät teknisen käyttöiän loppua.

7.5.2020

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Nopealla aikataululla tehtävät toimenpiteet:

- Sadevesien pois johtamisessa havaitut puutteet rakennuksen vierustoilla korjataan.
- Sadevesisyöksyissä ja kouruissa havaitut puutteet korjataan, piilokourujärjestelmää suositellaan uusittavaksi nopealla aikataululla.
- Alapohjakanaalien luukut ja sähkökeskuksen läpiviennit tiivistetään.
- Käyttöä turvaavana toimenpiteenä alapohjarakenteiden vaurioituneet lattiapäällysteet suositellaan poistettavaksi. Pohjat hiotaan betonipuhhtaaksi ja rakenteet kuivataan. Uudet lattiapäällysteet toteutetaan tehokkaasti vesihöyryä läpäisevillä tuotteilla.
- Katoksien vedenpoistossa ilmenneet ongelmat korjataan.
- Lounaissivustan katoksessa sijaitseva epätiivis läpivienti korjataan.
- Ruokalan tuloilmapäätelaitteet puhdistetaan.
- Tuloilman ulkoilmakammiot puhdistetaan.
- Ulkoilmasäleikköjen ja ulkoseinärakenteen epätiivisyyskohdat korjataan.
- IV-konehuoneet siistitään.
- TK6:n ja siihen liittyvien poistoilmakoneiden aika- ja kanavapaineohjaus tarkastetaan.
- TK4 koneen ilmamääräohjauksen tarkistamista.
- Auditorion kiertoilmakoneen äänenvaimentimen kunto selvitetään ja tarvittaessa korjataan.
- Auditorion alapuoliset siirtoilmatilat tyhjennetään tavaroista.
- Alapohjarakenteissa kulkevien kanavaosien rakenteellinen kunto tarkastetaan ja korjataan tarvittaessa.

Peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet:

- Maanpinnan vierustojen maa-aines uusitaan, routaeristeet uusitaan ja maanpinnan kallistukset korjataan.
- Salaojajärjestelmä uusitaan. Sisäpuolisen salaojituksen toteutus suunnitellaan alapohjarakenteiden korjausten yhteydessä.
- Sadevesijärjestelmä suositellaan uusittavan salaojajärjestelmän uusimisen yhteydessä.
- Salaojituksen uusimisen yhteydessä maanvastaisten seinien ulkopuoliset lämmön- ja vedeneristyskerrokset tarkistetaan ja uusitaan tarvittaessa.
- Maanvastaisen seinärakenteen KS3 sisäpuolinen tiiliverhous ja lämmöneristekerros puretaan.
- Sokkelirakenteisiin tehdään paikkakorjauksia. Ilmavirtauksia sokkelirakenteista sisäilmaan vähennetään ulkoseinärakenteisiin ja niihin liittyviin rakenteisiin tehtävien tiivistyskorjausten avulla.
- Alapohjarakenteet suositellaan purettavaksi. Alapuoliset täyttöaineskerrokset ja lämmöneristeet uusitaan ja valetaan uudet teräsbetonilaatat. Uudet alapohjarakenteet päällystetään vesihöyryä läpäisevillä pinnoitteilla.
- Alapohjakanaaleissa kulkeva tekniikka muutetaan kulkemaan esimerkiksi alakattopintojen yläpuolella mahdollisuuksien mukaan.
- Halkeamat välipohjarakenteissa korjataan. IV-konehuoneen muovimattopäällysteet korjataan tarvittavilta osin.
- Hissikuilun pohjan päällystekerros uusitaan.
- Liikuntasamarakenteesta poistetaan vaurioitunutta materiaalia mahdollisimman syvältä alapohjarakenteiden korjauksen yhteydessä. Liikuntasamarakenne tiivistetään kaikissa kerroksissa soveltuvan tiivistyskorjausjärjestelmän mukaisesti.
- Julkisivuihin kohdistuvaa kosteusrasitusta vähennetään muiden rakenneosien korjausten kautta. Elementtien saumat tarkastetaan ja uusitaan tarvittavilta osin. Eristekerroksissa esiintyvien mikrobivaurioiden vaikutusta sisäilmaan vähennetään paikkaamalla havaitut halkeamat ulkoseinärakenteen sisäkuoressa, sekä suorittamalla tiivistyskorjaukset ulkoseinän ja siihen liittyvien rakenteiden rajapinnoissa.
- Toinen raskaampi vaihtoehto on korjata julkisivut kokonaisuudessaan purkamalla betoninen ulkokuori ja uusimalla mineraalivillaeristeet. Ulkokuori korjataan kosteusteknisesti toimivaksi erikseen laaditun korjaussuunnitelman mukaisesti.
- Ikkunoiden ulkopuolisten pellitysten tiiveyden tarkastetaan ja korjataan. Metallisten ikkunoiden ja ulkoseinien väliset saumat uusitaan. Ikkunoiden ulkopuolelle asennetaan tippalista. Vanhat ikkunoiden sisäpuoliset listat poistetaan, puiset asennuskiilat poistetaan ja ikkunoiden asennusraot eristetään uudestaan.
- Vauriot ikkunasyvennysten maali- ja tasoitepinnoissa korjataan.

7.5.2020

- Rakennuksen pohjoissivustan ulokerakenteiden koteloinnit uusitaan.
- Ikkunoiden väliset levytykset rakennuksen pohjoissivulla korjataan.
- Ikkunoiden ja seinien liitoskohdat tiivistetään soveltuvalla tiivistyskorjausjärjestelmällä.
- Ulko-ovet huoltomaalataan. Puutteet ulko-ovien toimivuudessa korjataan tarvittavilta osin. Ovien puupaneloinnit uusitaan huoltomaalausten yhteydessä.
- Katosrakenteiden alapuoliset laudoitukset ja vaneroinnit uusitaan. Metalliset katokset huoltomaalataan.
- Alkuperäiset vesikatteet uusitaan. Katteen alapuolelle asennetaan aluskate. Yläpohjaeristeitä uusitaan tarvittavilta osin.
- Tummentuneet ja vaurioituneet akustiikkalevyt vaihdetaan uusiin.
- Seinien maali- ja tasoitepinnat hiotaan vaurioituneilta osin puhtaksi ja korjataan vesihöyryä läpäisevillä tuotteilla alueilla, joissa kosteutta voi siirtyä seinärakenteisiin kapillaarisesti.
- Märkätilat uusitaan kokonaisuudessaan.
- Ulkoilmasäleikköjen rakenteet uusitaan.
- Tuloilmakoneet viemäroidään / lammikoituminen estetään koneen sisällä.

7.5.2020

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	1
Toimenpide-ehdotukset.....	3
1 YHTEYSTIEDOT	7
1.1 Tilaaja.....	7
1.2 Tutkittava kohde	7
1.3 Tutkimuksen tekijät	7
2 TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT	8
2.1 Tutkimuksen tausta	8
2.2 Tutkimuksen tarkoitus	8
2.3 Tutkimuksen rajaus	8
2.4 Tutkimuksen ajankohta	8
2.5 Tutkimusmenetelmät	8
2.6 Käytetyt suunnitelmat ja asiakirjat.....	9
3 TUTKITTAVAN KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT	10
3.1 Perustiedot.....	10
3.2 Raportoidut sisäilmaongelmat	11
3.3 Olemassa olevat tutkimukset.....	11
3.4 Tiedossa olevat korjaukset.....	12
4 RAKENNETUTKIMUKSET	13
4.1 Rakennuksen vierustat	14
4.2 Salaojat	17
4.3 Sadevesijärjestelmät.....	20
4.4 Anturat ja perustusrakenteet.....	23
4.5 Maanvastaiset seinät	26
4.6 Sokkelit	32
4.7 Alapohjarakenteet.....	35
4.8 Alapohjakanaalit.....	40
4.9 Väestönsuojat	43
4.10 Kantavat väliseinät	45
4.11 Pilarit ja palkit.....	47
4.12 Välipohjat.....	48
4.13 Porras- ja hissikuulut	54
4.14 Liikuntasamat	58
4.15 Ulkoseinät	61
4.16 Ikkunat ja ulko-ovet	70
4.17 Parvekkeet, katokset ja ulkotasot	76

7.5.2020

4.18	Yläpohja- ja vesikattorakenteet	80
4.19	Räystäät ja syöksytorvet	89
4.20	Kevyet väliseinät.....	92
4.21	Lattiapinnat	92
4.22	Sisäkattopinnat.....	94
4.23	Seinäpinnat	96
4.24	Märkätilat	97
5	ILMANVAIHTOTUTKIMUKSET	99
5.1	Ilmanvaihtokoneet	100
5.2	Ilmanjako	109
6	SISÄILMAN MITTAUKSET	113
6.1	Lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidi.....	113
6.2	Paine-eromittaukset	114
6.3	Flec ja ilmavoc mittaukset	114
6.4	Pölyn koostumus	116
6.5	Kuitujen mittaaminen.....	116
7	PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET	117
	LIITTEET	118

7.5.2020

1 YHTEYSTIEDOT

1.1 Tilaaja

Turun kaupunki, tilapalvelukeskus

Yhteyshenkilöt:

Kati Järvi, sisäilmapäällikkö

Johanna Kaipia, sisäilma-asiantuntija

1.2 Tutkittava kohde

Turun Lyseon koulu

Varusmestarintie 19

20360 Turku

1.3 Tutkimuksen tekijät

FCG Finnish Consulting Group Oy

Rakennusterveys ja sisäilmasto

Vastaava kuntotutkija:

Sauli Kodisoja, Ins (amk), RTA, rakenteiden kosteudenmittaaja

Kuntotutkijat:

Petri Tuomisto, Ins (amk), rakenteiden kosteudenmittaaja

Jussi Pirttimäki, Rkm (amk), kosteusvaurion kuntotutkija (FISE)

LVI-osuus

Teemu Linnakoski, LVI-asiantuntija

Tarkastaja

Kasper Käyhkö, DI, Kehityspäällikkö

7.5.2020

2 TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

2.1 Tutkimuksen tausta

Koulurakennuksessa on selvitetty heikentyneeseen sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä useaan kertaan. Tutkimista jatketaan tekemällä koko koulun kattava kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.

Tulevassa tutkimuksessa, näytteenotossa ja tulosten tulkinnassa noudatetaan tutkimuksen aikana voimassa olevia määräyksiä ja asetuksia (ks. LIITE: Ohjeet ja asetukset).

2.2 Tutkimuksen tarkoitus

Riskiarviossa on selvitetty rakennuksen mahdolliset riskirakenteet lähtöaineistoa hyödyntäen, minkä pohjalta on laadittu tutkimussuunnitelma varsinaista kuntotutkimusta varten. Kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää ovatko riskiarviossa läpi käydyt riskit toteutuneet. Tutkimuksessa selvitetään myös mahdollisten vaurioiden laajuus, epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan sekä rakenteiden korjattavuutta.

2.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimus koskee koko koulurakennusta. Kuntotutkimuksessa pääpaino on rakenneteknisissä tarkasteluissa, jolloin keskitytään kosteusvaurioituneisiin tai sellaisiksi epäiltyihin rakenteisiin sekä muihin sisäilmanlaatuun mahdollisesti vaikuttaviin rakenneosiin ja materiaaleihin. Lisäksi kuntotutkimuksessa arvioidaan taloteknisten järjestelmien vaikutusta sisäilmaolosuhteisiin.

2.4 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset suoritettiin helmikuussa ja maaliskuussa 2020.

2.5 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytettävät tutkimusmenetelmät on esitetty alla. Tarkemmat kuvaukset tutkimusmenetelmistä sekä tulosten tulkinnasta on esitetty liitteenä olevissa menetelmäkorteissa (ks. LIITTEET).

Tutkimuksessa käytettävät tutkimusmenetelmät:

- Lähtöaineiston asiakirjatarkastelu
- Rakenteiden rakennusfysikaalinen ja sisäilmatekninen riskiarvio olemassa olevien suunnitelmien perusteella.
- Aistinvaraiset arviot paikan päällä
- Rakennekerrosten, tyyppien ja –liittymien selvitykset rakenneavauksin
 - Tarkastellaan toteutustapaa, rakennusfysikaalista toimintaa ja kuntoa
- Kosteusmittaukset
 - LIITE: Pintakosteuskartoitus
 - LIITE: Viiltokosteusmittaukset
 - LIITE: Porareikäkosteusmittaus
- Rakennusmateriaalinäytteenotto mikrobianalyysiä varten (LIITE: Mikrobit yleisesti)
 - LIITE: Suoraviljelymikrobinäytteet
- Näytteenotto haihtuvien orgaanisten yhdisteiden selvittämiseksi
 - LIITE: Rakennusmateriaalien VOC-yhdisteet (VOC-BULK)
- Paine-eromittaukset (LIITE: Paine-ero)
- Sisäilmamittaukset ja –näytteet
 - LIITE: Teolliset mineraalikulituskeumanäytteet
 - LIITE: Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

7.5.2020

- LIITE: Sisäilman hiilidioksidipitoisuus
- Rakenteiden ja rakenneliitosten tiiveysmittaukset
 - LIITE: Merkkiainekokeet

2.6 Käytetyt suunnitelmat ja asiakirjat

Lähtötietoina asiakirjatarkasteluissa käytettiin kiinteistössä aiemmin tehtyjä selvityksiä ja tutkimuksia sekä kaupungin arkistosta saatuja suunnitteluasiakirjoja:

- Alkuperäisiä ARK- ja RAK-piirustuksia
- Automaatiopiirustuksia
- Alkuperäisiä IV-piirustuksia

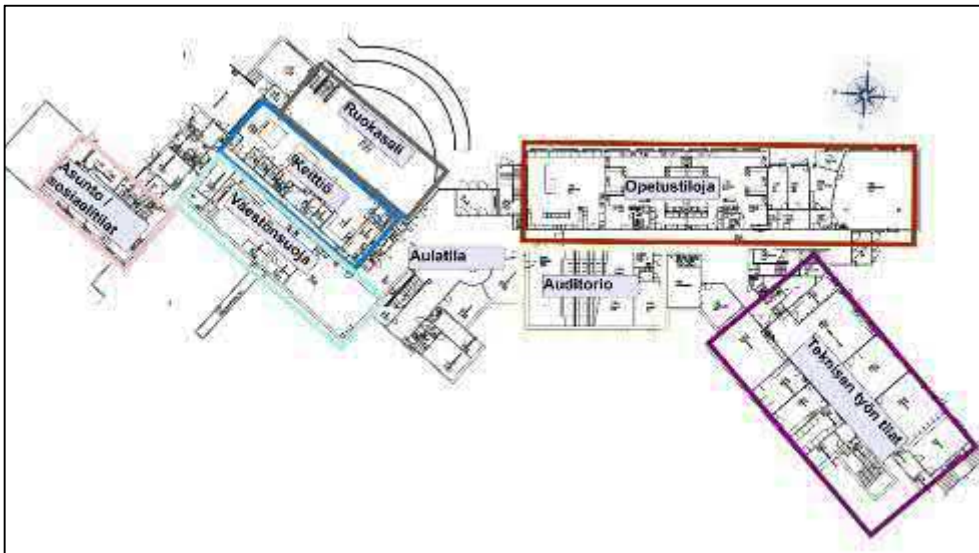
7.5.2020

3 TUTKITTAVAN KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT

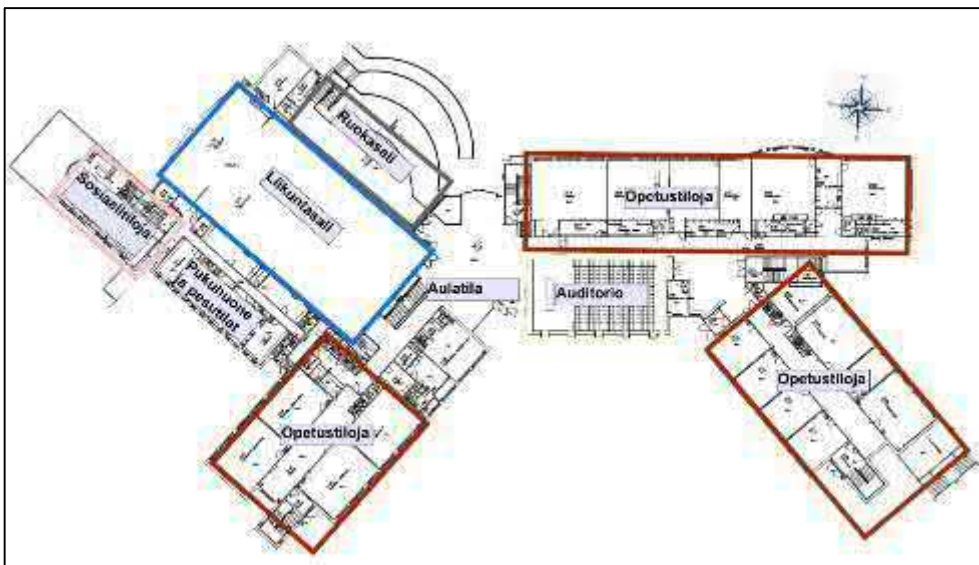
3.1 Perustiedot

Tutkimuksen kohteena on 1994 valmistunut koulurakennus, joka sijaitsee Turussa. Rakennuksen bruttopinta-ala on 9 365 m² ja tilavuus 39 710 m³. Rakennus on kolmikerroksinen. Rakennuksessa on 5 eri siipeä. A1, A2, A3, B1 ja B2. A1 sisältää asunto- ja sosiaali-tilat rakennuksen länsiosassa. A2 sisältää 1. kerroksen väestönsuojatilat, keittiön ja ruokasalin sekä 2. kerroksen liikuntasalin ja pukuhuonetilat. Osa A3 sisältää 1. ja 2. kerroksen aulatilat sekä 2. kerroksen eteläsiiven opetustilat. Osa B1 sisältää Auditorion ja opetustilat 1. 2. ja 3. kerroksen osalta. B2 sisältää tekniset tilat 1. kerroksessa ja opetustiloja 2. ja 3. kerroksessa. A- ja B-osan välissä on liikuntasauama.

Rakennus on perustettu pilari- ja nauha-anturoiden varaan kalliolle tai moreenille. Kantavana pystyrakenteena ovat betoniset ulko- ja väliseinäelementit sekä betonipilarit. Kantavana vaakarakenteena ovat teräs-betonipalkit. Pohjakerroksessa alapohjarakenteena on sekä kantavaa, että maanvaraista teräsbetonilaattaa. Toisen kerroksen koilliskulman opetustilat sekä pukuhuoneet ja pesutilat ovat maanvastaisia, muilta osin tilojen välipohjarakenteena on ontelolaatta tai paikallavalettu teräsbetonilaatta. Yläpohjan kantavana rakenteena ovat ontelolaatat, TT-laatat sekä paikallavalettu betoni. Vesikatteena on konesaumapelti. Julkisivumateriaalina on tiili sekä pelti.

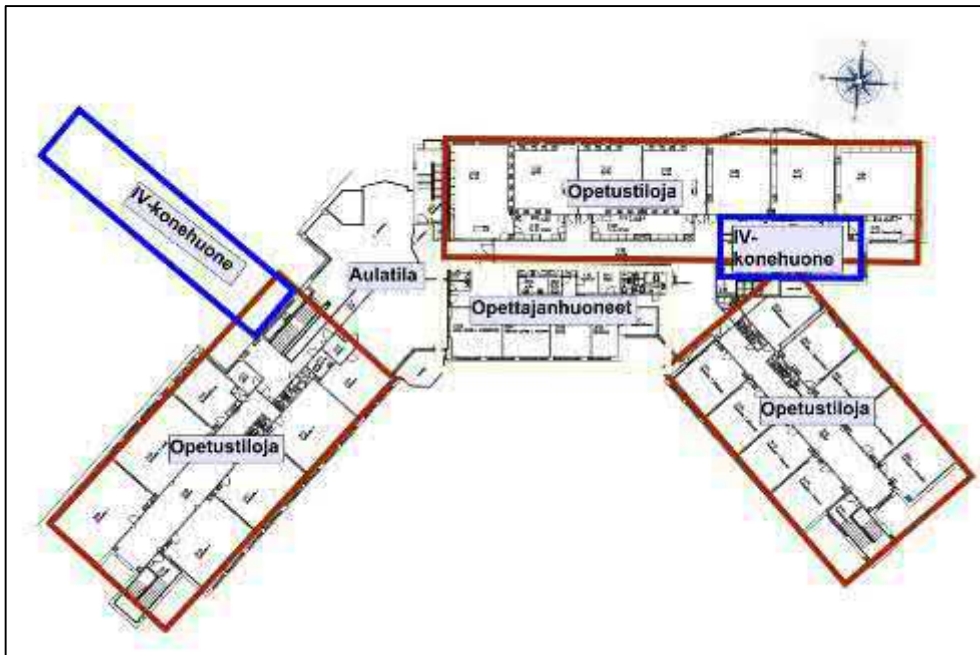


Kuva 1. Rakennuksen 1. kerros.



Kuva 2. Rakennuksen 2. kerros.

7.5.2020



Kuva 3. Rakennuksen 3. kerros.

3.2 Raportoidut sisäilmaongelmat

Kohteella työskentelevä henkilökunta on raportoinut heikosta sisäilmanlaadusta.

3.3 Olemassa olevat tutkimukset

Alla on esitetty tilaajan toimittamat, kohteeseen aiemmin tehdyt tutkimukset sekä tutkimusten pääkohdat, tutkimuksissa havaitut suurimmat puutteet ja muut tutkimuksissa sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät. Ilmanvaihdon tutkimukset on käsitelty ilmanvaihto-osiossa.

Kohteella on myös tehty kuitunäytteenottoja sekä pölynkoostumusnäytteenotto. Näistä ei ollut vielä saatavilla raporttia tutkimussuunnitelman tekovaiheessa.

AT Kiinteistöcontrol Oy, Vahinkokartoitusraportti, 22.2.2019

Vahinkokartoituksessa selvitettiin jäätyneiden räystäiden sulamisveden aiheuttamia kosteusvaurioita ja laajuutta. Kosteusvaurioita havaittiin tiloissa 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 2A, liikuntasalin tuolivarastossa, ruokasalissa ja pääsisäänkäynnin edustalla aulassa.

Vesi oli havaintojen mukaan valunut täysin jäätyneestä räystäskourusta yli ja tätä myöten rakennuksen seinustalle. Ruokasaliin vesi oli päässyt pellityksen saumoista. Aulaan ja liikuntasalin seinään vesi oli päässyt joko kattopellityksen väliin sulaneiden tuiskulumien kautta tai jäätyneen räystäskourun johdosta.

Vahinkoja havaittiin sisäkattorakenteissa, ikkunarakenteissa sekä lattiarakenteista ikkunoiden edustoilta. Raportti ei sisältänyt toimenpide-ehtoja.

Tilaaajalta saadun tiedon mukaan aiheutuneet vauriot on korjattu.

L-S Kuivaus Oy, Kosteusmittausraportti, 28.6.2019

Kosteuskartoituksessa selvitettiin alapohjarakenteiden kosteuspitoisuuksia porareikämittauksin ja aistinvaraisin havainnoin keittiöön jo tehtyä perusparannusta varten. Mittaus rajautui keittiötiloihin. Aikaisemmin korjattuja epoksimassalattioita ei mitattu.

Havaintojen mukaan betonilaatta oli kauttaaltaan märkä, myös aikaisemmin korjattujen massalattioiden alueen oletettiin raportissa olevan märkiä. Betonilaatan alla olevan EPS-eristeen ja täyttöaineen on todettu olevan märkiä. Eristeen alta on todettu puuttuvan kapilaarikatkerros.

Toimenpide-ehtotuksena on suositeltu betonilaatan poistamista ja maa-aineksen vaihtoa. Vaihtoehtoisena korjaustapana on suositeltu betonilaatan kuivaamista. Lattiapinnat on lähtötietoihin perustuen kuivattu.

7.5.2020

L-S Kuivaus Oy, Kosteusmittausraportti, 25.7.2019

Kosteusmittauksessa on todettu keittiön betonilattian olevan riittävän kuiva pinnoitusta varten mitatuista kohdista.

3.4 Tiedossa olevat korjaukset

- Vesikaton korjaus 2014.
- Valmistuskeittiön saneeraustyö syksyllä 2019.

7.5.2020

4 RAKENNETUTKIMUKSET

Tutkimusraportti on jaettu rakennusosittain ja rakenneosittain alalukuihin. Rakenneosat käydään läpi pääsääntöisesti Talo 2000 –nimikkeistön mukaisessa järjestyksessä. Raportti on tarkoitettu luettavaksi rinnan erillisen liitetiedoston kanssa. Liitetiedosto sisältää

- paikannuskuvan
- rakenneavaustaulukon
- näytetulostaulukot
- rakenneavauskortit
- laboratorioden analyysilausekset.

Kaikki merkinnät ovat tehty samaan paikannuskuvaan eri tasoille. Tasoja pystyy ottamaan näkyviin tai piilotamaan valintanauhasta, jonka saa näkyviin painamalla Ctrl + L. Liitetiedostossa liikkuminen onnistuu linkkien välityksellä, eli esimerkiksi avausta AP1.1 klikkaamalla pääsee siirtymään suoraan avausta koskevaan rakenneavauskorttiin. Näytettä klikkaamalla pääsee siirtymään näytetulostaulukkoon. Taulukoiden ja korttien jne. lopussa on "palaa paikannuskuvaan" -linkki.

Rakenneosaluku on jaettu alla oleviin kappaleisiin:

Sijainti

Kappaleessa käy ilmi missä päin rakennusta kyseisessä luvussa tarkasteltava rakenne/rakenteet sijaitsevat.

Rakenne

Kappaleessa on esitetty kyseisessä luvussa tarkasteltava rakenne/rakenteet. Kappaleessa kerrotaan, jos rakenneavauksista on todettu kyseisen rakenteen poikkeavan oletetusta/suunnitelmien mukaisesta rakenteesta.

Riskiarvio

Kappaleessa käydään läpi kyseisessä luvussa tarkasteltavan rakenteen/rakenteiden yleisimmän kosteus- ja sisäilmatekniset riskit. Riskiarviossa läpikäytyt riskit toimivat tutkimuskysymyksinä tutkimusta tehtäessä. Tutkimuksilla pyritään selvittämään mitkä riskeistä ovat käyneet tai eivät ole käyneet toteen.

Tutkimukset ja havainnot

Kappaleessa käydään läpi kyseisessä luvussa tarkasteltavaan rakenteeseen/rakenteisiin tehdyt tutkimukset, mittaukset ja havainnot sekä niiden tulokset. Luvussa tehdään yhteenveto rakenteeseen/rakenteisiin tehtyjen rakenneavausten havainnoista ja näytetuloksista. Rakenneavauskohtaiset havainnot on esitetty liitteenä olevassa rakenneavausten kokoojataulukossa sekä rakenneavauskorteissa.

Johtopäätökset

Kappale on pohdintaa siitä, että mitkä riskiarviossa esitetyistä riskeistä ovat tutkimusten perusteella käyneet toteen kyseisessä rakenteessa/rakenteissa. Kappaleessa otetaan lisäksi kantaa vaurioiden syihin, vaurioiden laajuuteen sekä vaurioiden vaikutuksesta rakennuksen sisäilman laatuun.

Toimenpide-ehdotukset

Kappaleessa esitetään toimenpide-ehdotukset, joiden avulla voidaan varmistua, että tarkasteltava rakenne/rakenteet saadaan korjattua kosteus- ja sisäilmateknisesti toimiviksi. Toimenpide-ehdotusten tarkoituksena ei ole olla valmis korjaussuunnitelma.

7.5.2020

4.1 Rakennuksen vierustat

Riskiarvio

- Rakennuksen ympäröivän maanpinnan muotoilu voi olla puutteellista, jolloin pintavedet ohjautuvat heikosti pois rakennuksen vierustoilta ja saattavat lammikoitua.
- Rakennuksen vierustäyttö voi olla heikosti kosteutta läpäisevää, mikä lisää anturoiden ja perusmuurien kosteuskuormitusta.
- Rakennuksen vierustoilla käytetty routasuojaus voi puuttua tai se saattaa viettää rakennukseen päin.
- Rakennuksen vierustoilla voi olla istutuksia, jotka heikentävät sokkeli- ja ulkoseinärakenteen kuivumista ja joiden juuret voivat vaurioittaa rakenteita tai rakenneosia (esim. salaojat).

Tutkimukset ja havainnot

Rakennuksen vierustoja tutkittiin aistinvaraisin havainnoin sekä neljän rakennuksen viereen tehdyn koekuopan kautta.

Rakennus sijaitsee rinteessä. Eteläsivu on ylärinteen puolella. Etelänpuoleinen piha on kivetetty. Kivetyksen pinta viettää paikoittain loivasti rakennukselta poispäin, paikoittain kallistukset ovat puutteelliset. Lounaissivustalla rakennuksen vierustoilla on sorastusta ja nurmikkoja. Asuinhuoneiston ja henkilökunnan sosiaalitilojen kohdalla maanpinta viettää rakennukseen päin. Kohdassa oli niskaoja, joka ohjaa osan sadevedestä rakennuksen sivustaa pitkin alarinteeseen päin. Luoteissivustalla lastauslaiturin ympäristössä vierustat on asfalttoitu. Asfaltti on painunut rakennuksen viereltä ja vierustalla oli merkkejä veden lammikoitumisesta. Pohjoissivustalla pääsisäänkäynnin ja ruokasalin edusta on kivetetty. Pohjoisella sivustalla opetustilojen kohdalla vierusta on nurmikkoja. Maanpinta viettää rakennukselta poispäin. Teknisentyön tilojen edusta on asfalttoitu. Asfaltti on osittain painunut rakennuksen vierustalta ja painumien kohdalta havaittiin merkkejä veden lammikoitumisesta. Rakennuksen vierustoilta ei havaittu kasvillisuutta tai muita tekijöitä, joilla olisi heikentävää vaikutusta rakennuksen kosteustekniseen toimintaan.

Rakennuksen vierustoilta tehdyistä koekuopista havaittiin vierustan maa-aineksen olevan suunnitelmista poiketen pääosin hienojakoista hiekkaa. Routasuojauksen havaittiin viettävän osittain loivasti rakennusta kohti. Maanvastaisten seinien kohdalla oli ulkopuolisena vedeneristyksenä bitumikermi. Ulkopuolisena lämmöneristyksenä oli EPS-eriste.

7.5.2020



Kuva 4. Eteläisen ylärinteen puolella sijaitseva sisäpiha on kivetetty. Kivetyksen pinta kallisti loivasti rakennukselta pois päin. Kallistuksissa on paikoittain puutteita.



Kuva 5. Lounaissivustalla sosiaalityötilojen ja asuinhuoneiston kohdalla maanpinta viettää rakennusta kohti. Rakennuksen vieressä on matala niskaoja.



Kuva 6. Lastauslaiturin vieressä rakennuksen maanpinnan kallistukset olivat puutteelliset. Asfaltin pinnalta sokkelin vierestä havaittiin merkkejä veden lammikoitumisesta.

7.5.2020



Kuva 7. Pohjoissivustalla opetustilojen edustalla rakennuksen vierusta on nurmikkoa.



Kuva 8. Itäisellä sivustalla teknisentyön tilojen edusta on asfaloitu. Asfaltti on painunut ja vierustalta havaittiin merkkejä veden lammikoitumisesta.



Kuva 9. Koekuoppa KK3. Rakennuksen vierustäyttö on hienojakoista maa-ainesta. Joukossa on vähäisiä määriä soraa. Routaeristeiden kallistuksissa on puutteita.



Kuva 10. Koekuoppa KK2. Vierustäytön maa-aines on hienojakoista. Routaeristys kallistaa loivasti rakennusta kohti.

7.5.2020

Johtopäätökset

Vierustat kallistavat rakennusta kohti lounaissivustalla keittiöhenkilökunnan sosiaalitilojen edustalla. Keittiöhenkilökunnan tiloista havaittiin merkkejä kosteusrasituksesta rakennuksen vieressä sijaitsevasta niskaojasta huolimatta. Eteläisivustalla, luoteisivustalla ja rakennuksen itäpuolella pintamaan kallistukset olivat loivia ja osittain tasaisia tai hieman rakennusta kohti viettäviä. Tämä aiheuttaa kosteusrasitusta perustusrakenteille ja ulkoseinän alaosille, kun pintavedet eivät ohjaudu pois rakennuksen sivustoilta. Rakennuksen vierustoilla maa-aines on hienojakoista, jolloin vierustojen kuivumiskyky heikkenee oleellisesti. Kosteus nousee kapillaarisesti hienoajakoista hiekkaa pitkin. Routalevytysten puutteellinen kallistus lisää kosteusrasitusta perustusrakenteille.

Toimenpide-ehdotukset

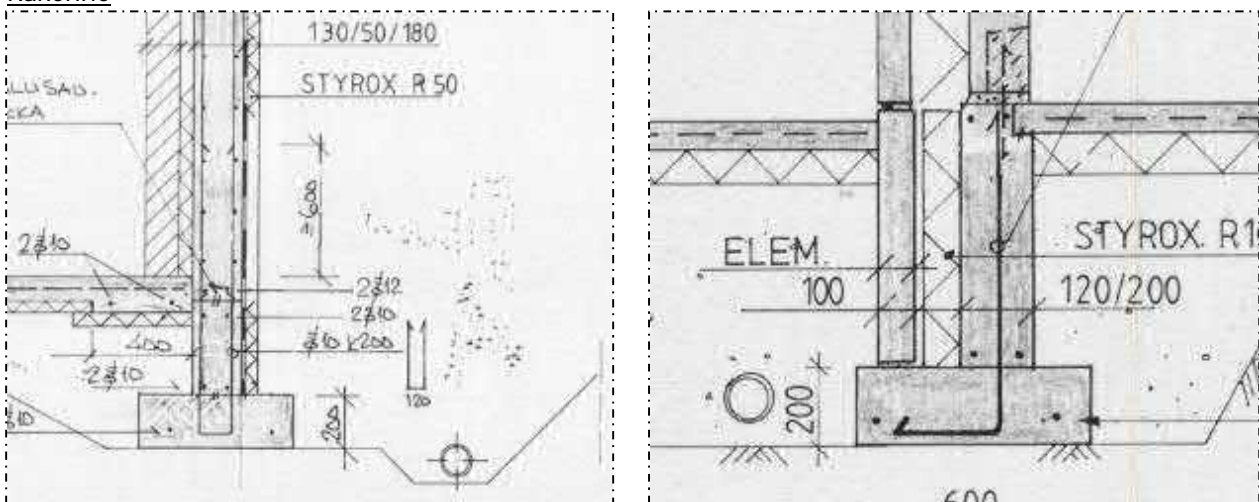
Rakennuksen vierustoilla pystysalaojakerroksen hienojakoinen maa-aines vaihdetaan routimattomaksi sala-ojasoraksi. Routaeristeet uusitaan ja kallistukset korjataan. Vierustojen maanpinta kallistetaan pois päin rakennukselta. Suositeltu kallistus on vähintään 150mm kolmen metrin matkalla. Vierustojen pintamaan ylin kerros voidaan toteuttaa aina sokkeliin asti vettä pidättävänä kerroksena (esim. asfaltti/pihakivetyks), mikä ohjaa sadevedet pois päin rakennuksesta.

4.2 Salaojat

Sijainti

Salaojista ei ollut saatavilla erillistä pohjakuvaa. Leikkauskuvissa salaojia on esitetty sekä rakennuksen ulkopuolisina että sisäpuolisina salaojalinjoina.

Rakenne



Kuva 11. Salaojien paikka esitettynä rakennekuvissa. Joissain leikkauskuvissa salaojan pinta on esitetty anturan alapinnan yläpuolella.

Riskiarvio

- Salaojat ovat lähtötietojen mukaan alkuperäisiä. Vuosina 1950-2000 rakennetun talon salaojajärjestelmän käyttöikä on tavallisesti 30-50 vuotta.
- Salaojaputket voivat olla tukkeutuneet tai ne voivat olla rikkoutuneet esimerkiksi maan painumisen johdosta.
- Rakennuksen vierustoilla sijaitseva pystysalaojituskerros saattaa puuttua. Salaojituskerros voi olla myös sekoittunut viereisten maa-ainesten kanssa, mikäli kerroksia ei ole eroteltu suodatinkankaalla.
- Salaojien kallistukset saattavat olla puutteelliset. Ulkosalaojissa kallistusten tulisi olla vähintään 1:200 ja sisäpuolisissa salaojissa vähintään 1:100. Mikäli kallistusta on vähemmän, saattaa alapohjarakenteisiin kohdistua ylimääräistä kosteusrasitusta.

7.5.2020

- Osaan leikkauskuvista salaojan korkotaso on piirretty anturan alapinnan tasalle tai hieman korkeammalle. Salaojaputkien tulisi sijaita anturalinjan alapuolella.
- Salaojajärjestelmän toimimattomuus tai puuttuminen saattavat ilmetä kosteusvaurioina sisäpuolisissa rakenteissa esim. maanvastaiset seinät, alapohjarakenteet, kantavat väliseinät.

Tutkimukset ja havainnot

Salaojien toimintaa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin salaojien sisäpuolisten ja ulkopuolisten tarkastuskaivojen kautta sekä neljän rakennuksen vierustalle kaivetun koekuopan kautta.

Sisäpuolisten tarkastuskaivojen pohjat olivat kuivia. Havaintojen perusteella kaivoissa ei ole kulkenut vettä. Rakennuksen täyttömaa on rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella hienojakoista hiekkaa. Rakennusten sisäpuolisten salaojien korkeusasemasta anturaan nähden ei saatu tietoa tutkimusten yhteydessä. Rakennuksen ulkopuolelta havaittiin vain yksi salaojan tarkastuskaivo. Rakennuksen vierustalle tehtyjen koekuoppien kautta havaittiin pystysalaojituserroksen olevan suurimmaksi osaksi hienojakoista maa-ainesta. Salaojaputki oli asennettu hienojakoisen maa-ainekseen ja salaojaputki sijaitsi kaikissa tarkastelupisteissä anturapinnan yläpuolella.



Kuva 12. Sisäpuolisten salaojien tarkastuskaivo rakennuksen länsipäädyssä sisäänkäynnin edustalla. Kaivon pohjalta havaittiin kuollut rotta.



Kuva 13. Sisäpuolinen salaojien tarkastuskaivo rakennuksen pääsisäänkäynnin edustalla rappusten alapuolella.

7.5.2020



Kuva 14. Rakennuksen ulkopuolelta havaittiin yksi sala-
ojan tarkastuskaivo itäseinustalta.



Kuva 15. Salaojan tarkastuskaivo rakennuksen itäseinus-
talla.



Kuva 16. Koekuoppa KK2 rakennuksen yläpihalla. Sala-
ojaputki sijaitsee hienojakoisen maa-aineksen jou-
kossa. Salaojan korkeusasema on virheellisesti antura-
pinnan yläpuolella.



Kuva 17. Koekuoppa KK3 rakennuksen lounaissivustalla. Sala-
ojaputki on asennettu hienojakoisen maa-aineksen
joukkoon ja sen korkeusasema on anturapinnan yläpuo-
lella.

7.5.2020

Johtopäätökset

Salaojien toiminnassa on puutteita. Salaojaputket on asennettu virheellisesti anturapinnan yläpuolelle ja hienojakoinen maa-aines rakennuksen vierustoilla edesauttaa kapillaarista kosteuden siirtymistä perustuksille ja voi tukkia salaojaputkia. Sisäpuolelta tehtyjen havaintojen perusteella alapohjarakenteisiin ja seinärakenteiden alaosiin kohdistuu huomattavia määriä kosteusrasitusta. Tämä johtuu suurelta osin puutteellisista sisä- ja ulkopuolisista salaojituksista sekä rakennuksen pohjan puutteellisesta kuivatusjärjestelmästä. Rakennus on perustettu kalliolle ja vesi voi kulkeutua kallion pintoja pitkin tai kallioiden raoista rakennuksen perustuksiin.

Toimenpide-ehdotukset

Salaojat tulee uusida kokonaisuudessaan. Samalla korjataan puutteelliset routaeristykset ja maanpinnan kallistukset rakennuksen vierustoilla. Salaojien korjauksessa tulee ottaa huomioon rakennuksen sijainti kalliolla maaperällä. Sisäpuoliset salaojat suositellaan uusittavaksi alapohjarakenteiden korjausten yhteydessä.

4.3 Sadevesijärjestelmät

Riski-arvio

- Hulevesien johtamisessa sadevesikaivoihin saattaa esiintyä puutteita esimerkiksi tonttialueen maanpinnan muotoilussa tai sadevesikaivojen sijainneissa.
- Osa kattovesien ohjauksessa on käytetty ns. piilokouruja, jotka on rakennettu vesikattojen sivustoille. Piilokouruista kattovedet johdetaan alas sadevesikaivoihin syöksytorvien kautta. Piilokourun pintarakenteissa ja syöksytorven sekä piilokourun liitoskohdassa saattaa esiintyä epätiiviitä kohtia, jolloin kattovedet valuvat rakenteisiin, rakennuksen seinustalle tai roiskeina sokkelilinjalle.
- Kattovesiä on ohjattu myös ulkopuolisilla pintakouruilla, joissa saattaa esiintyä puutetta toimivuudessa tai kaadoissa, jolloin kattovedet valuvat rakennuksen vierustoille.

Tutkimukset ja havainnot

Sadevesijärjestelmien kuntoa tutkittiin aistinvaraisesti rakennuksen vierustoilta sekä sadevesijärjestelmän tarkastuskaivoista käsin. Räystäisiin ja sadevesisyöksyihin liittyvät tutkimukset ja havainnot on esitetty luvussa 4.19.

Sadevesijärjestelmän tarkastuskaivoista ei havaittu poikkeavaa. Katolta tulevat sadevedet oli johdettu suurimmaksi osaksi suoraan sadevesijärjestelmään. Poikkeuksena oli katoksilta johdetut sekä liikuntasalin pukuhuonetiilojen kohdalla vesikatolta johdetut sadevedet. Näillä kohdilla sadevedet ohjattiin rakennuksen vierustalle. Liikuntasalin pukuhuonetiilojen kohdalla sadeveden havaittiin lammikoituvan rakennuksen vierustoille. Syyksi havaittiin betonisten maahan asennettujen sadevesikourujen epätiivetydet. Itäseinustalla sisäänkäynnin kohdalla katoksen sadevedet ohjautuivat rakennuksen vierustalle ja kastelivat sokkelirakenteita. Rakennuksen lounaiskulmassa sisäänkäynnin edustalla sadevesikaivo oli täynnä soraa. Useasta kaivosta havaittiin roskasihdin olevan lähes tukkeutunut kasvillisuudesta ja roskista.

7.5.2020



Kuva 18. Sadevesijärjestelmän tarkastuskaivot olivat pääosin siistit.



Kuva 19. Sadevedet oli ohjattu suoraan sadevesijärjestelmään.



Kuva 20. Rakennuksen lounaissivustan sisäänkäynnin kohdalla on tukkeutunut sadevesikaivo.



Kuva 21. Liikuntasalin pukuhuonetilojen edustalla sadevedet ohjautuvat rakennuksen vierustalle. Betoniset sadevesikourut ovat epätiivittä.

7.5.2020



Kuva 22. Rakennuksen itäseinustan katokselta johdetut vedet ajautuvat sisäänkäynnin vierustalle.



Kuva 23. Itäsivustan sisäänkäynnin vierustan sokkelista havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Asfaltista havaittiin merkkejä veden lammikoitumisesta.



Kuva 24. Osa sadevesikaivojen roskasihdeistä oli täynnä mm. kasvillisuutta ja roskaa.

7.5.2020

Johtopäätökset

Sadevesien ohjauksissa havaittiin useita puutteita. Rakennuksen vierustoille ohjautuvat sadevedet aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta sokkeli- ja perustusrakenteille. Tukokset heikentävät järjestelmän toimivuutta ja saattavat padottaa sadevesiä järjestelmässä.

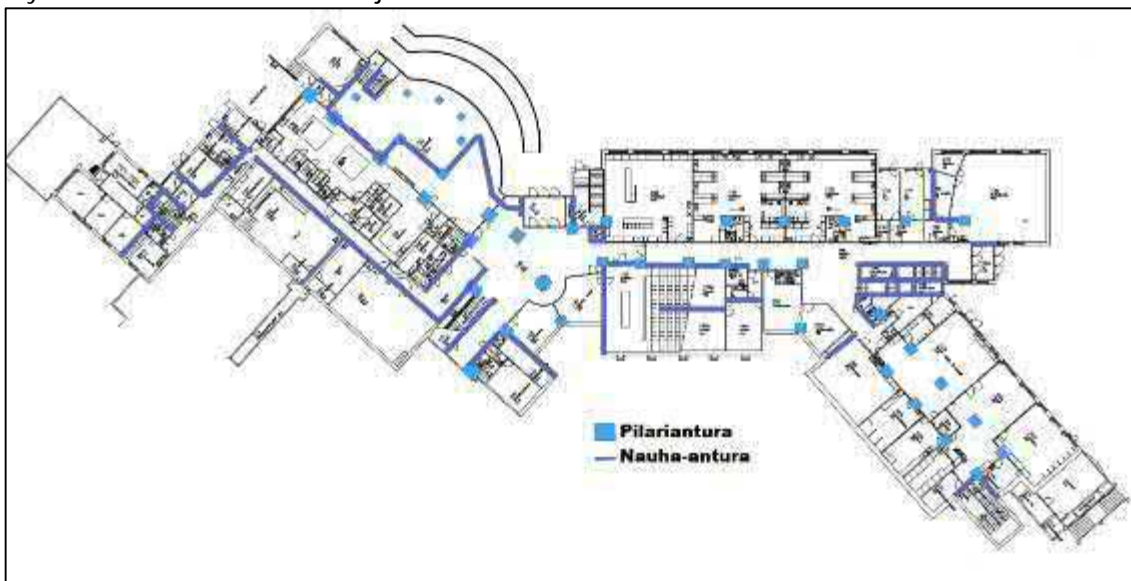
Toimenpide-ehdotukset

Jokaisen syöksytorven alle lisätään oma sadevesikaivo. Sadevedet tulee ohjata katoilta ja katoksilta suoraan sadevesijärjestelmään rakennuksen joka puolella. Koko sadevesijärjestelmän uusiminen on usein järkevää salaojajorjausten yhteydessä.

4.4 Anturat ja perustusrakenteet

Sijainti

Sisäpuolisten nauha-anturalinjojen sekä pilarianturoiden sijainnit on merkitty alla olevaan pohjakuvaan. Myös rakennuksen ulkoseinälinjat tukeutuvat nauha-anturoihin.

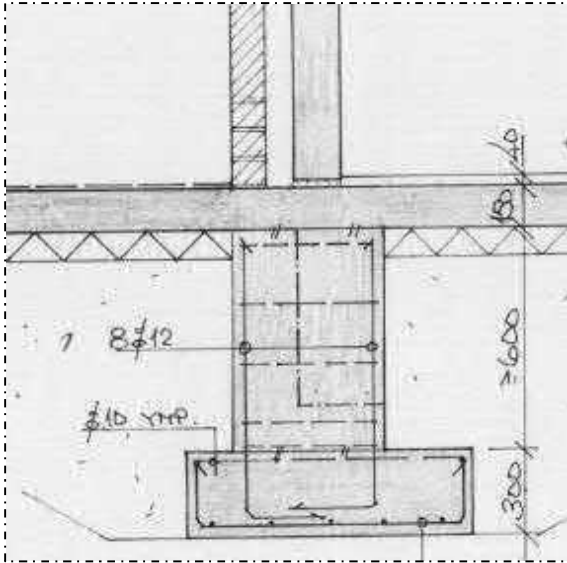


Kuva 25. Pohjakuvaan on merkitty rakennuksen sisäpuolella sijaitsevat pilarianturat sekä nauha-anturalinjat.

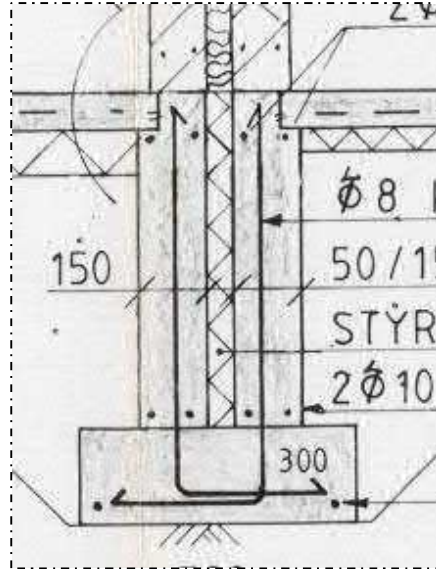
Rakenne

Rakennus on perustettu nauha-anturoiden sekä pilarianturoiden varaan moreenille tai louhitulle kalliolle. Kuormat siirtyvät ulkoseinäelementin sisäkuoren kautta anturalinjoille. Rakennuksen keskellä kuormat siirretään betonipilarien tai kantavien väliseinien kautta anturoille.

7.5.2020



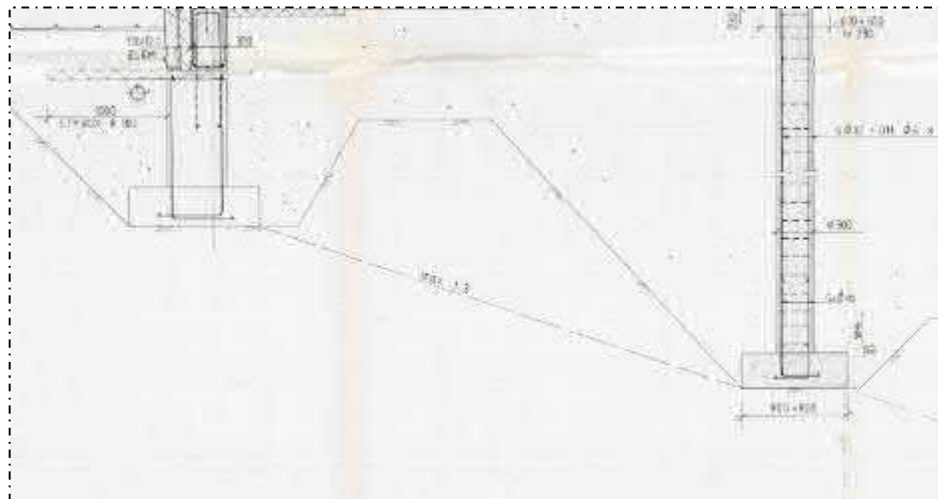
Kuva 26. Anturan ja perusmuurin toteutusperiaate.



Kuva 27. Nauha-anturalinjan päältä nouseva perusmuuri on halkaistu EPS-eristeellä.

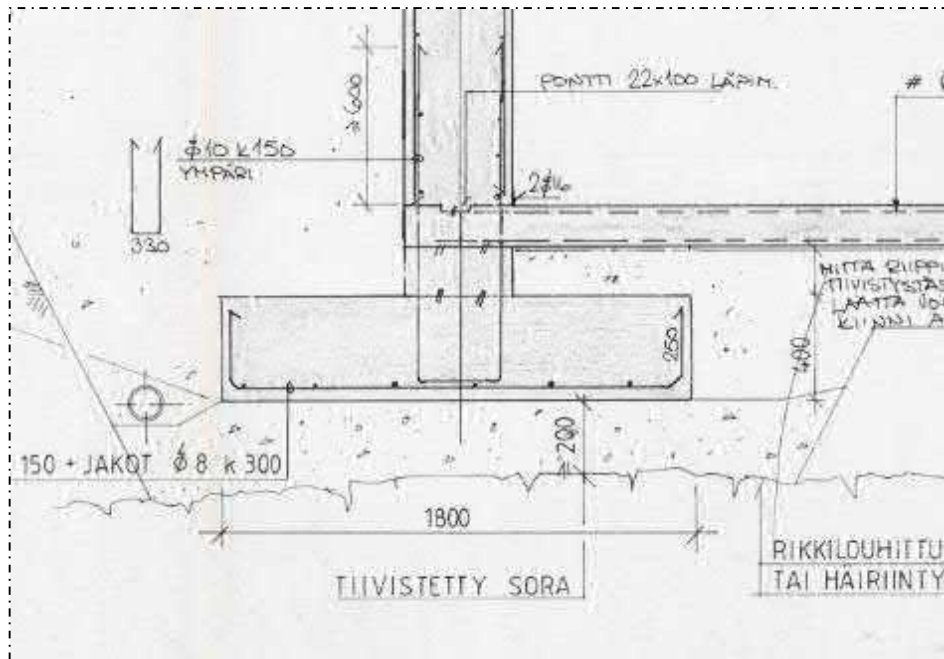
Riskiarvio

- Osassa rakennekuvista salaojien korkotaso on merkitty anturalinjojen alapinnan yläpuolelle, tämä saattaa aiheuttaa kosteusrasitusta perustusrakenteille ja niihin liittyviin rakenteisiin.
- Anturoiden ja siihen liittyvien alapohjarakenteiden välissä ei ole rakennekuvien perusteella kapillaarikatkoa. Kosteus saattaa nousta anturaa pitkin kapillaarisesti kantaville seinälinjoille tai alapohjarakenteisiin ja aiheuttaa vaurioita mm. pinnoitteissa ja eristekerroksissa.
- Sosiaali- ja asuintilojen välisen kantavan väliseinän alla sijaitsevan halkaistun nauha-anturalinjan sisällä oleva EPS-eriste voi olla vaurioitunut maasta rakenteeseen siirtyvän kosteuden seurauksena. EPS-eristekerroksesta voi olla ilmayhteys sisäilmaan.
- Kaikissa kallion päältä lähtevissä anturoissa ei ole kapillaarikatkon katkaisevaa sorakerrosta alapuolella. Osa anturoista sijaitsee kallioihin louhituissa syvänteissä, jolloin kallion pintaa pitkin valuva vesi saattaa peittää anturat alleen ja kosteus voi siirtyä kapillaarisesti anturalinjaa pitkin rakenteisiin.

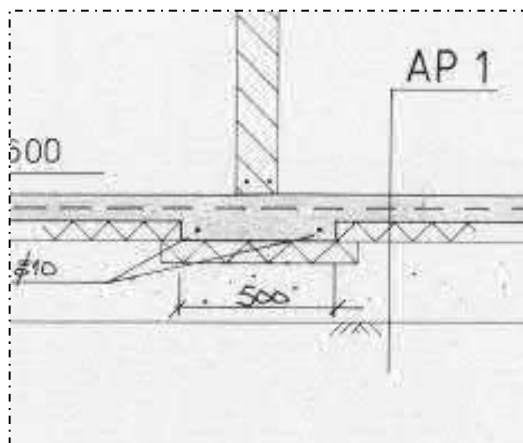


Kuva 28. Leikkauskuvassa esitettyjen anturoiden alapinnan alla ei ole kapillaarikatkoa. Vesi saattaa valua kalliopintaa pitkin syvänteisiin ja pitää anturat veden alla.

7.5.2020



Kuva 29. Osassa anturoita kapillaarikatkoksi on ilmoitettu tiivistetty sora.



Kuva 30. Osassa ei-kantavista väliseinistä on kapillaarikatkona EPS.

Tutkimukset ja havainnot

Anturoiden ja perustusrakenteiden kuntoa tutkittiin muiden rakenneosien havaintojen yhteydessä aistinvaraisin havainnoin, rakenteisiin suoritetun pintakosteuskartoituksen avulla, rakennekosteusmittauksin sekä rakennevausten ja koekuoppien kautta.

Alapohjiin, kantaviin väliseiniin ja maanvastaisiin seiniin suoritetuissa pintakosteuskartoituksissa havaittiin kohonneita arvoja kantavien väliseinien vierestä, pilarien vierustoilta, nauha-anturalinjojen ja pilarianturoiden ympäryksiltä ja maanvastaisten seinien vierustoilta. Anturarakenteiden kosteuspitoisuuksia tutkittiin porareikämittausten avulla (taulukko liitteenä). Mittausten perusteella anturoiden ja perustusten betonirakenteiden kosteuspitoisuudet ovat korkeat. Seinien alaosista havaittiin useasta paikasta maalipinnan irtoilua ja alapohjarakenteen päällysteistä havaittiin laajoja vaurioita.

7.5.2020



Kuva 31. Perustuksilta nousee kapillaarisesta kosteutta liittyviin rakenteisiin. Kuva on länsipäädyn asunnosta osastoivan väliseinän rakenneavauksen kohdalta.

Johtopäätökset

Perustuksiin ja anturarakenteisiin kohdistuu tutkimusten perusteella huomattava määrä kosteusrasitusta. Rasitus johtuu puutteista rakennuksen pohjan kuivatusjärjestelmässä kuten salaojissa. Rakennus on perustettu kalliolle ja sijaitsee rinteessä. Vesi voi virrata kalliopintoja pitkin pitkiäkin matkoja ja vettä voi kulkeutua anturoille kallion raoista. Anturoille ja perustuksille ajautuva kosteus nousee kapillaarisesti perustuksia pitkin liittyviin rakenteisiin ja on aiheuttanut laajoja vaurioita alapohjarakenteille, joissa päällyste on heikosti vesihöyryä läpäisevää. Kosteuden nousua rakenteisiin on hyvin vaikea hallita ilman laajoja korjaustoimia, sillä peruskalliossa voi olla painanteita ja muita paikkoja, joihin vesi jää makaamaan.

Toimenpide-ehdotukset

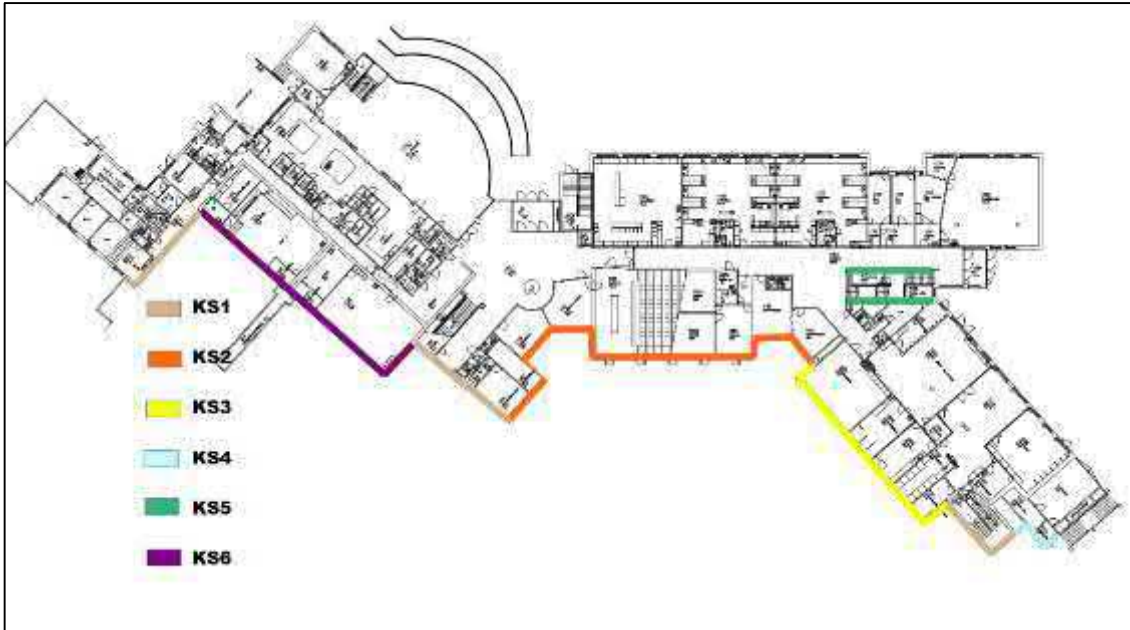
Perustuksille kohdistuvaa kosteusrasitusta vähennetään uusimalla salaojat ja ohjaamalla sadevedet rakennuksen vierustoilta tehokkaammin pois. Edellä mainitut toimenpiteet vaativat massiivisia alapohjarakenteiden purkutöitä. Kapillaarista kosteuden nousua voidaan myös yrittää estää injektoimalla betonirakenteita tai asettamalla erillisiä kuivatusjärjestelmiä perustusrakenteiden vierustoille, mutta näiden korjausten pitkäaikaisesta toimivuudesta ei ole varmuutta.

4.5 Maanvastaiset seinät

Sijainti

Rakennuksen maanvastaiset seinät sijaitsevat 1. kerroksessa etelärinteen puolella. Seinät ovat pääosin betonirakenteisia lukuun ottamatta teknisen tilan harkkoseinää rakennuksen kaakkoispäädyssä. Maanvastaisissa seinissä on ulkopuolinen kosteuden ja lämmöneristys. Maanvastaisten seinien sijainnit on merkitty alla olevaan 1. kerroksen pohjakuvaan.

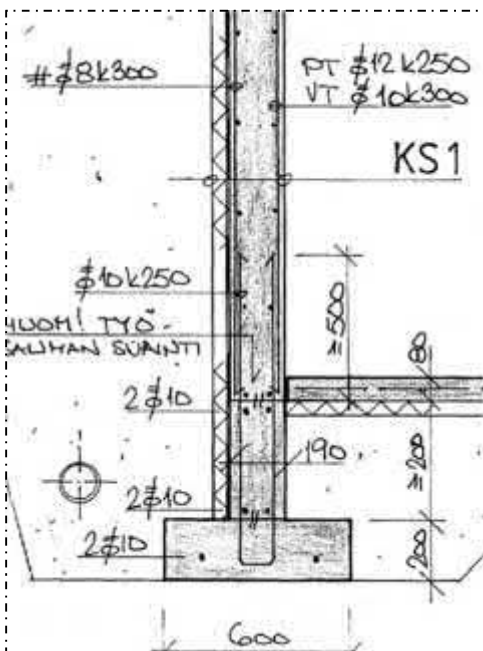
7.5.2020



Kuva 32. Maanvastaisten seinärakenteiden sijainnit merkittynä pohjakuvaan

Rakenne

Rakennuksessa on yhteensä kuutta (6) eri maanvastaista seinärakennetyyppiä. Rakennetyyppi KS1 on ulkopuolelta lämmöneristetty ja ulkopuolelta yksinkertaisesti vedeneristetty paikallavalettu teräsbetoneinena. Lämmöneristeenä on EPS ja vedeneristeenä bitumisively. Rakennetyyppi KS2 on ulkopuolelta lämmöneristetty ja kaksinkertaisesti vedeneristetty teräsbetoneinena. Lämmöneristeenä on EPS ja vedeneristeenä bitumisively sekä huopakeros. Rakennetyyppi KS3 on kuten KS2 ja sisältää lisäksi sisäpuolisen eristyksen ja tiilimuurauksen. Tiilimuurauksen lämmöneristykseenä on mineraalivilla. Rakennetyyppi KS4 on ulkopuolelta lämmön- ja vedeneristetty harkkorakenne. Rakennetyyppi KS5 on sisäpuolista maatyttöä vasten tehty teräsbetonirakenne. Rakenne sijaitsee portaikon kohdalla. Rakennetyyppi KS6 on väestönsuojatilojen maanvastainen seinärakenne.

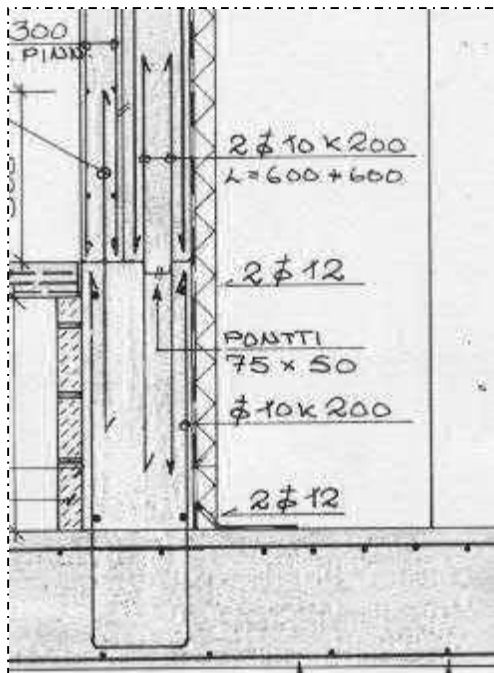


Kuva 33. Maanvastainen seinärakenne KS1

Rakennekerrokset ulkopuolelta sisälle:

- EPS-eriste 50mm
- Yksinkertainen vedeneristys (bitumisively)
- Teräsbetoneinena 180mm

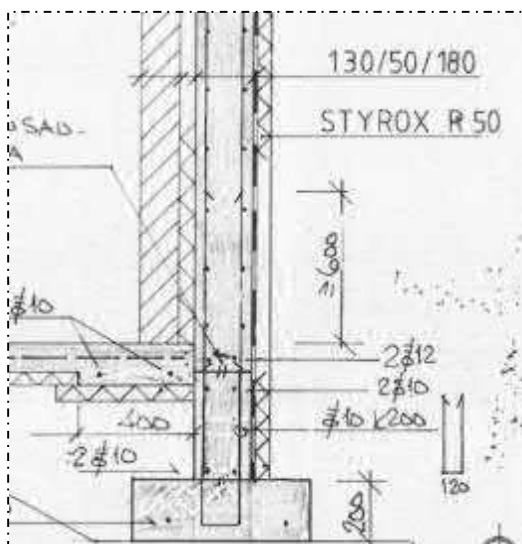
7.5.2020



Kuva 34. Maanvastainen seinärakenne KS2.

Rakennekerrokset ulkopuolelta sisälle:

- Yläosassa sokkelielementti
- EPS 100mm, yli 2m syvyydessä 50mm
- Vedeneristys (kylmäsiively + huopa)
- Betoni 180mm

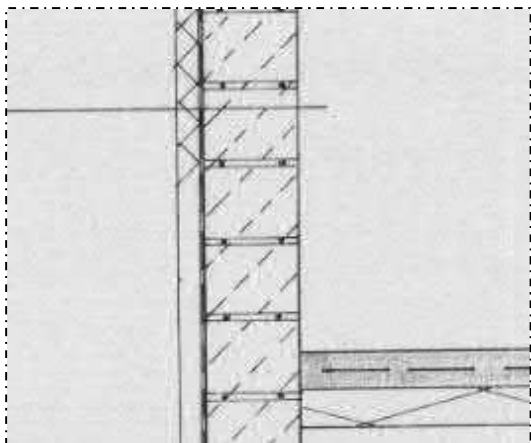


Kuva 35. Maanvastainen seinärakenne KS3.

Rakennekerrokset ulkopuolelta sisälle:

- Yläosassa sokkelielementti
- EPS 50mm, lähempänä maanpintaa 100mm ja 125mm
- Vedeneristys
- Betoni 180mm
- Mineraalivilla 50mm
- Tiili 130mm

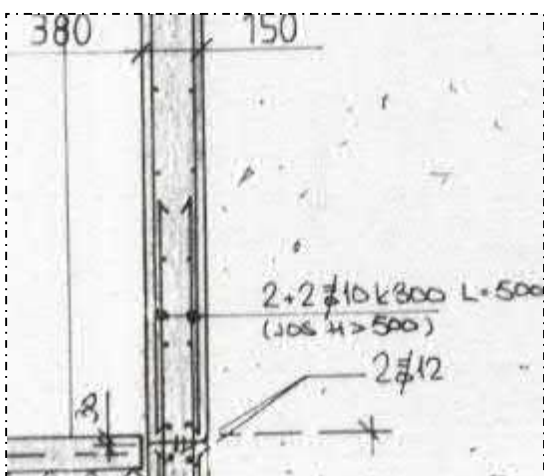
7.5.2020



Kuva 36. Maanvastainen seinärakenne KS4.

Rakennekerrokset ulkopuolelta sisälle:

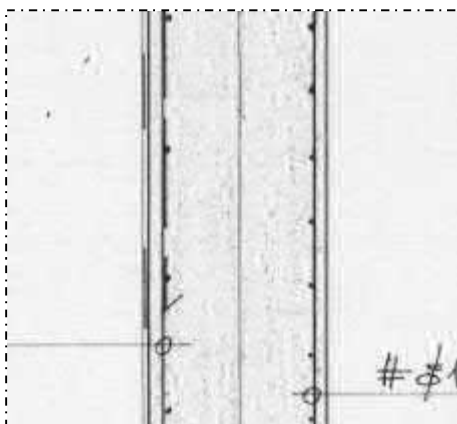
- EPS 50mm
- Vedeneristys
- Lecaharkko 240mm



Kuva 37 Maanvastainen seinärakenne KS5.

Rakennekerrokset ulkoa sisälle:

- Maatäyttö
- Teräsbetoni 150mm



Kuva 38. Väestönsuojan maanvastainen seinärakenne KS6.

Rakennekerrokset ulkoa sisälle:

- Vedeneristys
- Teräsbetoni 400mm

Riski-arvio

- Vedeneristettä ei ole merkitty jatkumaan anturan yli. Vesi saattaa jäädä makaamaan anturan pintaan, joka lisää kosteusrasitusta maanvastaisien seinien alaosissa.
- Salaojien väärä korkoasema anturaan nähden saattaa aiheuttaa lisäkosteuskuormaa maanvastaisille seinärakenteille.

7.5.2020

- Maanvastaisten seinien ja perustusrakenteiden väliin ei ole merkitty kapillaarikatkoa. Kosteutta voi nousta kapillaarisesti anturalta maanvastaiseen seinään, mikä saattaa ilmetä sisäpuolella tasoitteen tai maalin irtoiluna.
- Rakenne KS3 on sisäpuolelta lämmöneristetty maanvastainen seinärakenne, joka on nykytiedon mukaan riskirakenne. Rakenteen eristekerros on herkkä vaurioitumaan mm. perustusrakenteilta nousevan kosteuden vaikutuksesta. Sisäpuolinen kosteus voi myös tiivistyä eristekerroksen ja seinän betonikuoren väliin. Ulkopuolinen eristekerros vähentää kondensoitumisen riskiä. Sisäpuoliseen kuorimuuraukseen ja sen eristekerrokseen voi myös kohdistua ylimääräistä kosteusrasitusta, mikäli ulkopuolisessa kosteudeneristeessä on puutteita. Eristekerroksesta voi olla ilmayhteys sisäilmaan, koska kuorimuuraus ei ole lähtökohtaisesti tiivis.
- Rakenteessa KS5 ei ole ulkopuolista eristekerrosta. Eristeen puuttuminen voi näkyä seinän sisäpinnassa esim. maalipinnan irtoiluna.

Tutkimukset ja havainnot

Maanvastaisten seinärakenteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, pintakosteudenkartoituksen avulla, rakenneavausten kautta ja ulkopuolelta koekuoppien kautta tehtyjen havaintojen perusteella. Maanvastaiseen seinärakenteeseen KS3 tehtiin yhteensä neljä rakenneavausta. Avausten yhteydessä eristekerroksesta otettiin 4 mikrobinäytettä.

Maanvastaisiin seinärakenteisiin KS1, KS2 ja KS5 suoritetuissa pintakosteudenkartoituksissa havaittiin kohonneita arvoja seinien alaosista ja maanvastaisten seinärakenteiden läheisyydessä alapohjarakenteista. Rakennekosteusmittausten perusteella seinien alaosien ja alapohjan kosteuspitoisuudet olivat koholla. Seinien alaosan muovisen jalkalistan taustalta havaittiin maalipinnan kupruilua, vaurioita muovisen jalkalistan liimoissa ja mikrobiperäistä sekä kemiallista hajua. Alapohjan päällysteenä olevan muovimaton tehtyjen viiltomittausten yhteydessä havaittiin kosteuden aiheuttamia vaurioita liimassa ja muovimaton alapinnassa. Auditorion kohdalla maanvastaisen seinärakenteen sisäpinnassa puukoolausta ja kipsilevytystä. Rakenteet tarkastettiin avaamalla levyrakenne kolmesta kohtaa. Puurakenteista tai levytyksistä ei havaittu poikkeavaa.

Koekuopista tehtyjen havaintojen perusteella maanvastaisten seinien ulkopuolella sijaitseva pystysalaojakerros on toteutettu hienojakoisella maa-aineksella.

Rakenteen KS3 sisäpuoliseen tilliverhoiluun tehtyjen pintakosteuskartoitusten perusteella ei havaittu poikkeamia. Rakenneavauksista otetuista neljästä näytteestä kolmessa oli viite mikrobivauriosta. Rakenteen eristetilan alaosan kosteuspitoisuus oli kohonnut rakennekosteusmittausten perusteella. Rakenteeseen tehtyjen merkkiainekokeiden yhteydessä havaittiin pistemäisiä vuotokohtia seinässä olleiden halkeamien kohdalla.

7.5.2020



Kuva 39. Maanvastaisten seinien alaosassa sijaitsevan muovisen jalkalistan taustalta havaittiin vaurioita muovimatton kiinnitysmassassa ja seinän tasoitekerroksessa.



Kuva 40. Auditorion maanvastaisen seinän alaosan rakenteen tarkastus.



Kuva 41. Rakenne tuulettui eikä poikkeavaa havaittu avauksen kautta.

Johtopäätökset

Maanvastaisten seinien alaosissa liimatut muoviset jalkalistat ovat monin paikoin vaurioituneita. Kosteutta nousee kapillaarisesti perustusrakenteilta seinien alaosiin ja suhteellinen kosteus on noussut kriittisen korkeaksi muovisten jalkalistojen liimojen suhteen ja aiheuttanut vaurioita. Muovimatot ovat myös tutkimusten perusteella vaurioituneet maanvastaisten seinien vierustoilla. Vaurioista todettiin viitteitä sisäilmassa aistinvaraisesti monissa tiloissa ja vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

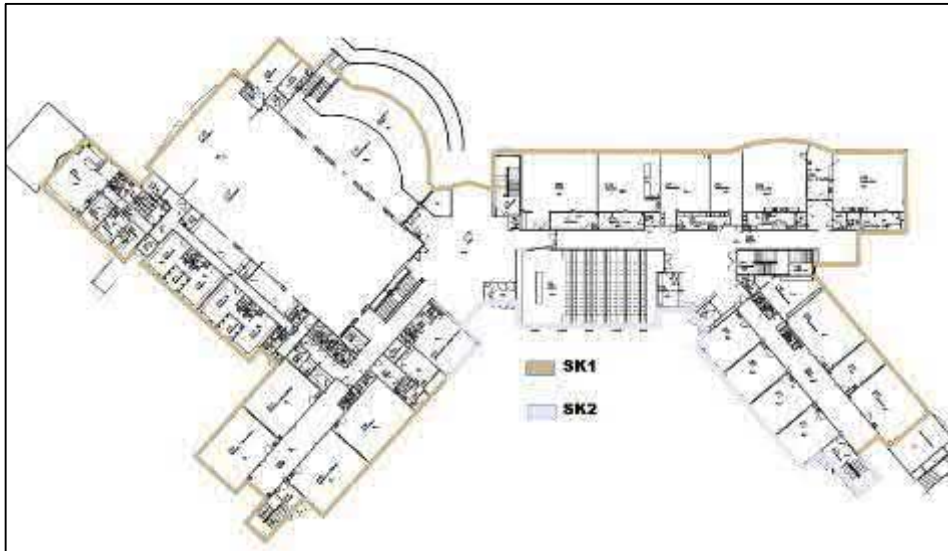
Rakenteen KS3 eristekerrokset ovat paikoin mikrobivaurioituneita rakenteen alaosasta perustuksilta nousevan kosteuden vaikutuksesta. Rakenteesta KS3 todettiin ilmavuotoja sisäilmaan ja vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

7.5.2020

Toimenpide-ehdotukset

Salaojien uusimisen yhteydessä maanvastaisten seinien ulkopuoliset lämmön- ja vedeneristyskerrokset tarkistetaan ja uusitaan tarvittaessa. Maanvastaisten seinien ulkopuoliset pystysalaojituskerrokset uusitaan. Rakenteen KS3 sisäpuolinen tiiliverhous ja lämmöneristekerros puretaan rakenteen uusimisen yhteydessä. Rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta vähennetään parantamalla rakennuksen kuivatusjärjestelmän toimivuutta. Maanvastaisten seinien korjaaminen vaatii ulkopuolisia massiivisia kaivuutöitä ja mahdollisesti myös louhintatöitä.

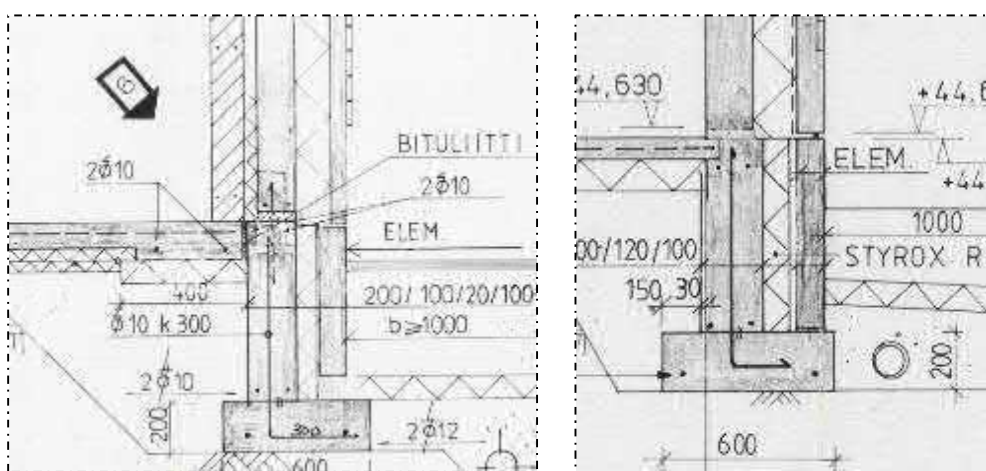
4.6 Sokkelit

Sijainti

Kuva 42. Sokkelirakenteet merkittyinä pohjakuvaan.

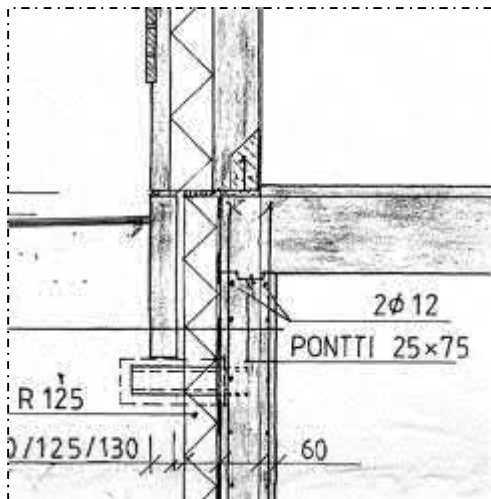
Rakenne

Sokkelit on toteutettu anturalta nousevan perusmuurin pintaan asennetuilla betonielementeillä. Sokkelirakenne SK1 on kannateltu perusmuurista tartunnoin ja se päättyy anturapinnan tai routaeristeen tasalle. Sokkelirakenne SK2 on kannateltu maanvastaisiin seiniin asennettujen konsolien varaan.



Kuva 43. Sokkelirakenne SK1 alapinta päättyy anturan pintaan tai routaeristykseen pintaan.

7.5.2020



Kuva 44. Sokkelirakenne SK2 maanvastaisten seinien kohdalla.

Riskiarvio

- Rakenteessa SK1 routaeriste on merkitty jatkuvaksi osassa rakenteita lämmöneristeeseen asti. Mikäli routaeristeen kallistukset ovat puutteelliset saattaa ulkopuolinen kosteus kastella perusmuurin vastaisia EPS-eristeitä.
- Ulkoseinän ja perusmuurin välistä puuttuu kapillaarikatko.
- Sokkelielementin ja eristeen väliin on merkitty tuuletusrako. Tuuletusraon kautta saattaa kulkeutua ilmaa maaperästä sisätiloihin suoraan liitosten kautta tai ulkoseinän eristekerroksien kautta.
- Elementtien saumoitukset saattavat olla puutteelliset, saumat voivat päättyä maanpinnan yläpuolelle.
- Elementtien ulkokuori saattaa olla haljennut esimerkiksi puutteellisten tartuntojen johdosta.

Tutkimukset ja havainnot

Sokkelirakenteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, rakennusten vierustalle kaivettujen koekuoppien kautta sekä sokkelirakenteisiin tehtyjen rakenneavausten avulla.

Elementtien saumat olivat tarkastusten perusteella hyväkuntoisia. Sokkelielementtien ja ulkoseinäelementtien saumakohdassa havaittiin auditorion vastaisella seinällä betonin rapautumista ja näkyviä betoniraudoituksia. Sokkelielementeistä havaittiin monin paikoin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Koekuopista tehtyjen havaintojen perusteella sokkelielementtien saumat jatkuivat maanpinnan alapuolelle. Routaeristeet oli asennettu sokkelielementin alapuolelle ja ulottuivat vasten sokkelin EPS-eristettä. Routaeristeissä ei ollut havaintojen perusteella kunnollisia kallistuksia rakennukselta poispäin. Rakenneavauksista havaittiin rakenteiden olevan suunnitelmien mukaisia. Sokkelirakenteessa on ilmarako EPS-eristeen ja sokkelin ulkokuoren välissä. Rakenteesta on ilmayhteys ulkoseinärakenteen eristekerrokseen. Ulkoseinärakenteisiin tehtyjen merkkiainekokeiden yhteydessä havaittiin ilmapuotoreittejä ulkoseinän ja alapohjarakenteen liitoskohdasta.

7.5.2020



Kuva 45. Itäseinustalla sokkeli-elementtiin kohdistuu kosteusrasitusta.



Kuva 46. Auditorion kohdalla maanvastaisen seinärakenteen ulokkeiden kohdalla sokkelirakenteista havaittiin rapautumia.



Kuva 47. Sokkeli-elementti on asennettu routaeristyksen yläpuolelle. Routaeristys on asennettu perusmuurin EPS-eristettä vasten. Routaeristeen kallistuksissa oli puutteita.

7.5.2020

Johtopäätökset

Sokkelielementit ovat tutkimusten perusteella suurimmalta osalta hyväkuntoisia. Rapautumia on auditorion vastaisella sokkelin osuudella. Routaeristeet on asennettu virheellisesti sokkelin kuorielementin alapuolelle ja routaeristeissä havaitut puutteet aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta sokkelin eristekerrokseen. Sokkelielementin tuulettuvat tilan kautta on suora ilmayhteys sisäilmaan ulkoseinärakenteen kautta. Sokkelirakenteen kautta kulkeutuvat ilmavuodot saattavat heikentää sisäilman laatua.

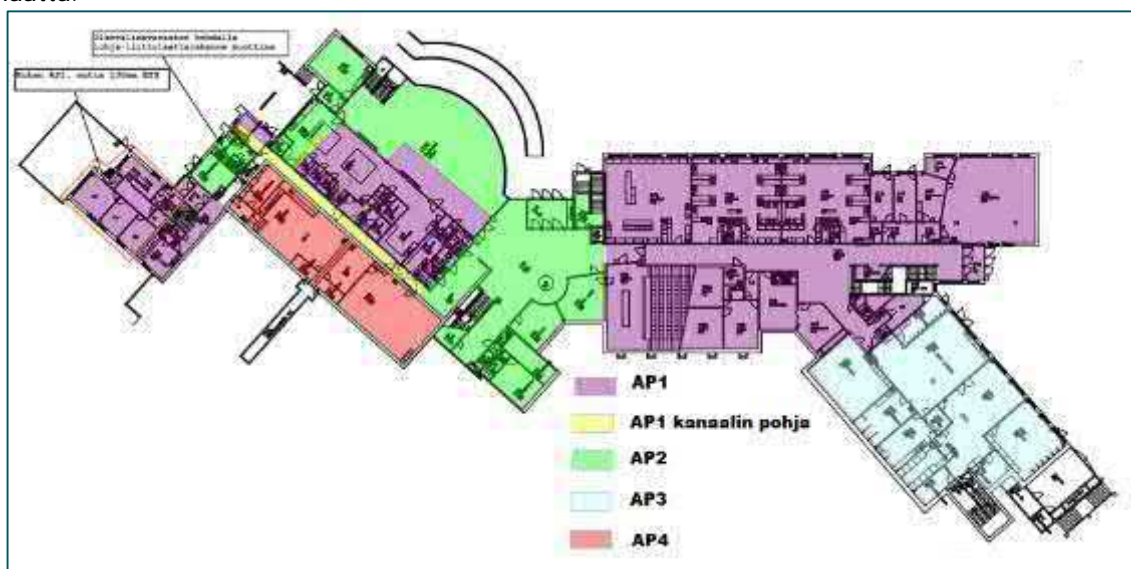
Toimenpide-ehdotukset

Salaojien uusimisen yhteydessä tarkastetaan maanpinnan alapuolisten sokkelielementtien kunto ja tehdään tarvittavia paikkakorjauksia. Rapautuneet elementit korjataan. Sokkelirakenteiden kautta kulkeutuvia ilmavirtauksia vähennetään ulkoseinärakenteisiin ja siihen liittyviin rakenteisiin tehtävien tiivistyskorjausten avulla.

4.7 Alapohjarakenteet

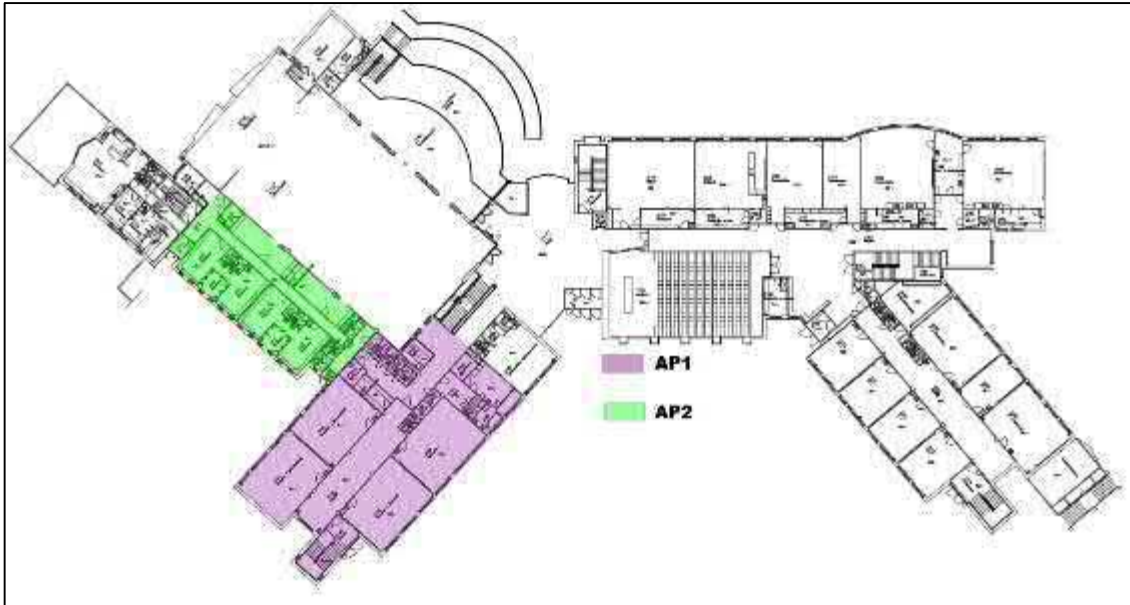
Sijainti

Rakennuksessa on neljää eri alapohjarakennetta. Alapohjarakenne AP1 on maanvarainen betonirakenne. Asuintiloissa sekä teknisissä tiloissa rakennuksen kaakkoisnurkassa EPS-eristettä on 100mm kerros. Alapohjarakenne AP2 on kantava alapuolelta lämmöneristetty teräsbetoni-laatta. Alapohjarakenne AP3 on maanvarainen alapuolelta lämmöneristetty betonirakenne, jossa on reunavahvistus. Kyseistä rakennetta esiintyy teknisen työn tilojen kohdalla. Alapohjarakenteiden sijainnit ja selitteet löytyvät alla olevista 1. ja 2. kerroksen pohjakuvista. Alapohjarakenne AP4 on väestönsuojatilojen alapohjarakenne. Rakenne on massiivibetonilaatta.



Kuva 48. Alapohjarakenteiden sijainnit 1. kerroksen pohjakuvassa.

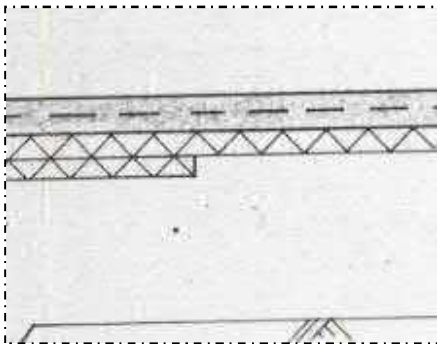
7.5.2020



Kuva 49. Alapohjarakenteiden sijainnit 2. kerroksen pohjakuvassa.

Rakenne

Alapohjarakenteet on toteutettu maanvaraisina ja kantavina alapuolelta lämmöneristettyinä rakenteina. AP1 on maanvastainen alapuolelta EPS-eristeellä lämmöneristetty teräsbetonirakenne, jonka vahvuus vaihtelee 80...100mm. Rakenteen alapuolisena täyttökerroksena on tutkimusten perusteella soran sijasta hiekkaa. AP2 on kantava alapuolelta EPS-eristeellä lämmöneristetty teräsbetonirakenne. Rakenne on maanvastainen. Teräsbetonilaatan paksuus vaihtelee 150...180mm. EPS-eristeen paksuus on 50mm. Rakenteen alapuolisena täyttökerroksena on tutkimusten perusteella hiekkaa. AP3 on maavastainen alapuolelta EPS-eristeellä lämmöneristetty ja reunoilta vahvistettu teräsbetonirakenne. Betonilaatan paksuus on 100mm, reunoilla enemmän. EPS eristettä on 50mm, reunoilla metrin kaistalla 100mm. AP4 on kantava teräsbetonilaatta, joka on paksuudeltaan 150mm. Laatan alla on kovalevy sekä vähintään 300mm tiivistettyä soraa.

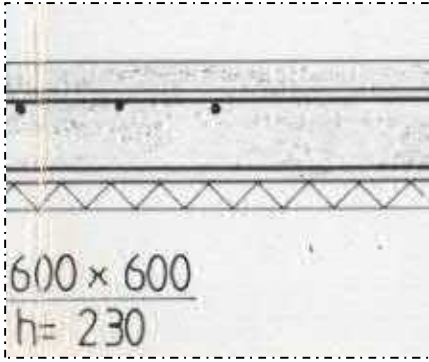


Kuva 50. Alapohjarakenne AP1.

Rakennekerrokset:

- Maanvarainen teräsbetonilaatta
80mm...100mm
- EPS-eriste 50mm, reuna-alueilla metrin matkalla 100mm
- Tiivistetty sora >200mm
- Hiekka

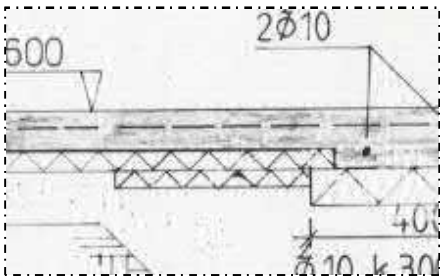
7.5.2020



Kuva 51. Alapohjarakenne AP2.

Rakennekerrokset:

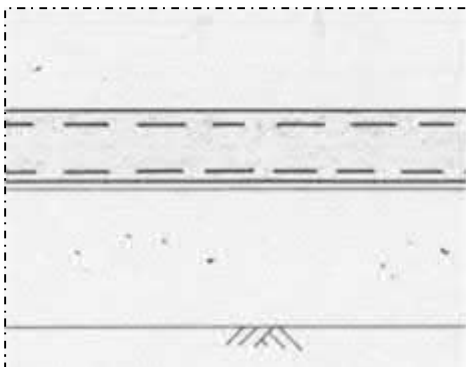
- Kantava teräsbetonilaatta 150...180mm
- EPS-eriste 50mm
- Tiivistetty sora >200mm
- Hiekka



Kuva 52. Alapohjarakenne AP3.

Rakennekerrokset:

- Maanvarainen teräsbetonilaatta 100mm, reuna vahvistettu ulkoseinien tiiliverhouksen kohdalla
- EPS-eriste 50mm, reuna-alueilla metrin matkalla 100mm
- Tiivistetty sora >200mm
- Hiekka



Kuva 53. Alapohjarakenne AP4 (VSS)

Rakennekerrokset:

- Kantava teräsbetonilaatta 150mm
- Kovalevy
- Tiivistetty sora >300mm / hiekka

Riskiarvio

Rakenteet tai rakennekerrokset saattavat poiketa suunnitelmista:

- Rakenteiden alta voi puuttua kapillaarisen kosteuden nousun katkaiseva maa-ainekerros (sora/sepele) tai maa-ainekerros saattaa sisältää hienoainesta, jolloin kapillaarisesti nouseva kosteus saattaa vaurioittaa alapohjarakennetta tai alapohjaan liittyviä rakenteita kuten kevyitä väliseiniä.
- Alapohjarakenteet tukeutuvat nauha-anturalinjojen päällä oleviin perusmuureihin sekä pilari-anturoiden päältä alkaviin peruspilareihin, eikä rakenteiden liitoskohdassa ole rakennekuvien mukaan kapillaarikatkokerrosta. Perustusrakenteiden kautta saattaa nousta kosteutta kapillaarisesti alapohjarakenteisiin, joka voi vaurioittaa alapohjarakenteiden pintamateriaaleja ja liittyviä rakenteita.
- Jos rakenteen lämmöneristekerros ei ole riittävän paksu, maa rakenteen alla lämpiää, jolloin maasta rakenteeseen diffuusiolla siirtyvä kosteus saattaa vaurioittaa alapohjarakennetta ja sen pintarakenteita tai alapohjaan liittyviä rakenteita kuten kevyitä väliseiniä.

Rakentamisaikaiset virheet:

- Lattiapäällysteisiin liittyvät riskit on esitetty luvussa 4.8.1
- Rakenne on voitu päällystää liian tiiviillä päällysteellä, jolloin kosteuspitoisuus rakenteessa saattaa kohota ja vaurioittaa päällystettä tai liittyviä rakenteita, kuten väliseiniä tai kiintokalusteita.

7.5.2020

- Väestösuojan alapohjarakenteessa AP4 on käytetty kovalevyä, joka saattaa olla vaurioitunut maaperän kosteuden vaikutuksesta tai rakennusaikaisesta kosteudesta. Alapohjarakenteessa saattaa olla epätiiveyksiä esimerkiksi läpivientien kohdalla, joista on ilmayhteys maaperään.
- Teknisen työn tilojen alapohjarakenteessa on rakennekuvien mukaan käytetty bituliittilevyä alapohjan ja ulkoseinän välissä valukaistana. Levy on voinut vaurioitua rakennusaikaisen kosteuden vaikutuksesta.

Lisäksi:

- Alapohjarakenne on voinut vaurioitua liiallisen käytön aikaisen kosteuden, kuten vesivahinkojen seurauksena. Riski on suurempi tiloissa, joissa käytetään paljon vettä kuten keittiötiloissa ja pesutiloissa.
- Alapohjarakenteen ja ulkoseinien sekä kantavien seinien liitoksista voi olla ilmayhteys maaperästä tai eristekerroksesta sisäilmaan.
- Alapohjien läpiviennistä voi olla ilmayhteys maaperästä tai eristekerroksesta sisäilmaan.

Tutkimukset ja havainnot

Alapohjarakenteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, rakennekosteusmittauksin, rakenteisiin tehtyjen rakenneavausten avulla ja merkkiainekokein.

Alapohjarakenteet oli päällystetty suurimmaksi osaksi muovimatoilla. Keittiössä on massalattia, joka on uusittu syksyllä 2019. Auditoriossa, musiikkiluokassa ja tekstiilityöluokassa on liimattu sauvaparketti päällysteenä. Alapohjarakenteisiin tehtyjen pintakosteuskartoitusten perusteella havaittiin kohonneita arvoja nauha- ja pilarianturoiden kohdalta, kantavien väliseinien vierustoilta sekä maanvastaisten seinien vierustoilta. Rakennekosteusmittausten perusteella alapohjarakenteiden kosteuspitoisuudet olivat kyseisissä kohdissa koholla. Kohonneita kosteuspitoisuuksia havaittiin myös rakenteen AP1 keskiosilta. Sauvaparkettilattioiden kohdalla alapohjasta ei havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Lattiapäällysteistä tehdyt havainnot on esitelty tarkemmin luvussa 4.8.1.

Rakenteeseen AP1 tehtiin yksi rakenneavaus. Rakenteen alapuolinen täyttömateriaali oli hiekkaa soran sijasta. Hiekka oli kosteusmittauksen perusteella kostea. Avauksesta havaittiin mikrobiperäistä ja kemiallista hajua. Tilaan 2142 tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella maaperästä on ilmayhteys sisätiloihin päin alapohjarakenteen ja ulkoseinärakenteen liitoskohdasta sekä ulkoseinäelementin halkeamien kautta.

Rakenteeseen AP2 tehtiin 3 rakenneavausta. Kaikissa rakenneavauksissa todettiin rakenteen alapuoleisen täyttöaineksen olevan hiekkaa. Hiekka oli kaikissa avauskohdissa kostea tai märkää. Avauksen AP2.2 kautta ja AP2.3 kautta havaittiin kemiallista ja mikrobiperäistä hajua.

Rakenteen AP3 toteutus tarkastettiin porareian kautta. Täyttöaines oli hienoa hiekkaa soran sijasta. Seinäelementin ja lattian saumakohta oli aistinvaraisesti epätiivis.

Väestösuojan alapohjarakenteista ei havaittu poikkeamia pintakosteudenkartoitusten perusteella. Alapohjan läpiviennit olivat tiiviitä eikä maalatussa alapohjarakenteessa havaittu poikkeamia.

7.5.2020



Kuva 54. Kosteus siirtyy kapillaarisesti alapohjarakenteisiin ja vaurioittaa päällystemateriaaleja. Kuvassa reuna-alueen tumma alue on märkä. Muut alueet kosteita.



Kuva 55. Avauskohdissa täyttöaines oli soran sijasta hiekkaa. Hiekka oli mittausten perusteella märkää tai kosteaa.



Kuva 56. Rakenteen tarkastus teknisen työn tiloissa. Rakenteen pohjatäyttö on hienojakoista hiekkaa.

Johtopäätökset

Alapohjarakenteiden toteutustapa poikkeaa suunnitelmista. Alapuolinen täyttöaines on hienojakoista eikä estä tehokkaasti kosteuden kapillaarista nousua rakenteille. Puutteellisesti toimiva rakennuksen pohjan kuivatusjärjestelmä edesauttaa kosteuden nousua. Anturalinjojen kohdalla kosteus on siirtynyt alapohjarakenteisiin. Alapohjarakenteet on päällystetty suurimmaksi osaksi heikosti vesihöyryä läpäisevillä päällystemateriaaleilla eikä maaperästä nouseva kosteus pääse haihtumaan sisäilmaan vaan on aiheuttanut laajoja vaurioita päällysteisiin. Myös eristekerroksen paksuus on suurimmassa osassa alapohjarakenteita riittämätön. Täyttöaineksen lämpötila rakenteiden alapuolella nousee ja kosteus virtaa maaperästä rakenteeseen päin diffuusion vaikutuksesta. Tutkimusten perusteella diffuusiolla siirtynyt kosteus on vaurioittanut alapohjarakenteen AP1 päällysteitä myös rakenteen keskiosilla. Rakenteeseen AP1 tehtyjen merkkiainekoekoiden perusteella maaperästä on ilmayhteys sisätiloihin rakenteen reuna-alueiden kautta. Edellä mainituilla vaurioilla on sisäilmaa heikentävä vaikutus.

7.5.2020

Väestönsuojan alapohjarakenteet ovat tutkimusten perusteella toimivia.

Toimenpide-ehdotukset

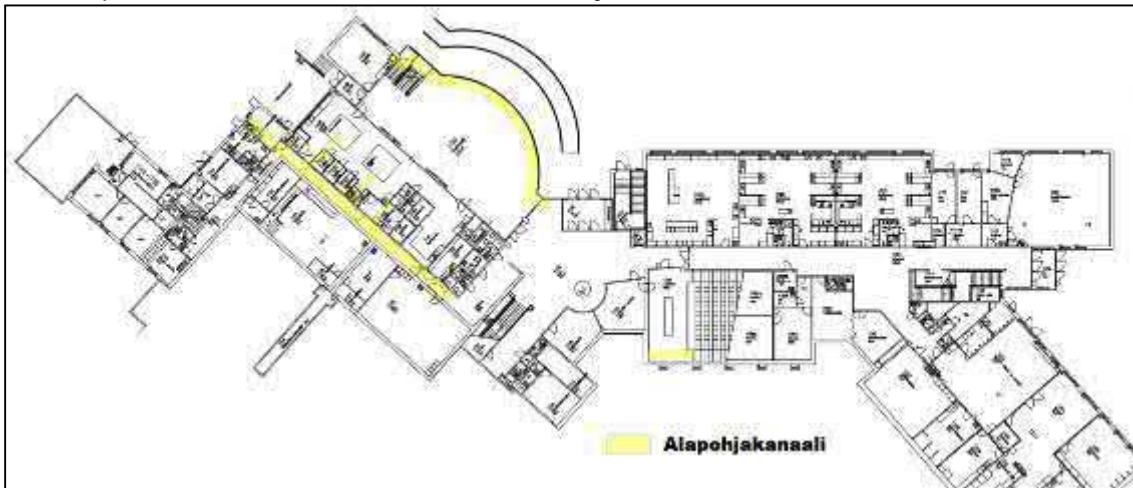
Suosittelavin korjausvaihtoehto alapohjarakenteille on purkaa vanhat rakenteet kokonaan, uusia alapuoliset täyttöaineskerrokset, uusia alapuoliset lämmöneristeet ja valaa uudet betonilaatat. Kapillaarista kosteudenousua alapohjarakenteisiin tulee vähentää parantamalla rakennuksen pohjan kuivatusjärjestelmän toimivuutta. Toimivuutta parannetaan ulkopuolisten salaojajärjestelmien uusimisella ja tarvittaessa uusien sisäpuolisten salaojajärjestelmien rakentamisella. Uudet alapohjarakenteet pinnoitetaan paremmin vesihöyryä läpäisevillä materiaaleilla. Kyseisellä korjausmenetelmällä saavutetaan pitkä käyttöikätaivoite. Korjaus vaatii massiivisia purkutöitä.

Toinen kevyempi vaihtoehto on purkaa vaurioituneet lattiapäällysteet, hioa pohjat betonipuhtaaksi ja kuivattaa rakenteet. Kapillaarista kosteudenousua rakenteisiin vähennetään uusimalla salaojat ja parantamalla sadevesien poisjohtamista rakennuksen sivustoilta. Uudet lattiapäällysteet valitaan niin, että ne läpäisevät tehokkaasti vesihöyryä eivätkä vaurioidu kantavia pystyrakenteita pitkin nousevan kosteuden seurauksesta.

4.8 Alapohjakanaalit

Sijainti

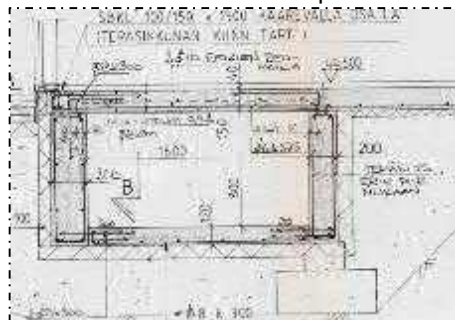
Alapohjakanaaleja sijaitsee keittiötiloissa ja sen vieressä kulkevalla käytävällä, ruokalatilassa ikkunarakenteen alapuolella sekä auditoriotilassa ulkoseinälinjalla.



Kuva 57. Pohjakuvaan on merkitty alapohjakanaalien sijainnit 1. kerroksessa.

Rakenne

Alapohjakanaalien alapohjarakenne on kuten AP1 eli alapohja. Rakenteen välipohja on liittolaatta-rakenteinen. Keittiön kanaaleissa kulkee poistoilmakanavia. Ruokalan kanavassa kulkee tuloilmakanava. Auditorion kanaalissa kulkee tuloilmaputki.



Kuva 58. Ruokalan ikkunaseinämän vieressä sijaitseva alapohjakanaali.

7.5.2020



Kuva 59. Rakennekuva alapohjakanaalista, joka sijaitsee keittiön takana käytävällä.

Riskiarvio

- Kanaaleihin on saattanut jäädä rakennusaikaista jätettä.
- Kanaalin alapohjarakenteesta saattaa olla ilmayhteys maaperään ja kanaali voi olla ylipaineinen sisäilmaan nähden, jolloin epäpuhtauksia siirtyy sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua.
- Kanaaleihin saattaa nousta kapillaarisesti kosteutta perustusrakenteista tai kanaaliin voi kulkeutua paineellista vettä maanvastaisten seinämien kautta.

Tutkimukset ja havainnot

Alapohjakanaalien kuntoa tutkittiin kanaalien tarkastusluukuista käsin aistinvaraisin havainnoin sekä pintakosteudenkartoitusten avulla.

Keittiön takana käytävällä sijaitseva kanaalin luukku ei ole ilmatiivis. Kanaalissa oli mikrobiperäistä hajua. Kanaalin seinämltä ja pohjasta havaittiin kosteusjälkiä. Kanaalin pohjaan ja seinämiin suoritettiin pintakosteudenkartoituksia, joista havaittiin kohonneita arvoja kauttaaltaan. Kanaalista ei havaittu rakennusaikaista jätettä. Kanaali oli tutkimushetkellä hieman alipaineinen sisäilmaan nähden.

Ruokasalin kanavasta tehdyt havainnot on esitetty ilmanvaihto-osiossa. Auditorion kanavistosta tehdyt havainnot on esitetty ilmanvaihto-osiossa.

Tilassa 1157 sähkökeskuksen alapuolella sijaitsee sähköputkien läpivientejä varten tehty kanaali. Kanaalista havaittiin mikrobiperäistä hajua. Kanaalin kautta on suora ilmayhteys maaperään sähköputkien läpivientien kohdalla.

7.5.2020



Kuva 60. Alapohjakanaalin tarkastusluukku. Luukku ei ole ilmatiivis.



Kuva 61. Kanaalin pohjasta ja seinämiltä havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 62. Pintakosteudenkartoituksessa havaittiin kohonneita lukemia alapohjakanaalin pohjalta ja seinämiltä.



Kuva 63. Alapohjakanaali oli hieman alipaineinen sisäilmaan nähden mittaushetkellä.

7.5.2020



Kuva 64. Sähkökeskuksen alapuolelta havaittiin epätiivitä kaapeliläpivientejä. Tilassa havaittiin mikrobiperäistä hajua.

Johtopäätökset

Keittiön takana sijaitsevan alapohjakanaalin pohjaan ja seinämiin nousee kapillaarisesti kosteutta perustuksilta. Kanaalissa sijaitsevat ilmanvaihtoputket olivat havaituilta osilta kunnossa, mutta niissä voi esiintyä korroosion aiheuttamia vaurioita, joita ei havaittu kohdekierroksella. Kanaalin tarkastusluukut eivät ole ilmatiiviitä ja paine-ero voi vaihdella niin, että ilmaa virtaa kanaalista sisäilmaan. Kanaalissa on mikrobiperäistä hajua ja mahdolliset ilmavirtaukset kanaalista sisäilmaan päin heikentävät sisäilman laatua.

Sähkökeskuksen kaapelien läpiviennin kautta kulkeutuu hallitsemattomasti ilmaa sisätiloihin päin. Tällä on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Toimenpide-ehdotukset

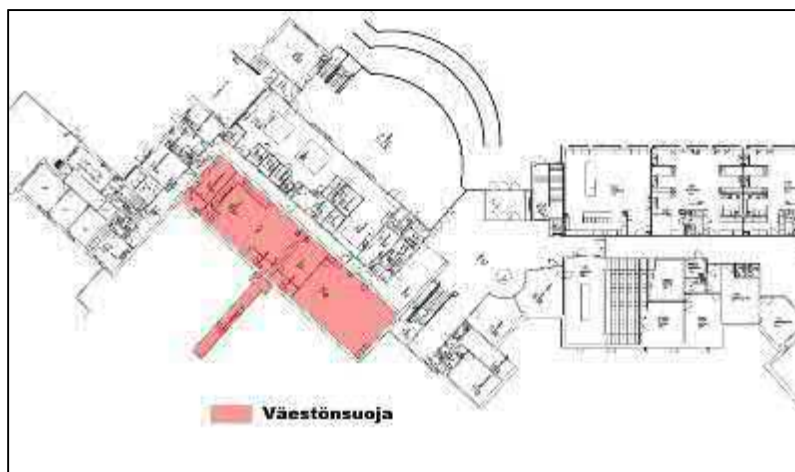
Peruskorjauksen yhteydessä ilmanvaihto rakennetaan mahdollisuuksien mukaan kulkemaan alas lasketun katon yläpuolella, jolloin kanaalit voidaan poistaa käytöstä kokonaan. Muussa tapauksessa kaanalin kaikki läpiviennit ja luukut tiivistetään ilmatiiviiksi. Sähkökeskuksen alla sijaitsevat läpiviennit tiivistetään ilmatiiviiksi.

4.9 Väestönsuojat

Sijainti

Väestönsuojatilat sijaitsevat 1. kerroksessa keittiön eteläpuolella. Tiloista lähtevä pakotunneli johtaa rakennuksen eteläsivustalle.

7.5.2020



Kuva 65. Väestönsuojan sijainti merkittynä 1. kerroksen pohjakuvaan.

Rakenne

Väestönsuojan rakenteet ovat massiivisia teräsbetonirakenteita. Alapohjarakenne AP5 on kantava teräsbetonilaatta, joka on paksuudeltaan 150mm. Laatan alla on kovalevy sekä vähintään 300mm tiivistettyä soraa. Maanvastaiset ulkoseinärakenteet KS6 ovat ulkopuolelta vedeneristettyjä teräsbetoniseiniä. Seinien paksuus on 400mm.

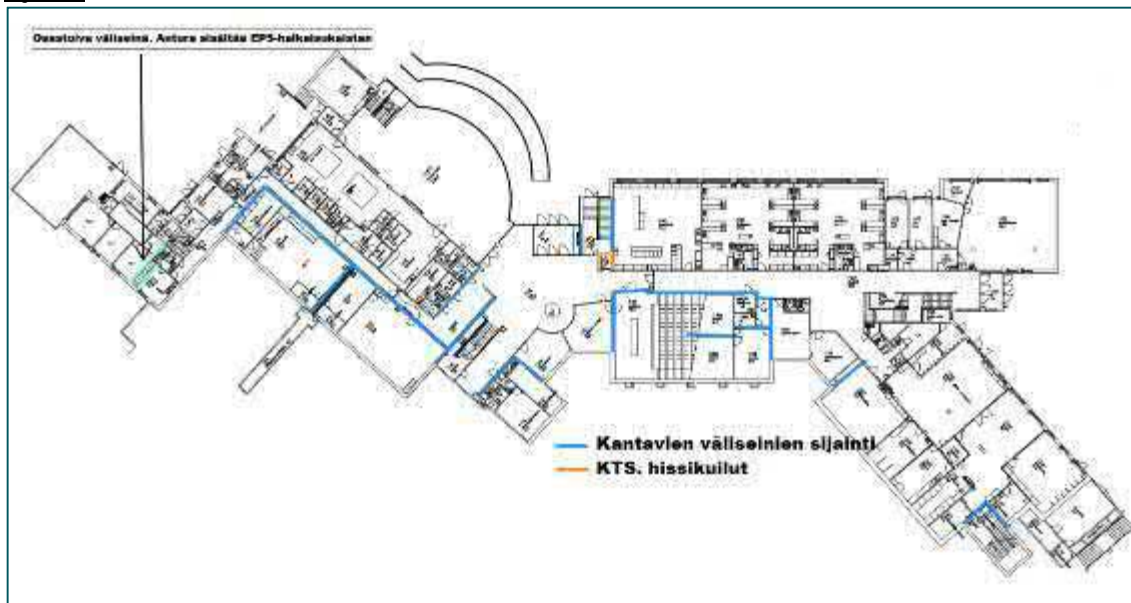
Välipohjarakenteena VP6 väestönsuojan ja liikuntasalin välissä on kantava teräsbetonilaatta, joka on paksuudeltaan 400mm ja jonka päällä on liikuntasalin joustolattiarakenne.

Riskiarvio

Rakennesiini liittyvät riskit on käsitelty omissa luvuissaan.

7.5.2020

4.10 Kantavat väliseinät

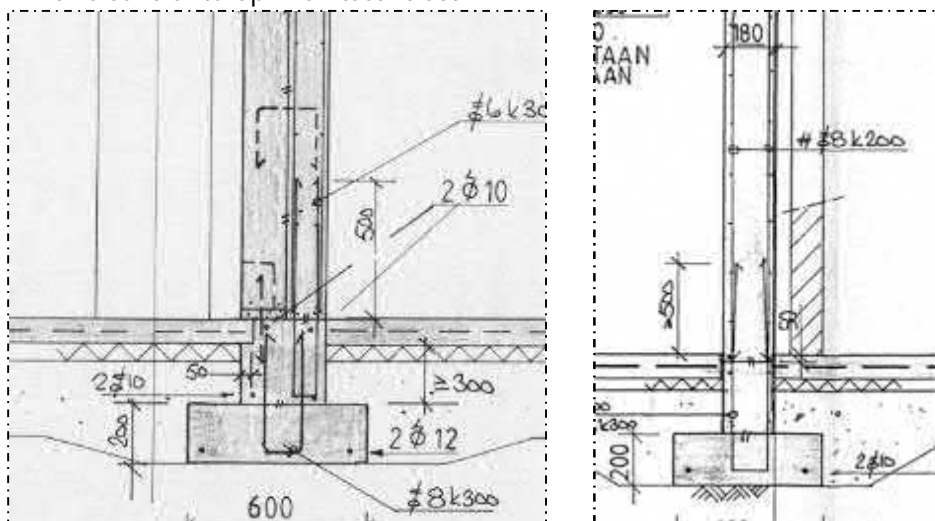
Sijainti

Kuva 66. Kantavat väliseinät 1. kerroksessa.

Rakenne

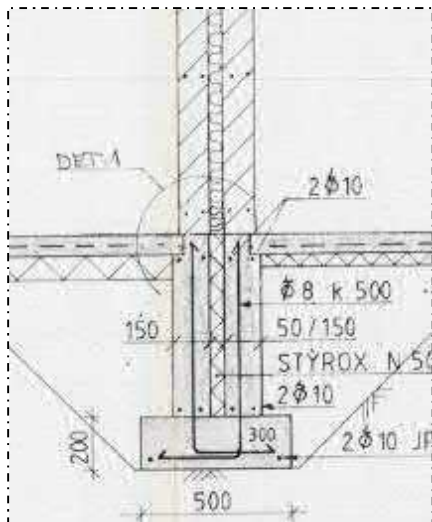
Kantavat väliseinät ovat rakenteeltaan paikallavalettuja tai elementtiseisiä. Kantavat väliseinät tukeutuvat omiin anturalinjoihinsa. Välipohjien ja yläpohjien kuormat siirtyvät kantavien väliseinien kautta anturoille.

Osastoiva väliseinärakenne asuinhuoneiston ja sosiaalitalon välissä sisältää eristekaistan, joka jatkuu sokkelinhalkaisuna anturapinnan tasalle asti.



Kuva 67. Kantavat väliseinät tukeutuvat anturalinjoihin.

7.5.2020



Rakennekerrokset:

- Tiili 130mm
- Mineraalivilla 50mm
- Asennusvara 10mm
- Tiili 130mm

Kuva 68. Osastoiva väliseinärakenne asuinhuoneiston ja sosiaalitalan välissä.

Riskiarvio

- Kosteus saattaa siirtyä kantavien seinien alapuolisilta antura- ja perusmuurilinjoilta kapillaarisesti kantavien seinien alaosiin ja niitä ympäröiviin rakenteisiin.
- Asuinhuoneiston osastoivan tiiliseinän eristetila on voinut vaurioitua kapillaarisesti nousevan kosteuden vaikutuksesta. Tilasta voi olla ilmayhteys sisätilaan.

Tutkimukset ja havainnot

Kantavien väliseinien kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, seinien alaosiin tehtyjen pintakosteuskartoitusten avulla sekä rakennekosteusmittausten avulla.

Kantavien väliseinien alaosista havaittiin merkkejä kapillaarisesta kosteuden noususta aistinvaraisesti ja pintakosteuskartoituksessa. Muovisten jalkalistojen taustat olivat laajalti vaurioituneet kantavien väliseinien ympäriltä ja kosteutta oli siirtynyt kapillaarisesti seinien viereisiin alapohjarakenteisiin.

Osastoivan väliseinärakenteen ympäriltä havaittiin myös merkkejä kapillaarisesta kosteuden noususta. Osastoivaan väliseinärakenteeseen tehtiin yksi rakenneavaus. Rakenneavauksen kautta otetussa mikrobinäytteessä ei ollut viitettä vauriosta. Eristekerroksen kosteuspiitoisuus oli rakennekosteusmittauksen perusteella normaali.

Auditorion ja käytävätilan välinen kantava väliseinärakenne oli levytetty auditorion puolelta. Rakenteeseen tehtiin yksi rakenneavaus. Puukoolaus oli avauksen perusteella hyvässä kunnossa. Avauksesta havaittiin alapohjarakenteita vasten sijaitsevia eristeitä. Eristeistä ei ollut viitettä mikrobivauriosta.

7.5.2020



Kuva 69. Kantavan väliseinärakenteen alaosaan muovinen jalkalista on irronnut ja liima muovisen jalkalistan taustalla on vaurioitunut.



Kuva 70. Kuva 1. kerroksen käytävältä kantavan väliseinän ala-osa.

Johtopäätökset

Kantavat väliseinät tukeutuvat omille anturalinjoilleen ja kosteus nousee anturoilta ja perusmuureilta seinien alaosaan kapillaarisesti. Kosteus on vahingoittanut alaosaan kiinnitettyjä muovisia jalkalistoja ja seiniin liittyvien alapohjarakenteiden lattiapäällysteitä. Havaituilla vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus. Osastoivan väliseinän eristekerros voi vaurioitua herkästi kapillaarisesti nousevan kosteuden vaikutuksesta ja muodostaa kosteusteknisen riskin.

Toimenpide-ehdotukset

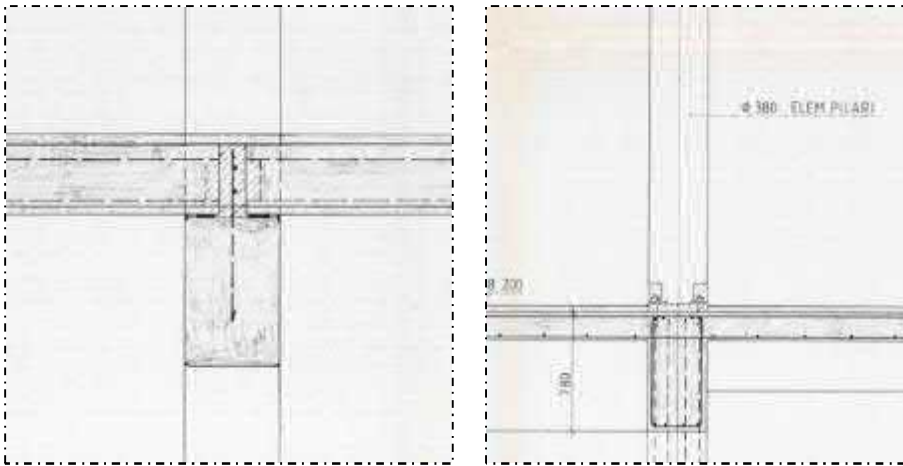
Kapillaarista kosteuden nousua vähennetään parantamalla rakennuksen kuivatusjärjestelmän toimivuutta. Tarvittaessa tehdään perustusrakenteille kapillaarikatko luvussa 4.4 esitettyjen toimenpide-ehdotusten mukaisesti.

4.11 Pilarit ja palkit

Rakenne

Pilarit ja palkit ovat sekä paikallavalettuja että elementtirakenteisia. Pilarilinjat siirtävät välipohjilta tulevia kuormia anturoille.

7.5.2020



Kuva 71. Välipohjat tukeutuvat kantaviin palkistoihin ja pilareihin.

Riskiarvio

- Pilarit tukeutuvat pilarianturoihin. Anturalta voi nousta kosteutta kapillaarisesti pilarien alaosiin ja pilaria ympäröiviin rakenteisiin.
- Palkeissa saattaa esiintyä halkeamia rakenteiden liikkeistä johtuen.

Tutkimukset ja havainnot

Rakennuksen alapohjarakenteiden pintakosteuskartoitusten yhteydessä pilarien ympäriltä havaittiin kohonneita arvoja. Viiltomittauksissa todettiin muovimaton vaurioita pilarien ympärillä.

Palkissa havaittiin halkeama tilassa 2199. Muita poikkeavia havaintoja ei palkeista tehty.

Johtopäätökset

Pilarit on perustettu omille anturoilleen ja perustuksilta nousee kosteutta kapillaarisesti alapohjarakenteisiin pilarien kautta. Kosteus on aiheuttanut vaurioita ympäröiville rakenteille ja vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Toimenpide-ehdotukset

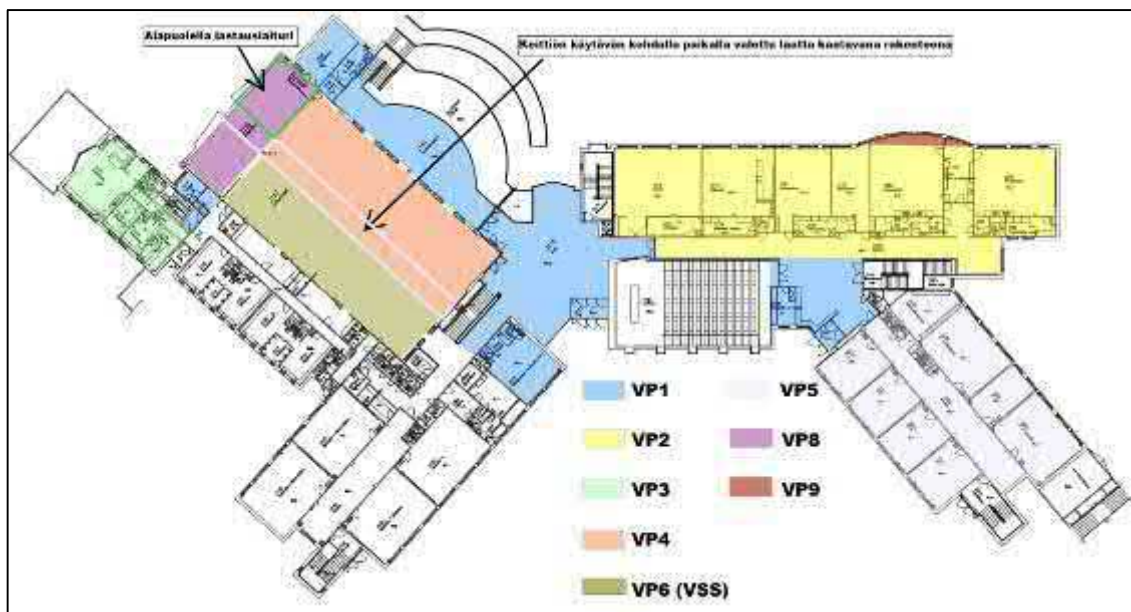
Kapillaarista kosteuden nousua pilareiden osalta vähennetään parantamalla rakennuksen kuivatusjärjestelmän toimivuutta. Tarvittaessa tehdään kapillaarikatko perustusrakenteisiin luvussa 4.4 esitettyjen toimenpide-ehdotusten mukaisesti.

4.12 Välipohjat

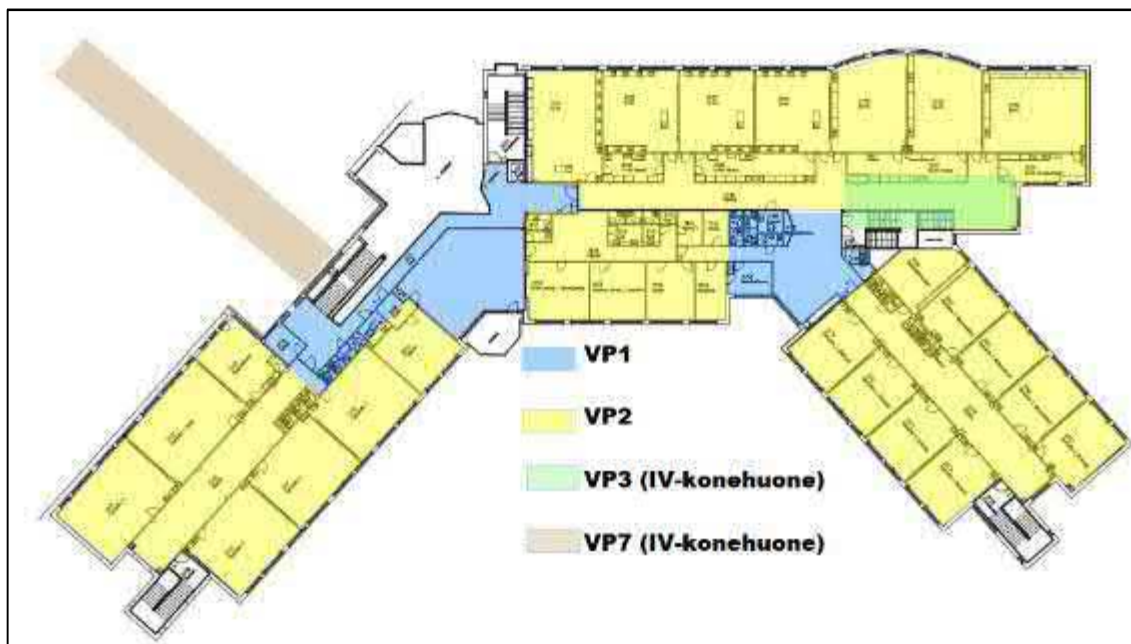
Sijainti

Rakennuksessa on yhdeksää eri välipohjarakennetta. Välipohjarakenne VP1 on paikalla valettu. VP2, VP3, VP4 ja VP5 ovat ontelolaattavälipohja. Välipohjarakenne VP7 on TT-elementtirakenteinen. VP8 sijaitsee lasetauslaiturin kohdalla. Väestönsuojan välipohjarakenne on massiivinen teräsbetoni-laatta, jonka yläpuolella on joustolattiarakenne. VP9 on pohjoissivustalla 1. kerroksessa sijaitsevan parvekkeen yläpuolinen välipohjarakenne.

7.5.2020



Kuva 72. Välipohjarakenteet on merkitty 2. kerroksen pohjakuvaan.



Kuva 73. Välipohjarakenteet on merkitty 3. kerroksen pohjakuvaan.

Rakenne

Välipohjarakenne VP1 ja VP6 (VSS) ovat kantavia paikallavalettuja teräsbetonilaattoja. Rakenteen VP1 päällä on pintabetonivalu ja rakenteen VP6 päällä on liikuntasalin joustolattia.

Välipohjarakenteissa VP2, VP5, VP8 sekä VP9 kantavana rakenteena on ontelolaatat. Rakenteen VP7 kantavana rakenteena on TT-laatat. Rakenteen päällä on askeläänieriste ja pintabetonilaatta. Rakenteessa VP2 on pintabetonilaatta, rakenteessa VP3 on pintabetonilaatta ja askeläänieriste, rakenteessa VP4 pintabetonin ja askeläänieristeen päällä on liikuntasalin joustolattia. Rakenteessa VP5 on pintabetonilaatta ja laskettu alakatto. Rakenne VP8 on lastauslaiturin erikoisrakenne.

7.5.2020



Kuva 74. Välipohjarakenne VP1.

Rakennekerrokset:

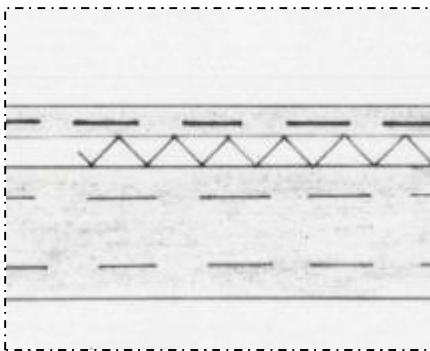
- Pintabetoni 40mm
- Teräsbetoni 265mm (paikallavalu)



Kuva 75. Välipohjarakenne VP2

Rakennekerrokset ylhäältä alaspäin:

- Pintabetoni 40mm
- Ontelolaatta 265mm

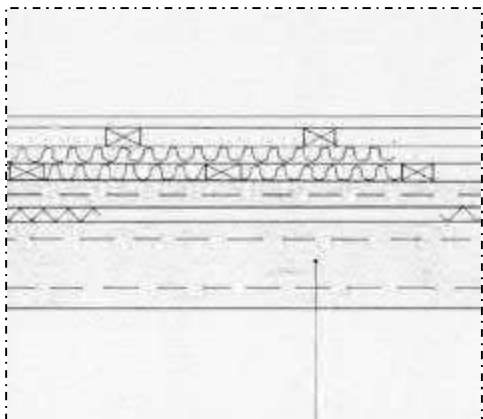


Kuva 76. Välipohjarakenne VP3

Rakennekerrokset ylhäältä alas:

- Pintalaatta 60...80mm
- Valupaperi
- Kovavilla 50mm
- Ontelolaatta 265mm

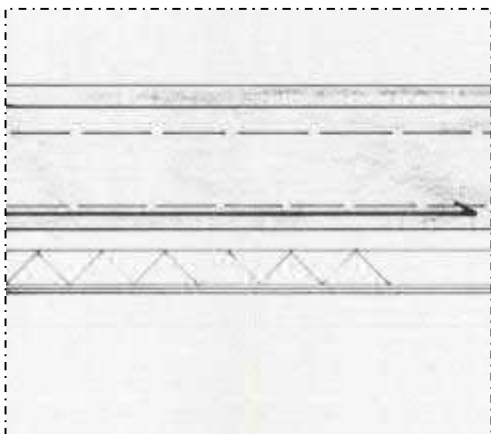
7.5.2020



Kuva 77. Välipohjarakenne VP4.

Rakennekerrokset ylhäältä alas:

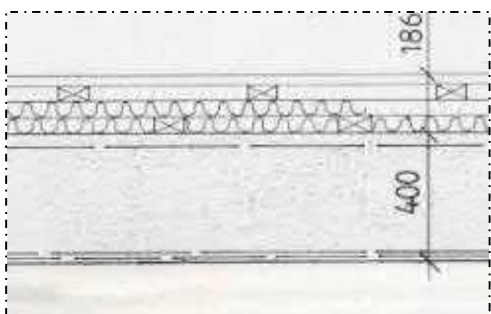
- Lautalattia 33mm
- Kumi 1,0mm
- Korokkeet 50x100 50mm
- Kumi 1mm
- Korokkeet 50x100 50mm + mineraalivilla 50mm
- Kumi 1mm
- Korokkeet 50x100 k600 50mm + mineraalivilla 50mm
- Teräsbetonilaatta 80mm
- Mineraalivilla 50mm
- Ontelolaatta 265mm/ paikallavalu



Kuva 78. Välipohjarakenne VP5.

Rakennekerrokset ylhäältä alas:

- Pintabetoni 40mm
- Ontelolaatta 265mm
- Ilmarako 50mm
- Ripustettu runko + eriste 75mm
- 2x kipsilevy 13mm

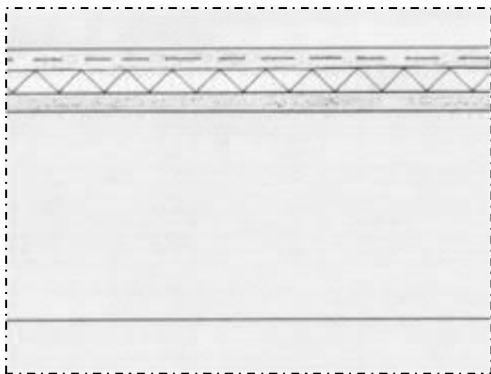


Kuva 79. Väestönsuojan välipohjarakenne VP6.

Rakennekerrokset:

- Joustolattia (kts. VP4)
- Teräsbetonilaatta 400mm

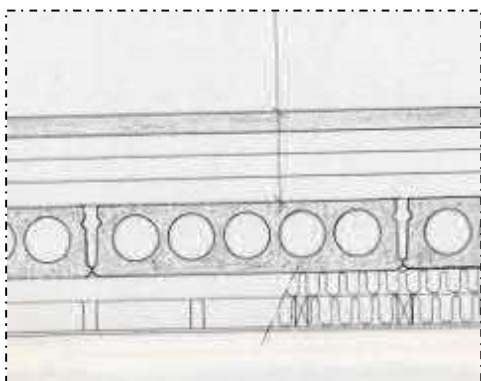
7.5.2020



Kuva 80. Välipohjarakenne VP7.

Rakennekerrokset ylhäältä alas:

- Pintalaatta 60mm
- Kovavilla 50mm
- TT-laatta



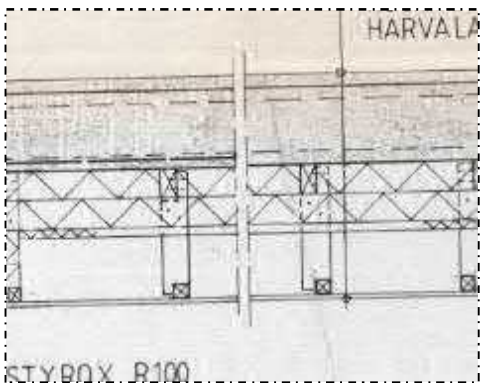
Kuva 81. Välipohjarakenne VP8. Ontelolaatan alapinnassa on lastauslaiturin kohdalla ulkoilmaan rajoittuva rakenne.

Rakennekerrokset ylhäältä alas:

- Betonilaatta 76 mm
- 3x EPS eriste 80mm (yht. 240mm)
- Ontelolaatta 265mm

Lastauslaiturin kohdalla:

- Puu 100mm + mineraalivilla 100mm
- Puukoolaus 100mm + mineraalivilla 100mm
- Tuulensuojakipsilevy 9mm
- Lauta 22mm



Kuva 82. Pohjoissivustan parvekkeen yläpuolinen välipohjarakenne VP9.

Rakennekerrokset ylhäältä alas:

- Pintabetoni 40mm
- Ontelolaatta 265mm
- Koolaus + min. villa 100mm
- Koolaus + min. villa 100mm
- Tuulensulkuvilla 30mm
- Koolaus 50mm
- Harvalaudoitus

Riskiario

- Välipohjien, lattiapäällysteiden ja pinnoitteiden vaurioriski tiloissa, missä käytetään runsaammin vettä tai vesivuodon mahdollisuus on olemassa mm. märkätilat, siivouskomerot yms.
- Rakenteiden VP3, VP4 ja VP7 askeläänieriste tai valupaperi voivat olla vaurioituneet. Vaurioituminen on voinut tapahtua rakennusaikaisen kosteuden vaikutuksesta ja rakennekerroksista voi olla ilmayhteys sisätiloihin.
- Liikuntasalin joustolattiarakenne sisältää kuitulähteitä. Lattian liikkeet saattavat irrottaa kuituja rakenteesta, jolloin niitä voi kulkeutua lattiatuuletuksen kautta sisätiloihin.
- Väestönsuojan kohdalla liikuntasalin joustolattian eriste- ja puukerrokset ovat voineet vaurioitua, mikäli teräsbetonilaatta ei ole kuivunut riittävästi ennen pintakerrosten rakentamista.

7.5.2020

- Lisäksi välipohjat ovat voineet vaurioitua esimerkiksi käytönaikaisten vesivahinkojen tai mm. siivousvesien vaikutuksesta.

Tutkimukset ja havainnot

Välipohjarakenteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, rakenteisiin suoritettujen pintakosteuskartoitusten avulla, rakennekosteusmittauksin ja rakenneavausten kautta.

Välipohjarakenteisiin tehtyjen pintakosteuskartoitusten yhteydessä havaittiin poikkeamia 2. kerroksen pohjoissivustalla tiloissa 2178, 2179 ja 2181. Viiltomittauksissa todettiin rakenteiden olevan kuivia. Tarkkaa syytä poikkeaville pintakosteusosoittimen lukemille ei löydetty.

Rakenteiden VP1, VP2 ja VP5 toteutukset tarkastettiin rakenteeseen tehdyn porareian kautta. Rakenteet olivat suunnitelmien mukaiset. Välipohjarakenteessa havaittiin rakenteiden liikkeestä johtunut halkeama tilassa 3112. Halkeama ulottui ulkoseinärakenteesta välipohjaan. Kolmannessa kerroksessa tilassa 3124 välipohjan ja rappukäytävän vastaisen väliseinän saumakohta oli haljennut.

Rakenteeseen VP3 tehtiin kaksi rakenneavausta ja avauksista otettiin kaksi mikrobinäytettä. Näytteissä ei ollut viitettä vauriosta. Rakenteessa ei ollut suunnitelmissa esitettyä valupaperia pintalaatan alapuolella.

Rakenteeseen VP4 tehtiin yksi avaus. Rakenteessa oli käytetty kumin sijasta solumuovia koolauskerrosten välissä. Pohjabetonia vasten koolattu puu oli painekyllästettyä.

Rakenteen VP6 kuntoa tarkasteltiin liikuntasaliin tehdyn rakenneavauksen kautta. Joustolattiarakenteessa oli kumin sijasta solumuovi koolauskerrosten välissä. Joustolattiarakenteen alapuolisen rakenteen eristekerroksesta otettiin mikrobinäyte. Näytteessä ei ollut viitettä vauriosta.

Rakenteen VP7 kuntoa tutkittiin aistinvaraisesti IV-konehuoneesta käsin. Rakenteen päällysteenä käytetty muovimatto oli repeillyt saumoista ja muovimattojen pinnalta havaittiin kosteusjälkiä useista paikoista.

Rakenteen VP8 kuntoa tutkittiin liikuntasalin näyttämön alle tehdyn rakenneavauksen kautta. Rakenne oli suunnitelmien mukainen eikä poikkeavaa havaittu.

Rakenteeseen VP9 tehtiin yksi rakenneavaus ulkokautta. Rakenteen nurkassa oli EPS-eristeen sijasta käytetty mineraalivillaa. Muuten rakenne oli suunnitelmien mukainen eikä poikkeavaa havaittu.

7.5.2020



Kuva 83. Liikuntasalin yläpuolisen IV-konehuoneen lattioilta havaittiin useita kosteuden aiheuttamia jälkiä. Muovimattojen saumat olivat monin paikoin ratkeilleet ja epätiivitä.

Johtopäätökset

Toisen kerroksen välipohjarakenteissa esiintyneet poikkeamat pintakosteudenkartoituksessa johtuvat todennäköisesti käytetystä mattotyyppistä tai tasoitteesta. Rakenteissa ei havaittu vaurioihin viittaavaa eikä ylimääräistä kosteutta viiltomittausten perusteella. Rakenteessa VP2 havaitut halkeamat ovat johtuneet tutkimusten perusteella rakenteiden liikkeistä.

Liikuntasalin IV-konehuoneen muovimattopäällysteet ovat rikkoutuneet ja vettä on voinut kulkeutua rakenteisiin.

Toimenpide-ehdotukset

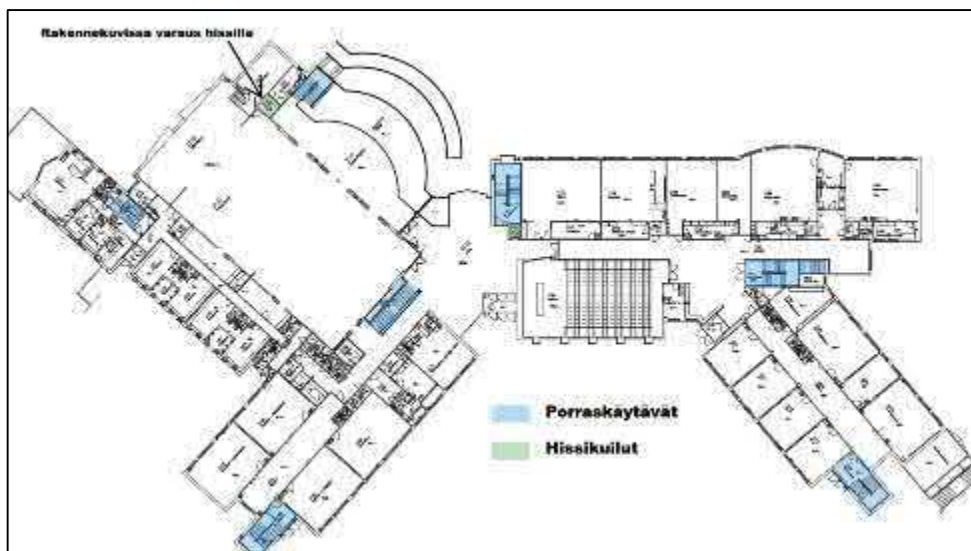
Havaitut halkeamat rakenteissa korjataan. IV-konehuoneen muovimattopäällysteet korjataan ja tarvittaessa betonirakenteita kuivataan. Tilaan asennetaan uuden päällysteet tarvittavilta osin.

4.13 Porras- ja hissikuilut

Sijainti

Porraskäytäviä sijaitsee seitsemässä paikassa rakennuksessa. Rakennuksessa on yksi toiminnassa oleva hissi. Alkuperäisissä rakennekuvissa on hissi merkitty myös keittiön kohdalle.

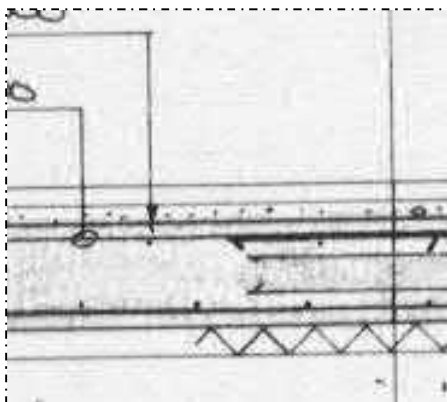
7.5.2020



Kuva 84. Porrashuoneiden ja hissikuilujen sijainnit.

Rakenne

Portaat ovat paikallavalettuja teräsbetonirakenteita. Itäpäädyn portaan alla on osittainen maatyttökerros. Hissikuiluissa on alapohjan osalla alapuolelta lämmöneristetty teräsbetonilaatta. Maanvastaisten seinien rakenne on ulkopuolelta lämmöneristetty betoni. Betonin laaduksi on rakennekuvissa ilmoitettu vesitiivis betoni.

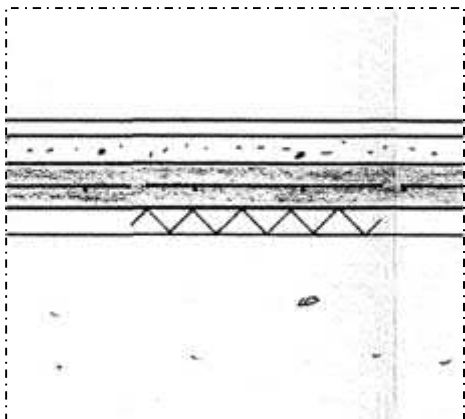


Kuva 85. Alapohjarakenne portaikon kohdalla.

Rakennekerrokset:

- Pintalaatta
- Tasauslaasti
- Kantava teräsbetonilaatta 180mm
- EPS-eriste 50mm
- Maatyttö

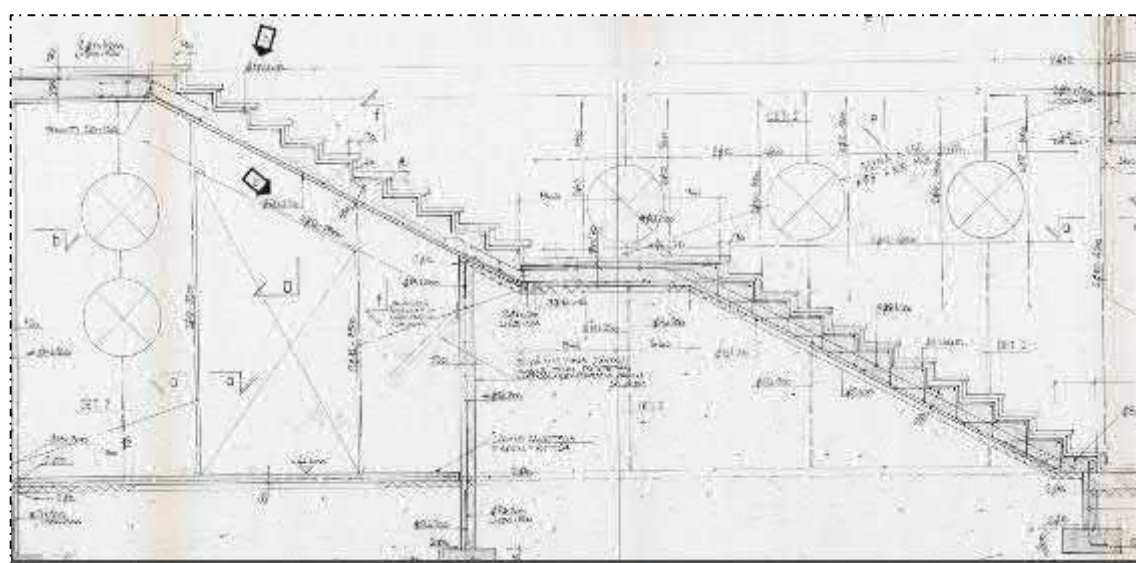
7.5.2020



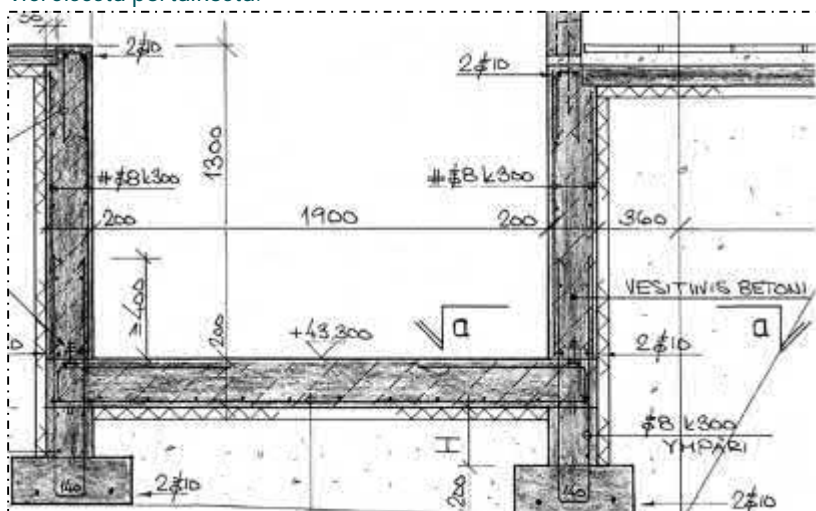
Rakennekerrokset:

- Mosaiikkibetonilaatta
- Tasauslaasti
- Teräsbetonilaatta 80mm
- EPS-eriste 50mm, reunoilla 100mm
- Tiivistetty sora >200mm

Kuva 86. Pääsisäänkäynnin rappukäytävän alapohjarakenne.



Kuva 87. Portaat ovat paikallavalettuja. Osa portaikoista sisältää maatäyttökerroksia. Kuva on itäpään sisäänkäynnin viereisestä portaikosta.



Kuva 88. Hissikulun toteutusperiaate.

Riskiarvio

- Itäpään portaiden alla on maatäyttö, josta voi olla ilmayhteys sisätiloihin.
- Hissikulun perusrakenteilta voi nousta kosteutta kapillaarisesti ylöspäin.

7.5.2020

Tutkimukset ja havainnot

Portaikkoihin tehtyjen kosteuskartoitusten yhteydessä havaittiin poikkeamia rakennuksen itäpäädyn portaikon kohdalla käytävän vastaisen seinän alaosasta. Idän puoleisen sisäänkäynnin kohdalla sijaitsevaan portaikkoon tehtiin yksi rakenneavaus. Rakenne oli avauksen perusteella suunnitelmien mukainen. Portaiden vastaisilta seiniltä havaittiin viitteitä kosteusrasituksesta. Maali oli kupruillut käytävän vastaisella seinällä. Rakenteen täyttökerroksista ei havaittu ilmayhteyttä sisätiloihin.

Alkuperäisissä piirustuksissa esiintynyttä ruokalan hissikuilua ei havaittu tutkimusten yhteydessä. Pääsisäänkäynnin hissikuilu tarkastettiin. Hissikuilun betonipinnat oli maalattu ja maali oli hilseillyt monin paikoin.



Kuva 89. Yleiskuva rakennuksen itäpäädyssä sijaitsevasta portaikosta.



Kuva 90. Itäisivustan portaikon seinämärakenteen alaosasta havaittiin maalipinnan kupruilua.

7.5.2020



Kuva 91. Yleiskuva hissikulusta.



Kuva 92. Maalipinta oli monin paikoin irtoillut kuilun alapohjarakenteen pinnasta.

Johtopäätökset

Rakennuksen itäpäädyssä sijaitsevan portaikon rakenteet tukeutuvat omiin anturalinjoihinsa ja kosteus nousee käytävän vastaisen seinän alaosaan kapillaarisesti ja aiheuttaa kosteusrasitusta seinärakenteille. Kosteus on vaurioittanut maalipintoja ja portaiden seinustoille kiinnitettyjä muovisia jalkalistoja. Portaat ovat muilta osin hyväkuntoisia.

Hissikulun lohkeilleet ja irtoilleet maalikerrokset johtuvat kosteuden noususta rakenteisiin.

Toimenpide-ehdotukset

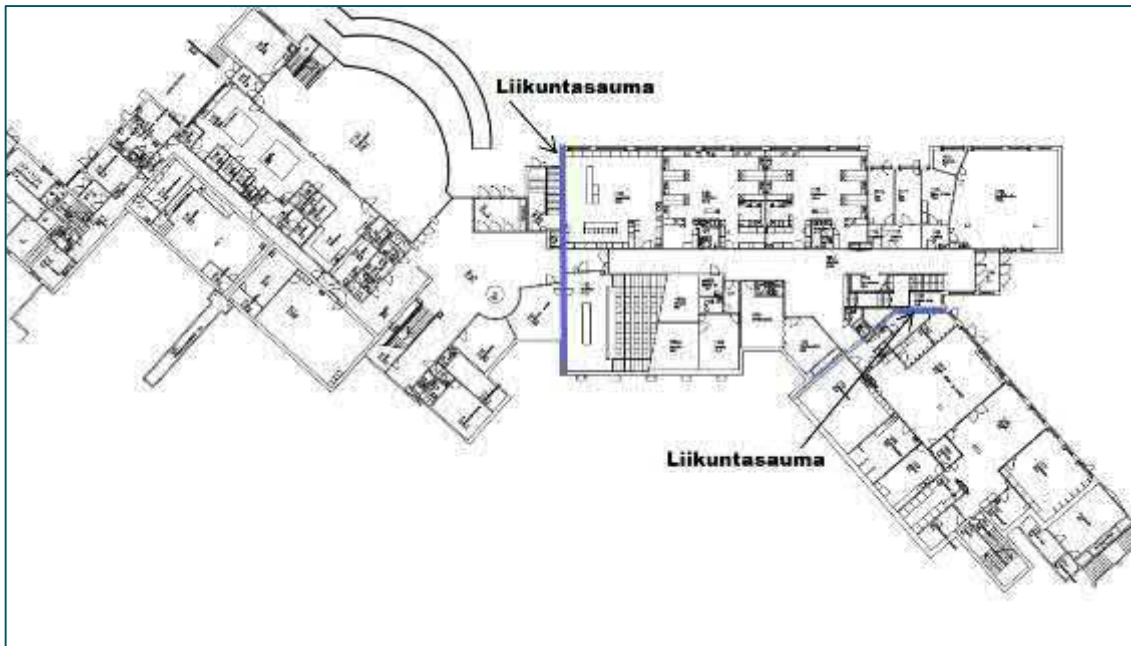
Kosteuden nousua perusrakenteilta vähennetään parantamalla rakennuksen pohjan kuivatusjärjestelmän toimivuutta. Hissikulun seinustojen ja alapohjan pinnoitteet korvataan paremmin vesihöyryä läpäisevillä pinnoitteilla, ottaen kuitenkin huomioon pinnoitteilta vaadittu öljynkestävyys.

4.14 Liikuntasamat

Sijainti

Rakennuksen toinen liikuntasama sijaitsee auditorion vieressä ja liikuntasama kulkee rakennuksen läpi etelä-pohjoissuunnassa. Toinen liikuntasama kulkee B1 ja B2 osion välissä.

7.5.2020



Kuva 93. Liikuntasaumojen sijainnit rakennuksessa on merkitty 1. kerroksen pohjakuvaan.

Rakenne

Auditorion viereisen liikuntasauaman rakenteesta ei ollut tietoja. B-osien välissä oleva liikuntasauama sisältää kaksinkertaisen huopakaistan ja bituliittilevyn.



Kuva 94. B-osien välinen liikuntasauama.

Riskiarvio

- Liikuntasauaman kautta saattaa olla ilmayhteys alapohjarakenteisiin ja maaperään tai muihin liittyviin rakennekerroksiin.
- Liikuntasaumassa on voitu käyttää herkästi vaurioituvia materiaaleja.

Tutkimukset ja havainnot

Auditorion vieressä 1. kerroksessa liikuntasauamarakenteen välissä oli käytetty kovalevyä. Rakenteen tarkastuksessa havaittiin kovalevyn olevan vaurioitunut kosteuden vaikutuksesta. Liikuntasauamarakenteesta havaittiin vahva mikrobiperäinen haju. Liikuntasauamarakenne tarkastettiin myös 3. kerroksessa. Rakenteen saumat olivat revenneet ja rakenteesta virtasi ilmaa sisälle päin. B-osien välistä liikuntasauamaa ei havaittu tutkimusten yhteydessä.

7.5.2020



Kuva 95. Auditorion kohdalla 1. kerroksen liikuntasaumarakenne tarkastettiin.



Kuva 96. Liikuntasaumassa on käytetty kovalevyä. Kovalevy oli aistinvaraisesti vaurioitunut ja rakenteesta havaittiin vahva mikrobiperäinen haju.



Kuva 97. Liikuntasauva 3. kerroksen välioven vieressä.



Kuva 98. Liikuntasauva oli epätiivis seinän ja välipohjan liittymäkohdasta.

Johtopäätökset

Liikuntasauvarakenteen välissä käytetty kovalevy on vaurioitunut alapohjarakenteisiin nousevan kosteuden vaikutuksesta. Muissa kerroksissa liikuntasauva on epätiivis. Liikuntasauvan kautta on ilmayhteys sisätiloihin päin ja vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Toimenpide-ehdotukset

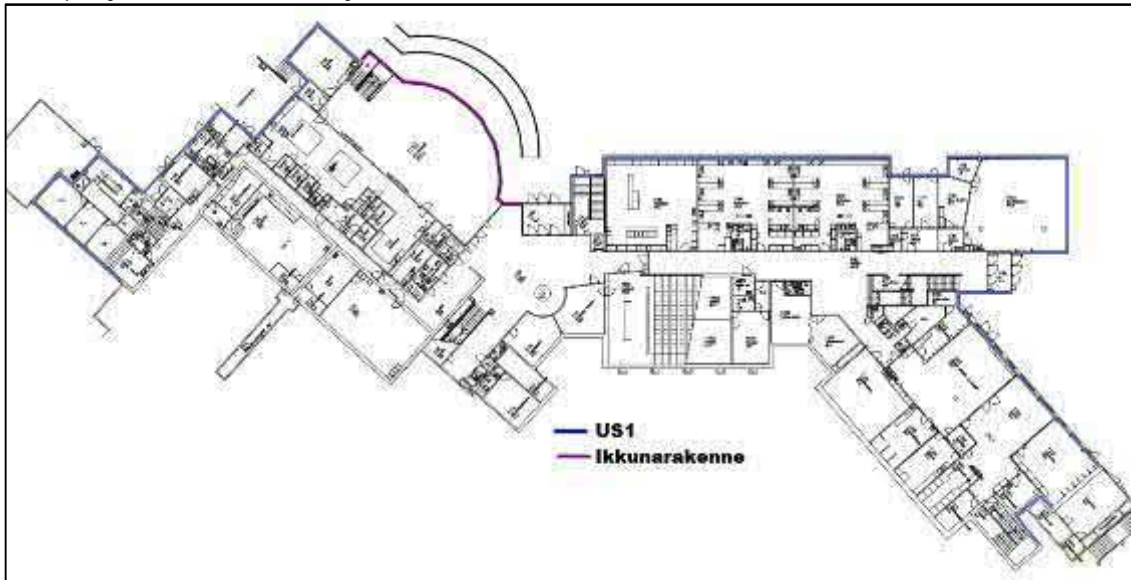
Ensimmäisen kerroksen rakenteet, joissa on käytetty kovalevyä, korjataan alapohjien korjausten yhteydessä. Vaurioitunut materiaali poistetaan ja rakenne tiivistetään tiivistyskorjausjärjestelmällä. Muiden kerrosten osalta liikuntasauvat tiivistetään.

7.5.2020

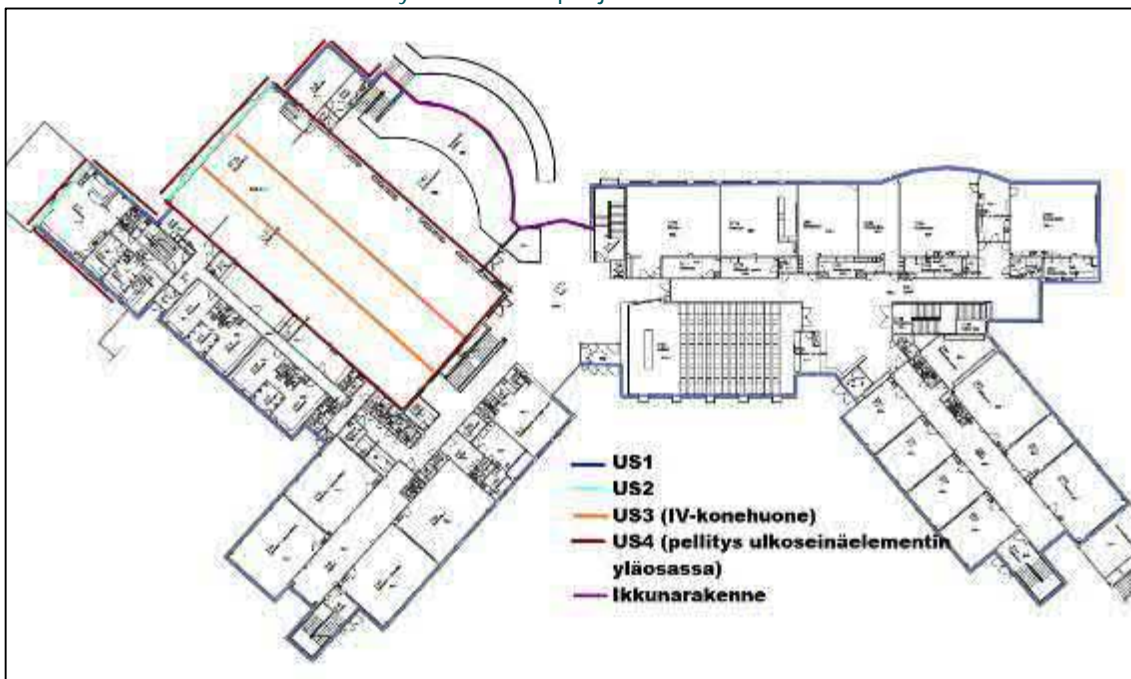
4.15 Ulkoseinät

Sijainti

Alkuperäisten rakennekuvien ja arkkitehtikuvien perusteella rakennuksessa on neljää (4) eri ulkoseinärakennetta sekä ruokalassa sijaitseva ikkunarakenne. Ulkoseinät ovat elementtirakenteisia. Julkisivupinnoitteena on elementtiin kiinnitetty tiilikuvioitu laatta 1. kerroksen osuudella, 2. ja 3. kerroksen osalla julkisivupinnoitteena on alaosassa tiilikuviointi ja ylempänä peltiverhoilu. Eri ulkoseinärakenteiden sijainnit löytyvät alla olevista pohjakuvista. Ruokalan julkisivu on ikkunarakenteinen.

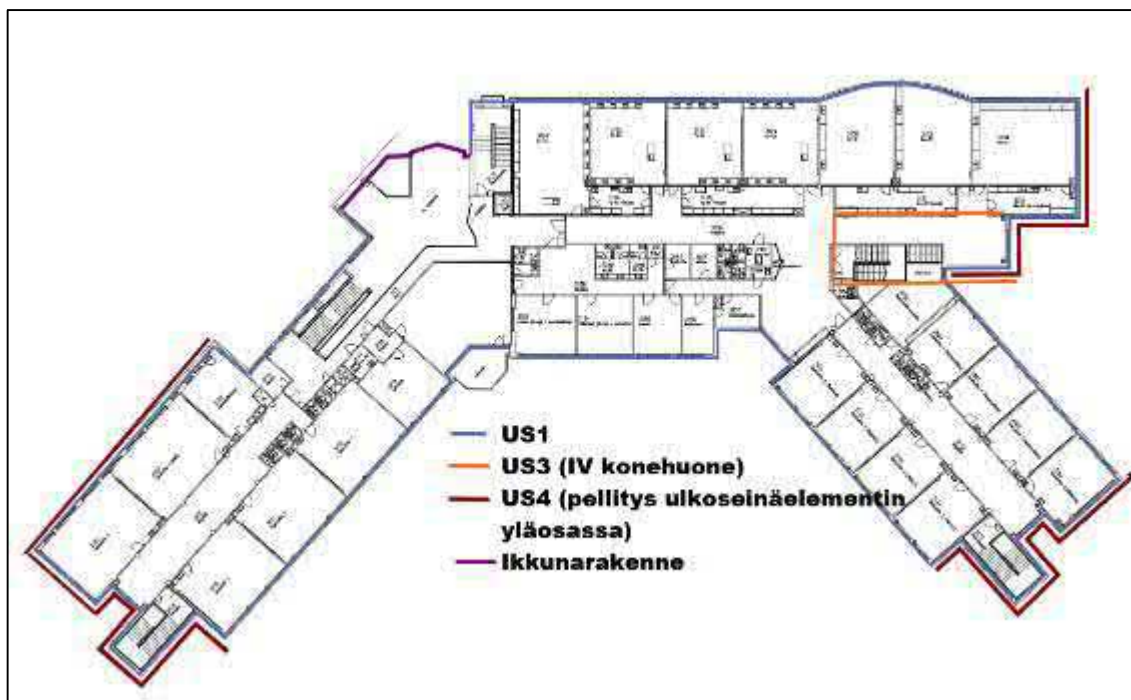


Kuva 99. Ulkoseinärakenteet merkitty 1. kerroksen pohjakuvaan.



Kuva 100. Ulkoseinärakenteet merkitty 2. kerroksen pohjakuvaan.

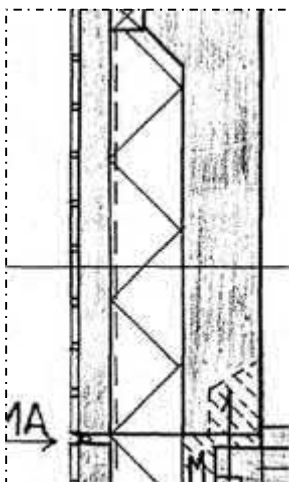
7.5.2020



Kuva 101. Ulkoseinärakenteet merkittynä 3. kerroksen pohjakuvaan.

Rakenne

Rakennuksen ulkoseinärakenteiden rakennetyypit löytyvät alla olevista kuvista. Ulkoseinärakenne US1 on betonielementti, jossa on kantava 160mm paksu betoninen sisäkuori, 145mm paksu uritettu mineraalivillieriste sekä 85mm paksu betoninen ulkokuori. Betoniseen ulkokuoreen on kiinnitetty tiililaatta. Ulkoseinärakenne US2 on kuten US1, mutta sisäkuori ei ole kantava. Rakenteen US3 kantavana osana on teräskehikko. Teräskehikon ulkopuolella on koolattu mineraalivillalla eristetty rakenne, jossa on peltiverhoilu. Rakenne US4 on kantava betoninen elementti kuten US1, jonka ulkopuolella on peltiverhoilu.

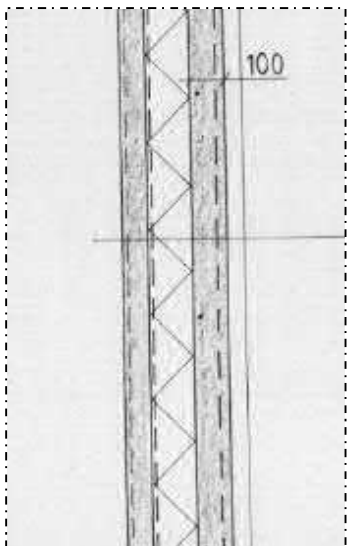


Kuva 102. Ulkoseinärakenne US1.

Rakennekerrokset:

- Tiililaatta
- Betoninen ulkokuori 85mm
- Uritettu mineraalivilla 145mm
- Betoninen sisäkuori 160mm

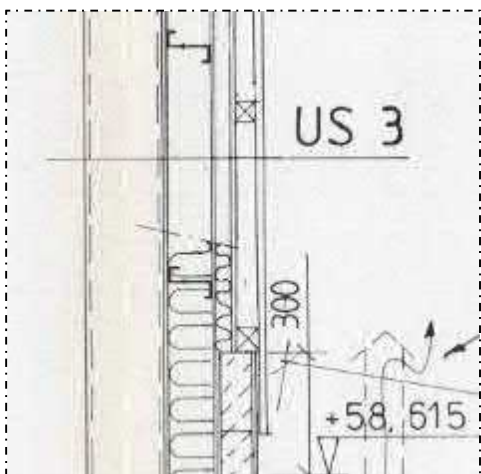
7.5.2020



Kuva 103. Ulkoseinärakenne US2.

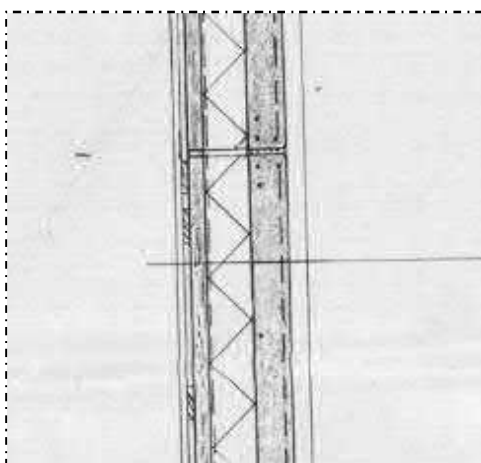
Rakennekerrokset ulkoa sisälle:

- Betoninen ulkokuori 60mm
- Uritettu mineraalivilla 145mm
- Betoninen sisäkuori 100mm

Kuva 104. Ulkoseinärakenne US3. Liikuntasalin
yläpuolisen IV-konehuoneen seinärakenne.

Rakennekerrokset ulkopuolelta sisälle:

- Alaosassa kevytsoraharkko, katon osalla 50x50 runko peltiverhouksella
- Alaosassa asennusvara yläosassa tuulensuojavilla 30mm
- Z-orso 120x51 + 120mm mineraalivilla
- Höyrynsulku
- Kipsilevy 13mm
- Teräskehät 200x100 k3000



Kuva 105. Ulkoseinärakenne US4. Kantavan ulkoseinäelementin ulkopinta on pellitetty.

Rakennekerrokset ulkopuolelta sisälle:

- Profiilipelti
- Lujalevy 4mm
- Betoni 60mm + 100x25 kestopuu
- Uritettu mineraalivilla 145
- Betoni 100mm

7.5.2020



Kuva 106. Ruokalan seinän ikkunarakenne

Riskiarvio

- Julkisivuissa havaittiin kohdekierroksella tummentumia useasta paikasta. Jäljet viittasivat kosteuteen elementin ulkopinnassa. Tämä voi lisätä eristetilan kosteusrasitusta, mikäli eristetilan tuuletus toimii heikosti.
- Betonisandwich-elementtien suurimpana kosteusteknisenä riskinä on ulkokuoren elementtiliitosten sadeveden pitävyys. Jos elementtien välissä olevan elastisen saumamassan kunto on huono tai sen uusimisvälit ovat olleet liian pitkiä, on sadevesi voinut päästä rakenteen sisään ja aiheuttaa vaurioita eristekerroksessa tai puuosissa (apukarmit tms.)
- Betonielementin sisäkuoren liitokset voivat olla epätiivittä, jolloin sisäilman vesihöyry voi päästä eristekerrokseen ja tiivistyä rakenteen kylmään pintaan.
- Betoninen ulkokuori voi olla käyttöikänsä päässä. Betoni voi olla karbonatoitunutta tai/ja pakkasrapautunutta. Betonin ulkoreunan terästen betonipeitekerroksen paksuus ei välttämättä ole riittävä. Teräkset voivat olla korroosiovaurioituneita. Sisä- ja ulkokuoren välissä olevat ansaat voivat olla vaurioituneet.
- Ulkoseinän ja perusmuurirakenteen väliin ei ole merkitty kapillaarisen kosteuden nousun katkaisevaa kerrosta. Ensimmäisen kerroksen ulkoseinärakenteiden eristekerrosten alaosiin saattaa nousta kapillaarisesti kosteutta perusrakenteiden kautta.
- Julkisivurakenteen eristetilasta saattaa olla yhteys sisäilmaan esimerkiksi ikkunaliitosten kautta, jolloin eristetilan vauriot voivat vaikuttaa sisäilman laatuun.

Tutkimukset ja havainnot

Ulkoseinärakenteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, rakennekosteusmittauksin sekä pistokoeluontoisesti rakenteisiin tehtyjen merkkiainekokeiden avulla.

Ulkoseinäelementtien tiililaattaisissa julkisivuissa havaittiin useita tummentumia, jotka olivat kosteuden aiheuttamia. Tummentuvat voimistuivat sateiden aikana. Tiililaatan saumoista havaittiin paikoittain kalkkihärmettä. Myös seinärakenteen alaosan betonikuoressa oli useita kosteuden aiheuttamia jälkiä. Itäisellä sivulla havaittiin halkeama julkisivuelementin ja sokkelin liitoskohdasta. Kaakkois- lounais- ja luoteissivustalla julkisivut ovat korkeita ja räystäitä ei ole lainkaan. Näillä kohdin seiniin kohdistuva kosteusrasituksen havaittiin olevan muita julkisivupintoja suurempi. Ikkunarakenteiden ja ikkunoiden pellityksissä ja sisäpuolisten räystäiden toteutuksessa havaittiin puutteita, joiden kautta sadevesi pääsee kulkeutumaan julkisivun eristekerrokseen. Havainnot ko. rakenteista on esitetty omissa luvuissaan.

Julkisivuelementtien saumamassat olivat suurimmalta osalta ehjiä, mutta alkuperäisissä saumauksissa esiintyi ikääntymisen aiheuttamaa massauksen pinnan halkeilua. Saumamassauksia oli uusittu paikoittain. Saumamassojen taakse on asennettu solumuovinauha oikeaoppisesti. Lounaissivustalla havaittiin käytävän

7.5.2020

korkean metallisen ikkunan ja ulkoseinän välisen sauman irronneen ikkunan reunasta. Seinärakenteiden sisäpuolelle tehdyissä pintakosteudenkartoituksissa ei havaittu poikkeamia. Sisäpuolelta havaittiin useita halkeamia betonisten seinäelementtien sisäkuorissa. Halkeamia esiintyi ympäri rakennusta. Halkeamapaikkoja on merkitty liitteenä olevaan pohjakuvaan.

Rakenteeseen US1 tehtiin yhteensä 20 rakenneavausta. Avauksien kautta otettiin ulkoseinäelementin eristekerroksesta yhteensä 20 mikrobinäytettä. Rakenne oli suunnitelmien mukainen. Ulkoseinäelementeistä havaittiin muovitettu mineraalivillakaista, joka sijaitsi elementtien liitoskohdissa. Osassa rakenneavauksia havaittiin lievää mikrobiperäistä hajua. Rakenteen eristekerroksesta otetuista mikrobinäytteistä yhdeksässä näytteessä oli viite vauriosta, neljässä lievä viite vauriosta. Vauriot keskittyivät elementtiliitosten läheisyyteen, ikkunoiden alle sekä sokkelin ja ulkoseinärakenteen liitoskohtaan lähelle maanpintaa. Rakenteen alaosassa liikuntasalin pukuhuoneen kohdalla havaittiin mikrobiperäistä hajua eristekerroksesta. Rakenteeseen tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella ilmavuotoja eristekerroksesta sisätiloihin havaittiin seinärakenteen ja välipohjan sekä seinärakenteen ja alapohjan liitoskohtien, ikkunarakenteiden ja seinän liitoskohtien sekä seinän sisäkuoressa esiintyvien halkeamien kautta.

Ulkoseinärakenteeseen US2 tehtiin 2 rakenneavausta. Rakenneavauksien kautta otettiin 2 mikrobinäytettä. Rakenne oli suunnitelmien mukainen. Mikrobinäytteissä ei ole viitettä vauriosta.

Ulkoseinärakenteen US3 kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisin havainnoin. Liikuntasalin yläpuolisen IV-konehuoneen seinämästä havaittiin kosteuden aiheuttamia vaurioita. Havaintojen perusteella kosteus oli kulkeutunut seinärakenteeseen seinän yläosassa sijaitsevan tuloilman ulkosäleikön ja seinän liitoskohdassa esiintyvän epätiivin liitoksen kautta.

Ulkoseinärakenteen US4 kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti. Rakenteista ei havaittu poikkeavaa.

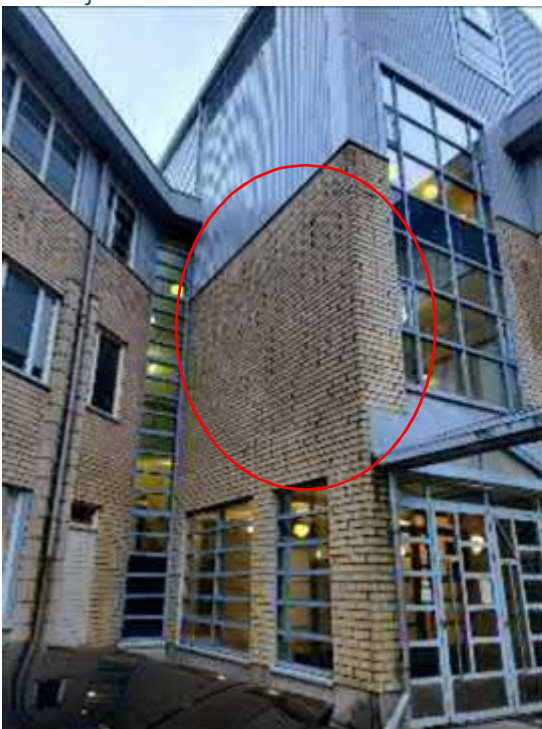
7.5.2020



Kuva 107. Teknisen työn tilojen edustalla vuotava sadevesikouru on aiheuttanut kosteusrasitusta rakennuksen julkisivuun.



Kuva 108. Kosteuden aiheuttamia jälkiä julkisivuelementin alaosassa teknisen työn edustalla.



Kuva 109. Korkeisiin julkisivuihin kohdistuu huomattavaa kosteusrasitusta vesisateiden aikana. Kastuneet alueet näkyvät tummentumina julkisivussa.



Kuva 110. Korkeissa julkisivuissa ei ole räystäitä ja ikkunasyvennyksissä tuulen ja sateen yhteisvaikutus aiheuttaa kosteusrasitusta julkisivuelementteihin.

7.5.2020



Kuva 111. Rakennuksen lounaissivustalla keittiöhenkilökunnan taukotilojen kohdalla on kosteuden aiheuttamia tummentumia julkisivuelementissä.



Kuva 112. Kosteuden aiheuttamia tummentumia rakennuksen luoteissivustalla kerhuhuoneen ja asunnon kohdalla.



Kuva 113. Halkeama teknisen työn tilojen kohdalla ulkoseinäelementin alaosassa.



Kuva 114. Alkuperäisistä elementtisaumauksista havaittiin ikääntymisen aiheuttamaa massauksen pinnan halkeilua. Saumaus on irronnut ikkunarakenteesta rakennuksen lounaissivustan ikkunasyvennyksessä.

7.5.2020



Kuva 115. Liikuntasalin pukuhuoneiden sisäänkäynnin kohdalta havaittiin voimakasta kosteusrasitusta ulkoseinärakenteessa, joka on aiheutunut vuotavasta sadevesiyöksystä.



Kuva 116. Saumamassan taakse on asennettu kahteen kerrokseen solumuovikaista. Elementtien saumakohdassa on muovitettu mineraalivillaeristekaista.



Kuva 117. Liikuntasalin yläpuolisen IV-konehuoneen seinästä havaittiin kosteusvauriojälkiä.



Kuva 118. IV-konehuoneen kosteusvaurioiden aiheuttajaksi havaittiin puutteellisesti toteutettu liitos tuloilmasäleikön ja ulkoseinän saumakohdassa.

7.5.2020



Kuva 119. Halkeama ulkoseinän sisäkuoressa. Merkkiainekokeiden yhteydessä havaittiin ilmapuotoja rakenteen eristekerroksesta sisätiloihin halkeamien kautta.

Johtopäätökset

Ulkoseinärakenteisiin kohdistuu huomattavaa kosteusrasitusta viistosateiden aikana. Elementtisaumat ovat suurelta osin alkuperäisiä ja niiden vedenpitävyys on heikentynyt. Sadevettä ohjautuu julkisivun epätiiveyskohdista kuten ikkunarakenteista seinän eristekerrokseen. Sadevettä pääsee myös rakenteeseen puutteellisesti toimivien piilosadevesikourujen kautta. Myös kapillaarisesti perustuksilta nouseva kosteus aiheuttaa kosteusrasitusta seinien alaosille. Eristekerrokset ovat laajalti vaurioituneita useasta paikasta ainakin rakennuksen lounaissivustalla. Muilta sivustoilta havaittiin yksittäisiä vaurioita. Vaurioita esiintyi enemmän elementtien saumojen kohdalla, lähellä maanpintaa ja ikkunoiden alapuolella. Julkisivuelementtien ulkokuoren kunto on aistinvaraisten tutkimusten perusteella hyvä.

Rakenteissa tapahtunut liikehdintä on aiheuttanut huomattavia määriä halkeamia seinän sisäosiin ympäri rakennusta. Halkeamien kautta, ikkunarakenteiden kautta sekä ulkoseinärakenteen ja alapohjan / välipohjan liittymäkohtien kautta eristekerroksista on ilmavuotoreittejä sisätiloihin ja vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus. Ulkoseinärakenteeseen US3 liittyvässä tuloilmasäleikössä havaitut puutteet ovat aiheuttaneet vaurioita seinärakenteille ja kosteutta on voinut kulkeutua liitoksen kautta myös muihin rakennosiin.

Toimenpide-ehdotukset

Betoninen ulkokuori on aistinvaraisten tutkimusten perusteella hyvässä kunnossa, joten suositeltava toimenpide on vähentää julkisivuihin kohdistuvaa kosteusrasitusta ja vähentää rakenteen kautta sisätiloihin kulkeutuvia ilmavirtauksia. Julkisivuun kohdistuvaa kosteusrasitusta vähennetään korjaamalla puutteet sadevesikouruissa ja syöksyissä sekä korjaamalla ikkunarakenteet. Kaikki tuloilmasäleiköt ja niiden liitokset ulkoseinärakenteisiin tarkastetaan ja korjataan. Eristekerrosten mikrobivaurioituneiden rakenteiden vaikutusta sisäilmaan vähennetään paikkaamalla havaitut halkeamat ulkoseinärakenteen sisäkuoressa sekä suorittamalla tiivistyskorjaukset ulkoseinän ja siihen liittyvien rakenteiden rajapinnoissa. Julkisivuelementtien alkuperäiset saumat uusitaan. Seinärakenteessa US3 esiintyvät puutteet ja vauriot korjataan.

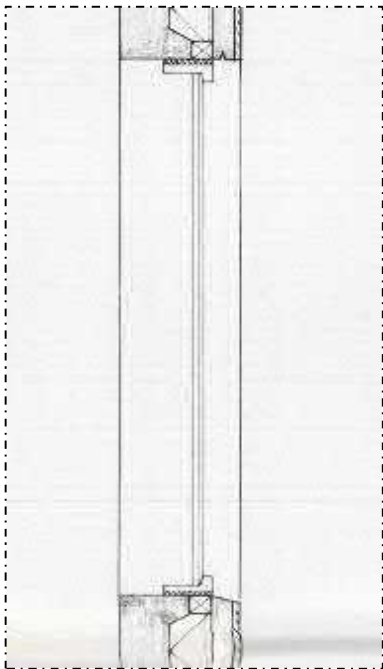
7.5.2020

Toinen raskaampi vaihtoehto on korjata julkisivut kokonaisuudessaan. Kyseisessä korjaustavassa julkisivun ulkokuori puretaan ja vanhat mineraalivillaeristeet poistetaan. Ulkokuori korjataan kosteusteknisesti toimivaksi erikseen laaditun korjaussuunnitelman mukaisesti. Kyseinen korjaus vaatii massiivisia purkutoimenpiteitä eikä ole sen vuoksi ensisijaisesti suositeltu vaihtoehto.

4.16 Ikkunat ja ulko-ovet

Rakenne

Rakennuksen ikkunat ovat kaksipuitteisia, rungoltaan metallia / puuta. Ikkunoiden rakennekuva on esitetty alla olevassa kuvassa. Rakennuksessa on korkeita ikkunarakenteita käytävätilojen päädyissä sekä ruokalan julkisivussa. Ulko-ovet ovat metalli ja puurakenteisia.



Kuva 120. Ikkunarakenteen leikkaus. Rakennekuivissa on merkitty ikkunoiden yläpuitteen eteen elementin vesiura, jota ei kuitenkaan kohdekierroksella havaittu.

Riskiärvio

- Ikkunarakenteen liitosdetaljit ja saumat ikkunaliittymissä voivat olla puutteellisia, jolloin sisäilman kosteus tai viistosade voi päästä rakenteen sisään.
- Ikkunan yläpuolelta puuttuu vesiura tai tippalista. Sadevesi saattaa kulkeutua ulkoseinää pitkin ikkunarakenteisiin.
- Veden poisjohtamiseen tarkoitettujen pellitysten toteutus, kuten ikkunapellitysten kallistukset, kiinnitykset seinään ja ikkunarakenteisiin sekä tiivistykset voivat olla puutteellisia.
- Edellä mainitut puutteet ovat voineet aiheuttaa vaurioita mm. ikkunan puisissa apukarmeissa tai eristeissä.
- Ikkunoiden eristetilasta voi olla yhteys sisäilmaan.

Tutkimukset ja havainnot

Ikkunarakenteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, rakennekosteusmittauksin, rakenteiden kautta otettujen mikrobinäytteiden avulla sekä merkkiainekokeiden avulla. Ovien kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin.

Ikkunat ovat alkuperäisiä. Puu-alumiini-ikkunoiden ulkopuolen metalliset puitteet olivat havaintojen perusteella hyvässä kunnossa. Ikkunapellitysten kallistukset olivat riittäviä. Pellityksien ja seinärakenteiden väliset

7.5.2020

saumat olivat alkuperäisiä ja saumausten tiiveydessä oli puutteita. Ikkunoiden yläosasta puuttui vesiura ja tiililaatan ja ikkunan saumasta havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Sisäpuolen puisista ikkunapuitteista ja listoituksista havaittiin monin paikoin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Sisäpuolella ikkunasyvennyksistä havaittiin monin paikoin maalipinnan irtoilua ja kosteuden aiheuttamia jälkiä. Sisäpuolisista listoista havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä.

Puu-alumiini-ikkunoihin ja ikkunoiden välissä sijaitseviin kotelorakenteisiin tehtiin yhteensä 7 rakenneavausta. Avauksista otettiin yhteensä 6 mikrobinäytettä. Kaikissa rakenteista otetuissa näytteissä oli viite vauriosta. Ikkunoiden tilkemateriaalina oli uretaanivaahdo. Uretaanieristeessä havaittiin epätiiveyttä ja ikkunoiden asennusvara oli avauksessa Ikk1.3 liian pieni (alle 20mm). Asennuksessa apuna käytetyt puuklossit oli jätetty kaikissa avauskohdissa rakenteeseen ja niissä havaittiin puun pehmenemistä. Apukarmit olivat ikkunoiden ala ja yläosissa painekyllästettyä puuta ja apukarmit oli kiinnitetty betoniseen ulkoseinäelementtiin. Pystyapukarmien alaosista havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä ikkunoiden välisien kotelointien kautta. Ikkunoiden välisten kotelorakenteiden eristeinä oli mineraalivilla. Mineraalivilla oli avauskohdissa tummentunutta. Avauksesta IK1.2 havaittiin lievä mikrobiperäinen haju. Kotelointien ulkopuolisen pellityksen ja tuulensuojalevyn välistä havaittiin rako, josta sadeveden on mahdollista ohjautua tuulen vaikutusta rakenteisiin. Rakenteista havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Sisäpuolisen levytyksen takana sijaitseva höyrynsulku-muovi oli haurastunut ja epätiivis. Ulkopuolisen tuulensuojalevyn alaosasta havaittiin kosteusjälkiä. Eristeistä havaittiin tummumia. Pohjoissivulla rakennuksen kaarevien ulokkeiden ja ikkunoiden rajapinta on koteloitu. Koteloinnin sisältä havaittiin kosteuden aiheuttamia vaurioita eristeissä ja tuulensuojalevyssä. Koteloinnin sisältä havaittujen puisten pystyapukarmien alaosissa oli kosteuden aiheuttamia jälkiä.

Ulkoseinäelementteihin tehtyjen merkkiainekokeiden yhteydessä havaittiin ilmavuotoja ikkunarakenteiden kautta sisäilmaan.

Ulkopuolelta tehtyjen havaintojen perusteella metallisten ikkunoiden ja ulkoseinän välisessä saumauksessa on puutteita rakennuksen lounaiskulmalla. Metallisten ikkunoiden kiinnitykset ja eristemateriaali tarkastettiin rakenneavauksen kautta. Tilkkeenä oli käytetty mineraalivillaa. Villa oli voimakkaasti tummunutta. Villasta otetussa mikrobinäytteessä oli vahva viite vauriosta. Metalliset karmit oli kiinnitetty suoraan ulkoseinäelementin sisäkuoreen karmiin hitsattujen rautojen avulla. Ikkunan sivulistan takana ei ollut rakenneavauksen IKK2.1 kohdalla eristettä lainkaan. Käytävällä 3105 sijaitsevan metallisen ikkunan yläosasta havaittiin maalipinnan irtoilua. Samasta kohtaa havaittiin halkeama ikkunapenkissä.

Ovien kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin. Ovet ovat alkuperäisiä metallisia ovia. Ovista havaittiin pientä maalipinnan irtoilua ja ruostuneita paikkoja. Ovien saranoita oli korjattu. Osa metallisten ovien pinnoista oli puupaneloitu.

7.5.2020



Kuva 121. Käytävien kohdalla ja ruokasalissa ikkunat olivat metallirakenteisia.



Kuva 122. Käytävän 3105 päädyssä sijaitsevan metallisen ikkunan yläosan maalikerrokset olivat irtoilleet.

7.5.2020



Kuva 123. Suurin osa ikkunoista on kaksipuitteisia ja kaksilasisia puu-alumiini-ikkunoita. Ikkunapellin kalustukset olivat riittävät.



Kuva 124. Ulkupuolisten pellitysten kittaukset olivat alkuperäisiä ja niissä näkyi ikääntymisen aiheuttamaa halkeilua. Kittauksissa havaittiin epätiivyyksiä, joista sadeveden on mahdollista kulkeutua rakenteisiin.



Kuva 125. Ikkunasyvennyksistä havaittiin monin paikoin kosteuden aiheuttamia jälkiä ja maalipinnan kupruilua ja irtoilua.



Kuva 126. Kosteuden aiheuttamia jälkiä ikkunan listoituksissa sisäpuutteessa ja ikkunasyvennyksen maali- ja tasoitepinnoissa.

7.5.2020



Kuva 127. Ikkunoiden ulkopuolelta havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä tiililaatan ja ikkunan rajakohdassa.



Kuva 128. Asennuskiilat oli jätetty rakenteeseen. Kiiloista havaittiin pehmentymää ja mikrobivaurioita.



Kuva 129. Pohjoissivustalla ikkunoiden välisten levytysten sisäpuolinen höyrynsulku on epätiivis. Eristeissä on mikrobivaurioita.



Kuva 130. Kotelarakenteiden tuulensuojalevyn ja ulkopuolisen ikkunapellityksen välissä on rako, josta vesi kulkeutuu sateen ja tuulen vaikutuksesta rakenteisiin. Tuulensuojalevyn alaosasta havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä.

7.5.2020



Kuva 131. Pohjoissivustalla kaarevien ulokkeiden reunoilla oli koteloitu rakenne. Rakenteessa ei havaittu höyrynsulkukerrosta. Rakenteen eristekerrokset, tuulensuojalevy ja rakenteessa sijaitsevat puut ovat vaurioituneita.



Kuva 132. Ulkoseinä rakenteisiin suoritettujen merkkiainekeiden yhteydessä havaittiin ilmapuotoa ikkunaliittymien kautta.



Kuva 133. Ulko-ovet ovat metallirakenteisia.



Kuva 134. Osa metallirakenteisista ovista oli paneloitu.

7.5.2020

Johtopäätökset

Ikkunoiden ulkopuolisissa pellityksissä on puutteita, jotka ovat mahdollistaneet kosteuden siirtymisen epätiivien kohtien kautta ikkunarakenteisiin. Ikkunoiden yläosassa ulkoseinäelementistä puuttuu vesiura ja vettä on päässyt kulkeutumaan karmirakenteisiin. Rakenteeseen jätetyt puiset asennuskiilat ovat vaurioituneet ja muodostaneet kylmäsiltoja ja tilkkeenä käytetty uretaanivaaho on monin paikoin epätiivis. Karmien ja ympäröivän rakenteen väliin jätetty asennusvara oli yhden avauksen kohdalla puutteellinen eikä eristettä ollut raoissa riittävästi. Eristeessä esiintyvät puutteet aiheuttavat kylmillä ilmoilla sisäilman kosteuden kondensoitumista kylmille ikkunan sisäpuolisille betonipinnoille, joka on aiheuttanut maalipintojen kupruilua ja vaurioita ikkunoiden sisäpuutteisiin ja listoituksiin. Osa sisäpuolisista vaurioista on muodostunut veden kulkeutumisesta sisäpuolisiin rakenteisiin ikkunassa esiintyvien epätiivyyksien vuoksi.

Ikkunoiden välisten kotelorakenteiden tuulensuojalevyn ja pellityksen kautta vettä on päässyt rakenteisiin ja vaurioittanut eristekerroksia. Rakenteen höyrynsulku on puutteellisesti toteutettu ja rakenteesta on suora ilmayhteys sisäilmaan. Pohjoissivun ulokerakenteiden ja ikkunoiden liitoskohdissa on mikrobivaurioita ja ulkopuolisen tuulensuojalevyn ja pellityksen tiiveydessä on puutteita, jotka mahdollistavat sadeveden ohjautumisen rakenteeseen.

Osassa metallisia ikkunoita on eristemateriaalina käytetty mineraalivillaa, joka on mikrobivaurioitunut ulkopuolisen kosteuden vaikutuksesta. Metallisten karmien ulkopuolisissa saumauksissa on puutteita, joiden kautta veden on mahdollista päästä rakenteisiin. Karmin ja ulkoseinäarakenteen välistä puuttui avauksen 2.1 kohdalla eriste kokonaan.

Rakenteista on ilmayhteys sisäilmaan ja vaurioilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Ulko-ovilla on vielä teknistä käyttöikää jäljellä eikä ovista havaittu muutamia yksittäisiä epäkohtia lukuun ottamatta suuria puutteita.

Toimenpide-ehdotukset

Kaikkien ikkunoiden ulkopuoliset pellitykset ja niiden tiiveydet liittyviin rakenteisiin tulee tarkastaa ja korjata. Metallisten ikkunoiden ja ulkoseinien väliset saumaukset uusitaan. Ikkunoiden ulkopuolelle asennetaan tippalista, joka estää sadevesien kulkeutumisen ikkunan yläkarmiin. Vanhat listat poistetaan ikkunoiden sisäpuolelta, puiset asennuskiilat poistetaan ja ikkunoiden asennusraot eristetään uudestaan. Vauriot ikkunasyvennyksien maali- ja tasoitepinnoissa korjataan. Rakennuksen pohjoissivustalla ikkunoiden väliset kotelorakenteet uusitaan ja ulokkeiden ja ikkunoiden liitoskohdassa sijaitsevat kotelorakenteet uusitaan. Ikkunoiden ja seinien liitospaikka tiivistetään soveltuvalla tiivistyskorjausjärjestelmällä.

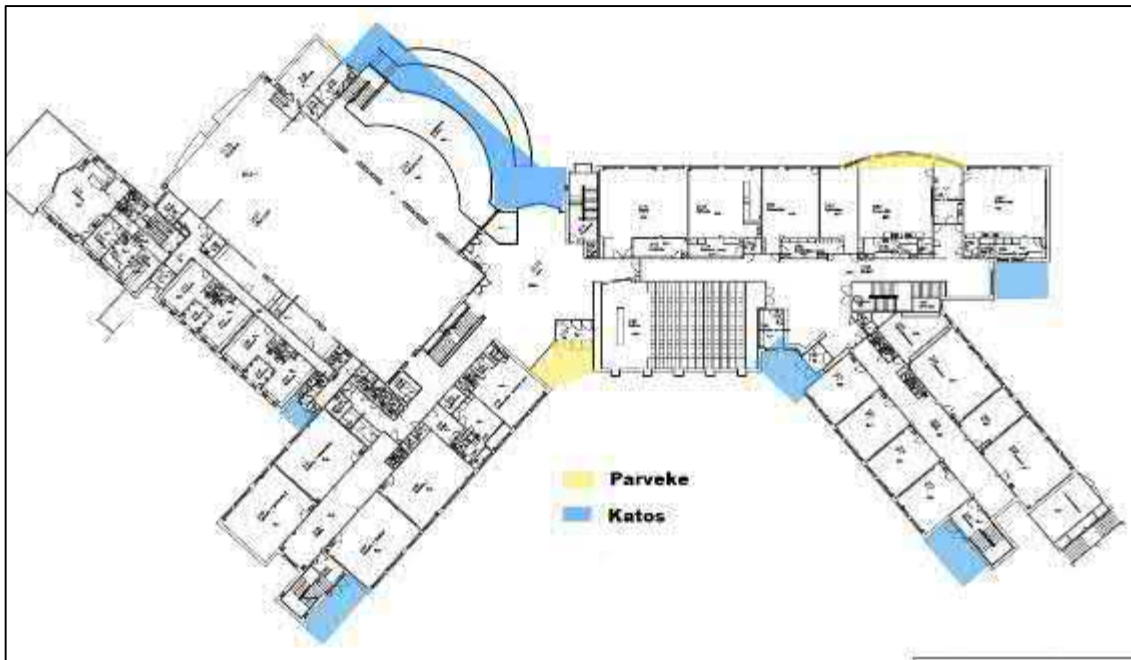
Ulko-ovet huoltomaalataan ja ovien toimivuus tarkastetaan. Puutteet korjataan tarvittavilta osin. Ovien puupaneloinnit uusitaan huoltomaalausten yhteydessä.

4.17 Parvekkeet, katokset ja ulkotasot

Sijainti

Katosrakenteita sijaitsee sisäänkäyntien kohdalla. Toisen kerroksen opettajanhuoneen yhteydessä on parveke eteläpuolen pihan suuntaan. Toinen parveke sijaitsee pohjoissivustalla 1. kerroksessa.

7.5.2020



Kuva 135. Katosten ja parvekkeiden sijainnit merkittynä pohjakuvaan.

Rakenne

Katosten kantavat rakenteet ovat puuta tai terästä. Opettajanhuoneen kohdalla sijaitseva parveke on betonirakenteinen. Parvekkeen yläpuolinen lasitettu katos on metallirunkoinen.

Riskiarvio

- Parvekkeiden ja katosten liitokset seinärakenteisiin voivat olla puutteellisia vesitiiveyden osalta.
- Katosten vedenpoisto voi olla puutteellista.

Tutkimukset ja havainnot

Katoksien kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin. Liikuntasalin sisäänkäynnin kohdalla katoksen alapuolisessa seinärakenteessa havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä ja sadeveden ohjaukseen käytetyn sadevesisyyöksyn havaittiin olevan rikki. Pohjoissivustan pääsisäänkäynnin kohdalla katoksen alapuolisten vanerilevyjen pinnoitteet ovat irtoilleet. Eteläpuoleisen sisäänkäynnin kohdalla katoksen vanerilevytyksien pinnoitteet olivat irtoilleet. Lounaissivustalla havaittiin katoksen alaosan harvalaudoituksessa lahovaurioita. Aiheuttajaksi havaittiin tiivistämätön lämmityskaapelin läpivienni. Tiivistämättömän läpiviennin kautta oli kulkeutunut kosteutta myös yläpohjan rakennekerrokseen. Itäisivustalta havaittiin puutteita katoksen vedenpoistossa. Katoksen metallirakenteista havaittiin ruostetta.

7.5.2020



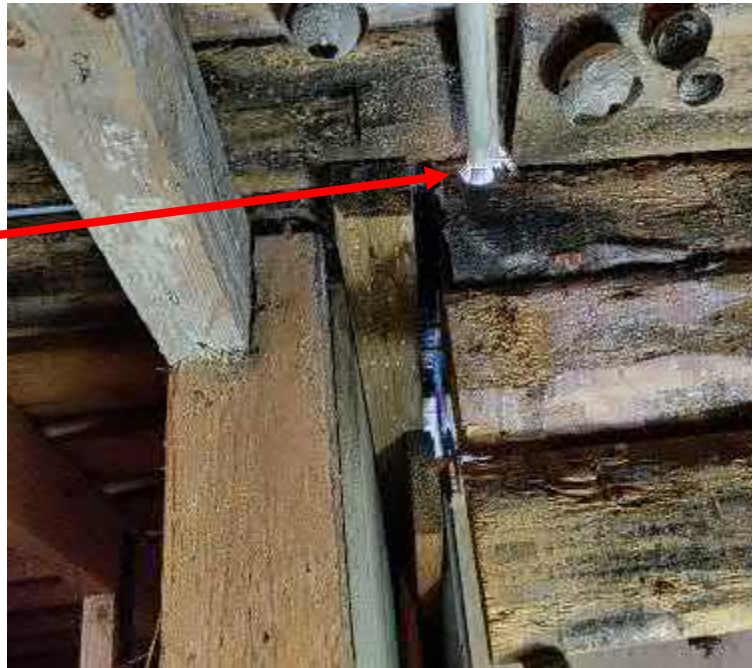
Kuva 136. Itäpuolen sisäänkäynnin katoksen vedenpoistossa havaittiin puutteita. Seinässä on kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 137. Rakennuksen lounaissivustan sisäänkäynnin kohdalla katoksen alapuolisista laudoituksista havaittiin lahovaurioita.



Kuva 138. Lounaissivustan sisäänkäynnin piilokourujärjestelmän lämmityskaapelin läpivienti on tiivistämättä.



Kuva 139. Tiivistämätön läpivienti on aiheuttanut kosteusvaurioita kattorakenteille ja katoksen alapuolisille laudoituksille.

7.5.2020



Kuva 140. Pääsisäänkäynnin ja ruokalan edustalla sijaitsevan katoksen alapuolisten vanerointien pinnoitteet olivat monin paikoin irtoilleet.



Kuva 141. Eteläpuolen sisäänkäynnin vanerointien pinnoitteet olivat irtoilleet.



Kuva 142. Itäisen sisäänkäynnin katoksesta havaittiin ruostetta.

7.5.2020

Johtopäätökset

Liikuntasalin sisäänkäynnin kohdalla vuotava sadevesisyöksy on aiheuttanut vaurioita ulkoseinärakenteseen. Lounaissivustan sisäänkäynnin kohdalla tiivistämätön läpivienti on vaurioittanut katoksen puurakenteita sekä alapuolisia panelointeja. Vanereiden maalipintojen irtoaminen on lähinnä ulkonäköä haittaava seikka. Metallirunkoisten katosten maalipinnoitteet ovat irtoilleet ja metalliosissa on alkavia ruosteaurioita.

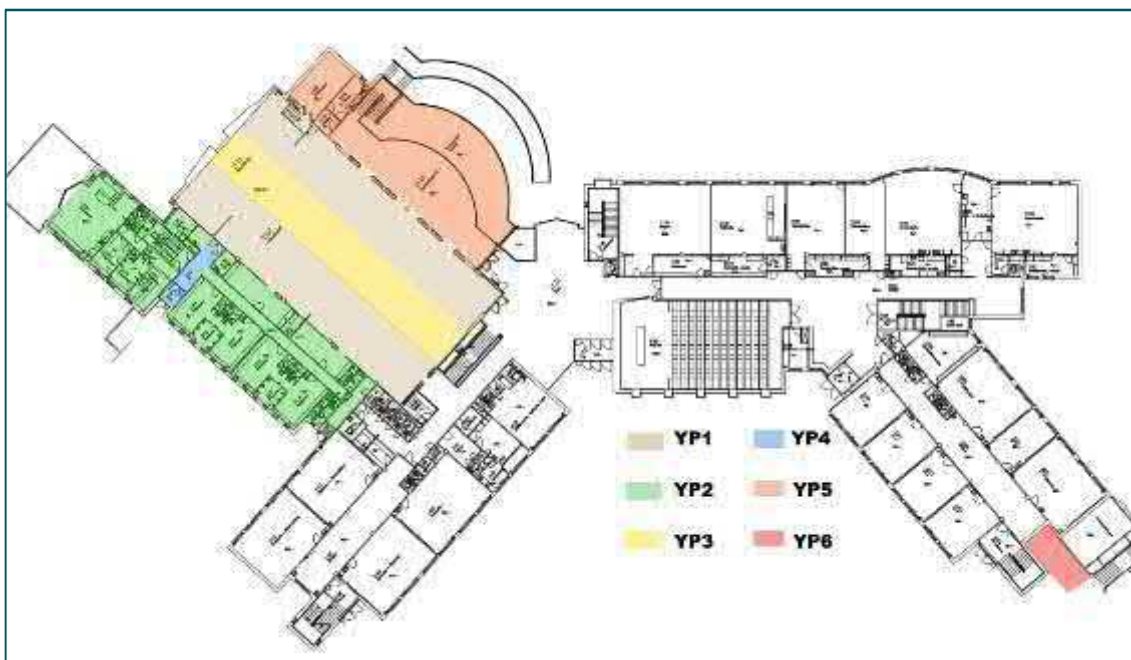
Toimenpide-ehdotukset

Katosten vedenpoistojärjestelmät korjataan ja piilokourujärjestelmä uusitaan muiden katto-osuuksien korjausten yhteydessä. Lounaissivustalla havaittu epätiivis sähköjohdon läpivienti korjataan. Kattorakenteissa esiintyvät vauriot korjataan ja alapuolinen laudoitus korjataan tarvittavilta osin. Peruskorjauksen yhteydessä uusitaan vaurioituneet vanerilevytykset sisäänkäyntien katosten kohdalta. Metalliset katokset puhdistetaan ruosteesta ja huoltomaalataan.

4.18 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

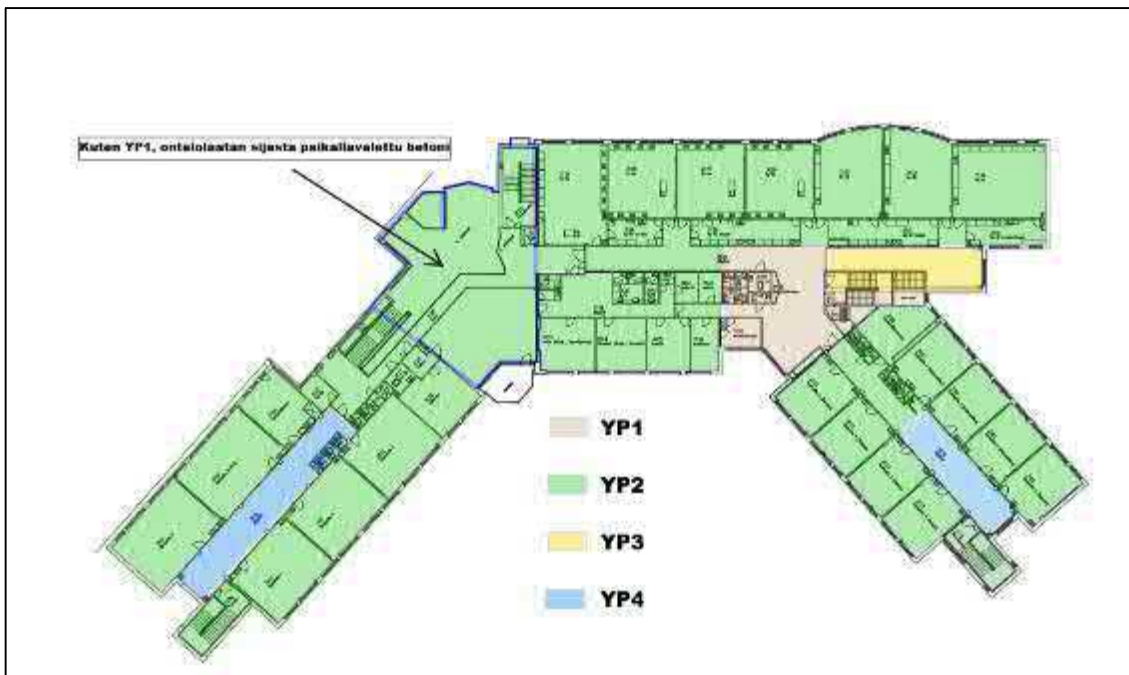
Sijainti

Rakennuksessa on kuutta eri yläpohjarakennetyyppiä. Yläpohjarakenne YP1 on liikuntasalin vesikattorakenne. Rakennetta on myös 3. kerroksen aulatilán kohdalla. Yläpohjarakenne YP2 on 2. kerroksen sosiaali-, pesu- ja pukuhuonetoiloissa esiintyvä kattorakenne. Rakennetta esiintyy myös suuressa osassa 3. kerrosta. Yläpohjarakenne YP3 on IV-konehuoneiden vesikattorakenne. YP4 on käytävillä sijaitsevien korotettujen katto-osuuksien yläpohjarakenne. YP5 on ruokalan kattorakenne. YP6 on Teknisen tilan kattorakenne.



Kuva 143. Yläpohjarakenteet merkittynä 2. kerroksen pohjakuvaan.

7.5.2020

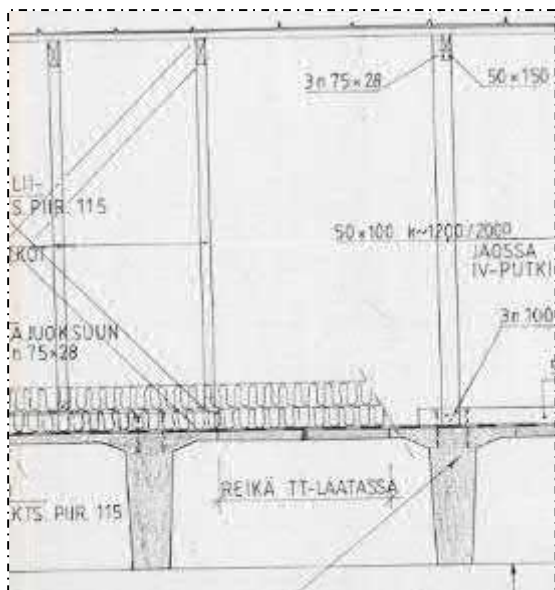


Kuva 144. Yläpohjarakenteet merkittynä 3. kerroksen pohjakuvaan.

Rakenne

Yläpohjarakenteen YP1 kantavana rakenteena on TT-laatasto. Laatan päällä on höyrynsulkukerros ja yhteensä 250mm mineraalivillaa eristeenä. Vesikattoa kannattelee puiset kattoristikot, joiden päällä on ruodelaudoitusta ja vesikatteenä konesaumattu pelti. Yläpohjarakenteen YP2 kantavana rakenteena on ontelolaatta. Ontelolaatan päällä on höyrynsulkukerros ja yhteensä 250mm mineraalivillaa eristeenä. Eristekerros on vähintään 30mm paksuampi reuna-alueilla. Vesikattoa kannattelee puiset kattoristikot, joiden päällä on ruodelaudoitusta ja vesikatteenä konesaumattu pelti. Yläpohjarakenteen YP3 kantavana rakenteena on betonielementti. Elementin pinnassa on eristekerros, ruodelaudoitusta ja vesikatteenä pelti. Yläpohjarakenteen YP4 kantavana rakenteena on teräsbetonielementti. Elementin pinnassa on eristekerrosta yhteensä 175mm. Eristeen pinnassa on tuulensuojakipsilevy, ruodelaudoitusta ja vesikatteenä konesaumattu pelti. Yläpohjarakenteen YP5 kantavana rakenteena on ontelolaatta ja lähempänä liikuntasalia kuorilaatta. Kantavan kerroksen päällä on höyrynsulkuhuopa, 175mm mineraalivillaa ja 30mm tuulensuojavillaa. Tuulensuojavillan päällä on tuuletusrako ja 50mm puukoolaus. Koolausten päällä on ruodelaudoitusta ja vesikatteenä konesaumattu peltikate. Yläpohjarakenne YP6 on ns. käännetty kattorakenne, jossa katon yläpuolella on piha-alueen pintarakenteet. Kantavana kerroksena kattorakenteessa on teräsbetoni. Betonin pinnassa on vedeneristys ja EPS-eriste. EPS-eristeen yläpuolella ovat pintarakenteet.

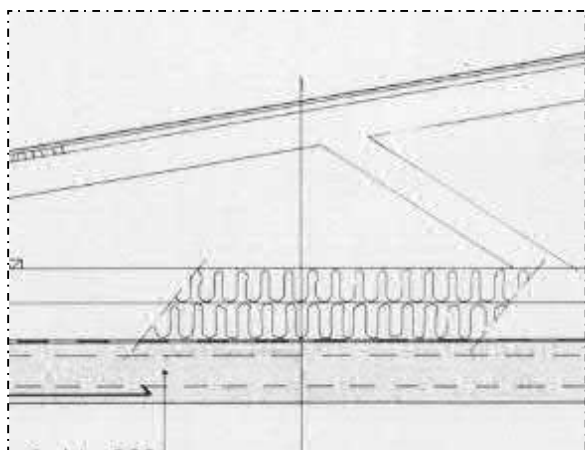
7.5.2020



Kuva 145. Yläpohjarakenne YP1.

Rakennekerrokset:

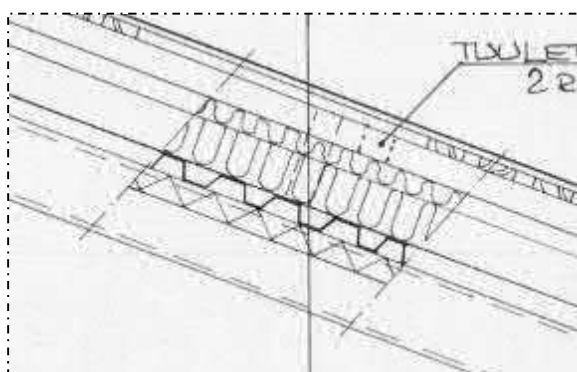
- Peltikate
- Ruodelaudoitus
- Kattoristikot
- 125mm+125mm mineraalivilla
- Höyrynsulku
- TT-laatta



Kuva 146 Yläpohjarakenne YP2.

Rakennekerrokset:

- Peltikate
- 25mm ruodelaudoitus
- Kattoristikot
- Reunoilla 30mm min. villa
- 125mm + 125mm min. villa
- Höyrynsulkuhuopa
- Ontelolaatta

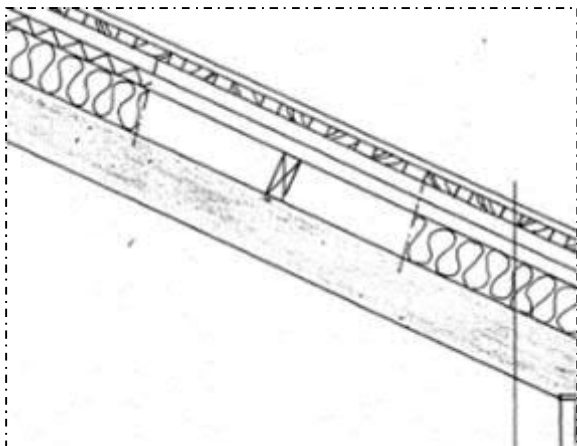


Kuva 147. Yläpohjarakenne YP3. Rakenne sijaitsee IV-konehuoneissa.

Rakennekerrokset:

- Peltikate
- 25mm ruodelaudoitus
- Tuuletusrako
- Puukoolaus + eriste (paksuus ei tiedossa)
- Kantava rakenne Betonielementti (paksuus ei tiedossa)

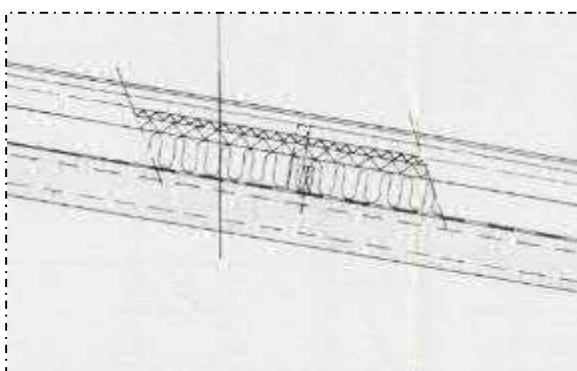
7.5.2020



Kuva 148. Yläpohjarakenne YP4.

Rakennekerrokset:

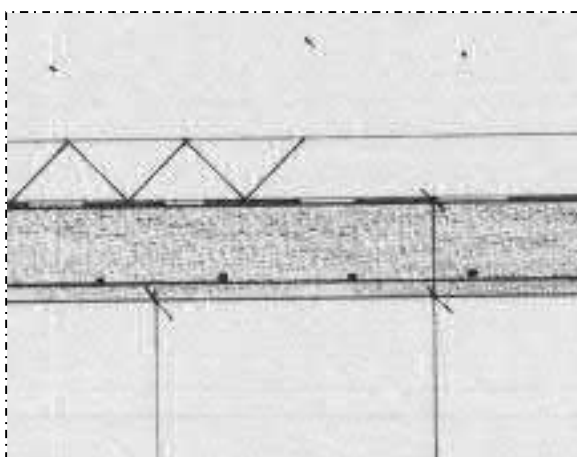
- Profiilipelti
- Laudoitus 22x100
- Laudoitus 22x100
- Tuulensuojakipsilevy 9mm
- Koolaus 50x50 + villa 50mm
- Koolaus 125x50 + villa 125mm
- Teräsbetonielementti 180



Kuva 149. Yläpohjarakenne YP5. rakenne sijaitsee ruokasalin osalla.

Rakennekerrokset:

- Konesaumattu peltikatto
- Ruodelaudoitus 25x100
- Tuulensuojavilla 30mm
- Mineraalivilla 50mm
- mineraalivilla 125mm
- Höyrynsulkuhuopa
- Ontelolaatta/kuorilaatta

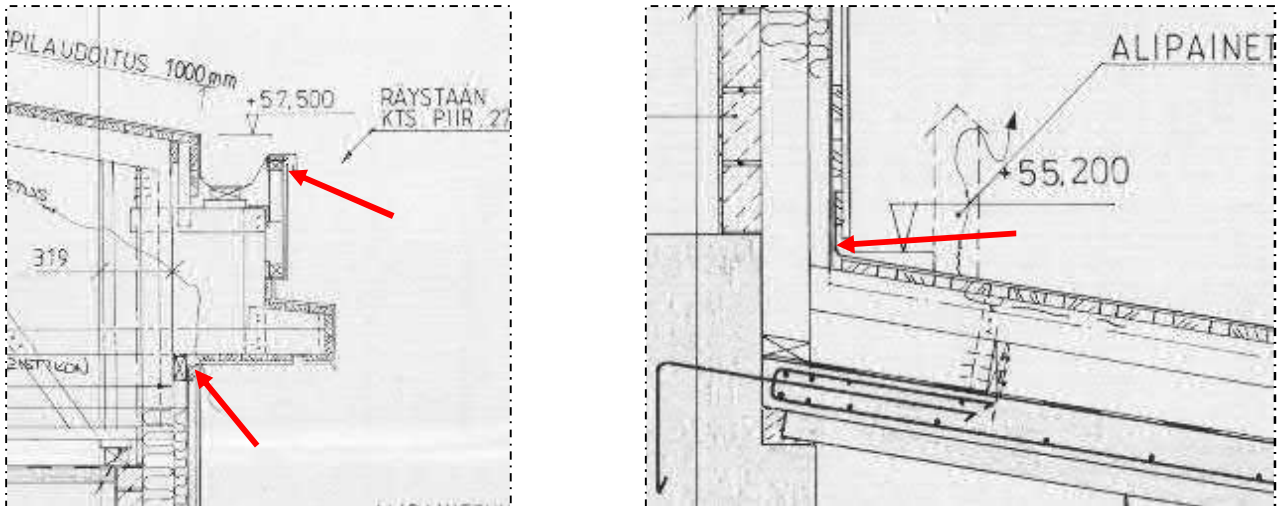


Kuva 150. Yläpohjarakenne YP6. Teknisen tilan ja kaasuväestön kohdalla.

Rakennekerrokset

- Pihakansirakenne
- EPS-eristekerros
- Vedeneristekerros
- Teräsbetonilaatta 120...200mm

7.5.2020



Kuva 151. Vasemmassa kuvassa piiloräystään leikkauskuva. Oikeassa kuvassa IV-konehuoneen ja ruokalan katoksen välinen liittymä. Punaisella on havainnoitu paikkoja, joista vesi voi päästä rakenteeseen sateen ja tuulen vaikutuksesta.

Riskiarvio

- Lämpivientien ja ylösnostojen toteutuksissa voi olla puutteita.
- Konesaumattun katon saumakäännökset on saatettu tehdä huonosti tai katteessa voi olla avosaumoja.
- Lyhyet räystäät lisäävät kosteusrasitusta alempiin seinäosiin
- Rakennekuviin ei ole merkitty myrskypeltiä. Sen puuttuminen lisää yläpohjan reuna-alueilla kastumisen riskiä viistosateella ja lumisateella tuulisella säällä.
- Yläpohjan tuuletus voi olla riittämätön tai paikoin tukkeutunut.
- Yläpohjaan eristeisiin voi tiivistyä kosteutta (sekä konvektio että diffuusio), jos alapuolinen höyrynsulku on huonosti tehty tai epäjatkuva.
- Yläpohjan lämmöneristevilla voi olla vaurioitunut kattovuotojen seurauksena. Ilmayhteys sisäilmaan on kuitenkin epätodennäköinen höyrynsulun sekä yläpohjarakenteen yli tavallisesti vaikuttavien painesuhteiden vuoksi.

Tutkimukset ja havainnot

Yläpohjarakenteiden ja vesikaton kuntoa tutkittiin vesikatolta ja välikatoilta käsin tehdyin aistinvaraisin havainnoin.

Vesikatteena oli konesaumattu peltikate. Peltikatteen alla ei ollut aluskatetta. Vesikate oli uusittu ruokalan osalta sekä eteläpuolella opettajanhuoneiden kohdalla. Alkuperäisestä vesikatteesta havaittiin ruostejälkiä kauttaaltaan. Vesikatteen pintoja, pellitysten saumoja sekä läpivientejä oli tiivistetty useissa paikoissa ympäri rakennusta. Liikuntasalin pukuhuonetilojen vesikatolta havaittiin, että välikaton tarkastusluukun kansi oli irronnut. Osa tarkastusluukuista oli kiinnitetty katteeseen ruuvein. Tarkastusluukkujen puuosista havaittiin merkkejä kosteusrasituksesta.

Välikatolta havaittiin ruodelaudoitusten olevan suurimmalta osalta hyväkuntoisia. Tutkimusten yhteydessä havaittiin joitain kohtia, joissa ruodelaudoitukset olivat kastuneet. Kastuneiden ruodelaudoitusten kohdille oli tehty vesikatteeseen paikkakorjauksia. Välikatolta havaittiin vaurioitunut viemärin tuuletusputki, joka sijaitsee käytävän 3136 kohdalla. Putken ja vesikaton liitoskohta oli vuotanut ja vaurioittanut sekä putkea että läpiviennin ympäröiviä ruodelaudoituksia. Liikuntasalin pohjoispuolisen pystyseinämän kohdalla havaittiin vesivuotojälkiä pellityksen takaa kipsilevytyksessä. Kyseisten jälkien alapuolella sijaitsee liikuntasalin katosta havaittu kosteusjälki. Aiheuttajaksi epäiltiin liikuntasalin yläpuolella sijaitsevan IV-konehuoneen tuloilmäsäleikön ja seinärakenteen välistä epätiivistä kohtaa, josta sadevesi pääsee rakenteisiin. Räystäältä tapahtuvan tuuletuksen havaittiin olevan muutamissa paikoissa estynyt. Eristys oli tukkinut tuuletuksen. Eristeen

7.5.2020

kunto oli havaintojen perusteella hyvä. Vesivuotojen kohdalta eristeitä oli vaihdettu. Yläpohjan välitilan ilmanlaatu oli normaali. Räystäslaudoituksissa havaittiin kosteusjälkiä useassa pisteessä ympäri rakennusta. Osa laudoituksista oli lahovaurioituneita. Piilokourujärjestelmään liitetyistä sadevesisyöksyistä havaittiin epätiiveyttä, joiden kautta sadeveden on mahdollista kulkeutua rakenteisiin.



Kuva 152. Yleiskuva vesikatolta.



Kuva 153. Alkuperäisten peltikatteiden pinnoilta havaittiin pinnoitteen rikkoutuneen useasta kohdasta.



Kuva 154. Alkuperäistä vesikatteen saumakohtia ja liitoksia oli paikattu.



Kuva 155. Alkuperäisten peltikatteiden pinnoilta havaittiin pinnoitteen rikkoutuneen useasta kohdasta.

7.5.2020



Kuva 156. Liikuntasalin ja ruokalan yhdyskohdassa sijaitseva pystyseinämä.



Kuva 157. Seinämän pellitysten taustalta havaittiin vuotojälkiä kipsilevyn pinnassa. Aiheuttajaksi epäiltiin ylempänä vesikatolla sijaitsevaa IV-konehuoneen tuloilmasäleikön liitosta seinärakenteeseen.



Kuva 158. Viemärin tuuletusputken ja vesikaton liitoksen havaittiin vuotaneen.



Kuva 159. Vesivuodot olivat vaurioittaneet viemärin tuuletusputkea ja ympäröiviä ruodelaudoituksia.

7.5.2020



Kuva 160. Liikuntasalin IV-konehuoneen tuloilmäsäleikköjen ja seinän liitoskohdasta havaittiin epätiiveyksiä, joiden kautta vesi pääsee rakenteisiin.



Kuva 161. Räystäiden kautta tapahtuva yläpohjan tuulettuminen oli muutamissa paikoissa estynyt. Räystäään laudoituksista havaittiin monin paikoin vauriota.



Kuva 162. Lounaiskulman sisäänkäynnin kohdalla räystääslaudoista havaittiin vaurioita (tummentumat).



Kuva 163. Piilokourujärjestelmän rakenteista havaittiin vaurioita useassa paikassa. Kuva liikuntasalin ja ruokalan yläpuolelta.

7.5.2020



Kuva 164. Piilokourujärjestelmään liitetyissä sadevesisyyöksyissä havaittiin epätiivitä kohtia välikatolta tehtyjen tarkastusten yhteydessä. Kuvassa sadevesisyyöksyn liitos on auennut ja alapuolinen pellityksen sekä sadevesisyyöksyn liitos on epätiivis.

Johtopäätökset

Vesikattoranne on monimuotoinen ja rakenteessa on lukuisia liitoskohtia ja läpivientejä, joiden vedenpitävyys on heikko. Vesikatetta on jouduttu paikkaamaan useita kertoja rakennuksen elinkaaren aikana. Alkuperäisessä katteessa on alkavia ruostevaurioita, jotka voivat heikentää katteen vedenpitävyyttä. Katteen alla ei ole aluskatetta ja vesivuodot kastelevat eristekerroksia. Eristeitä oli kuitenkin vaihdettu vuotavien osien kohdalta eikä yläpohjaeristeiden vaihtoon havaittu tarvetta. Tuloilmasäleikköjen epätiivien liitosten kautta on kulkeutunut vettä kattorakenteisiin ja aiheuttanut vaurioita.

Piilokoururakenteet ovat tutkimusten perusteella monin paikoin vaurioituneet. Rakenteissa on epätiivisyyskohtia ja piilokourujärjestelmän puuosat ovat vaurioituneet. Sadevesisyyöksyjen epätiivien liitosten kautta kulkeutuu vettä rakenteisiin ja aiheuttaa vaurioita yläpohjan reunaosiin ja ulkoseiniin. Yläpohjan vaurioilla ei ole todennäköisesti suoraa sisäilman laatua heikentävää vaikutusta, sillä sisätilat ovat yleensä ylipaineisia yläpohjiin nähden.

Toimenpide-ehdotukset

Vesikatteen suositellaan uusittavaksi alkuperäisiltä osin seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Vanhat katteet puretaan, ruodelautojen kunto tarkastetaan ja tehdään tarvittavat paikkakorjaukset. Uuden katteen alle

7.5.2020

asennetaan aluskate. Piilokourujärjestelmät puretaan kokonaisuudessaan ja ne korvataan rakennuksen ulkopuolisilla sadevesikouruilla. Yläpohjaeristeitä uusitaan tarvittavilta osin. Kyseisellä korjauksella saavutetaan pitkä käyttöikätaivoite. Korjaus vaatii massiivisia purkutöitä.

4.19 Räystäät ja syöksytorvet

Riskiarvio

- Rännit ja syöksytorvet voivat olla tukossa tai niiden liitokset voivat vuotaa.
- Sadevedet voivat ohjautua sokkelin vierustalle.
- Syöksytorvien / sadevesikaivojen määrä voi olla alimitoitettu, jolloin järjestelmä saattaa tulvia yli.
- Virheet sadevedenpoistossa voivat lisätä sokkelirakenteen, maanvastaisten seinien tai ulkoseinien kosteuskuormaa huomattavasti.

Tutkimukset ja havainnot

Rännien ja syöksytorvien kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin sekä sisäpuoliseen sadevesikouruun tehdyn rakenneavauksen kautta.

Rännien ja syöksyjen toimivuudessa havaittiin puutteita rakennuksen itäsivustalla ja liikuntasalin sisäänkäynnin kohdalla. Rakennuksen itäsivustalla sadevesisyöksy oli irronnut sadevesikourusta ja vesi valui syöksyn ulkopintaa pitkin ja kasteli ulkoseinärakenteita. Teknisen työn kohdalla sadevesikourusta havaittiin vuoto, joka oli kastellut ulkoseinärakennetta ja ikkunarakenteita.

Piilokouruun tehdyn rakenneavauksen kautta havaittiin kosteuden aiheuttamia vaurioita piilokourun puurungossa ja koururakenteeseen liittyvissä rakenteissa. Yläpohjarakenteiden tutkimusten yhteydessä havaittiin lahovaurioita piilokourujärjestelmän puurakenteissa rakennuksen pohjoissivustalla sekä lounaissivustalla.

7.5.2020



Kuva 165. Liikuntasalin sisäänkäynnin katoksen sadeve-
sisyöksy vuotaa.



Kuva 166. Itäisivustalla vuotava sadevesisyöksy.



Kuva 167. Piilokourujärjestelmä rakennuksen lounaissivustalla.

7.5.2020



Kuva 168. Piilokourujen rakenteissa havaittiin laajoja vaurioita. Kuva itäsivustalta.



Kuva 169. Piilokourujärjestelmän sisäpuolisissa koolauksissa havaittiin lahovaurioita liikuntasalin yläpuolella.



Kuva 170. Sadevesisyöksy oli irronnut piilokourun kiinnityksestä ja vesi oli kastellut rakenteita itäseinustalla.



Kuva 171. Vuotava kouru rakennuksen itäsivulla.

Johtopäätökset

Vuotavat syöksyt ja kourut aiheuttavat kosteusrasitusta ulkoseinä- ja ikkunarakenteille sekä piilokourujärjestelmän puiset rakenteet ovat tutkimusten perusteella vaurioituneet useista paikoista osittain epätiivien liitosten kautta rakenteeseen kulkeutuvan kosteuden vaikutuksesta. Yläpohjarakenteiden tuuletus on tutkimusten perusteella puutteellinen ja rakenteet ovat voineet vaurioitua myös puurakenteisiin kondensoituvan kosteuden vaikutuksesta. Saatujen tietojen perusteella piilokourujärjestelmien toiminnassa on ollut ongelmia rakennuksen elinkaaren aikana useita kertoja. Sisäkourujärjestelmä on kosteusteknisesti toimimaton rakenne ja se on suositeltavaa uusida.

Toimenpide-ehdotukset

Havaitut puutteet sadevesikouruissa ja syöksyissä korjataan. Piilovesikourut tarkastetaan ja puutteet korjataan. Piilokourujärjestelmä suositellaan muutettavaksi esimerkiksi ulkopuoliseksi sadevesikouruksi nopealla aikataululla. Kyseinen toimenpide vaatii massiivisia purkutöitä.

7.5.2020

4.20 Kevyet väliseinät

Sijainti

Rakennuksessa on lähtötietojen perusteella kahta kevyttä väliseinärakennetta. VS1 on betonielementti. Rakenne VS2 on muurattu tiiliseinä. Väliseinätyyppejä esiintyy rakennuksen joka kerroksessa.

Rakenne

Rakenne VS1 on 150mm paksu betonielementti. Rakenne VS2 on 130mm paksu kalkkihiekkatiilestä muurattu seinä.

Riskiarvio

- Väliseinien osalta erityisenä riskinä voidaan pitää kellarin maanvastaista alapohjaa vasten olevia kevyitä väliseiniä.
- Väliseinien alaosat voivat olla vaurioituneet kosteudesta.
- Tiiliväliseiniä pitkin voi nousta kapillaarisesti kosteutta alapohjarakenteen kautta ja esim. irrottaa maalipintaa.

Tutkimukset ja havainnot

Maanvastaisilla osuuksilla kevyet väliseinät olivat muurattuja tiiliseiniä tai betonielementtiseiniä. Kevyistä väliseinistä ei havaittu poikkeamia.

Johtopäätökset

Kevyissä väliseinissä ei ole tutkimusten perusteella toimenpiteitä vaativia vaurioita.

4.21 Lattiapinnat

Riskiarvio

- Lattiapäällyste voi olla vaurioitunut, jos pintalaattaan on päässyt kosteutta tai rakenne on päällystetty märkänä.
- Lattiapäällyste voi olla vaurioitunut muun kosteusvaurion tai siivouksen seurauksena.

Tutkimukset ja havainnot

Lattiapäällysteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin, pintakosteudenkartoitusten avulla, rakenteisiin tehtyjen rakennekosteusmittausten avulla sekä lattiapäällysteistä otettujen VOC-Bulk-näytteiden avulla.

Lattiapäällysteenä oli suurimmassa osassa rakennusta muovimatto. Teknisessä tilassa oli käytetty kumista palamattoa. Auditoriossa ja musiikkiluokassa lattiapäällysteenä oli liimattu sauvaparketti. Muovimattopintoihin suoritettua pintakosteudenkartoituksessa havaittiin poikkeavia arvoja maanvastaisten alapohjarakenteiden osilla. (kts. luku alapohjat). Muovimatto oli monin paikoin irronnut alustastaan. Viiltoimitaustissa havaittiin korkeita kosteuspitoisuuksia lattiapäällysteiden ja betonin välissä pintakartoituksessa poikkeavaksi todetuilla alueilla. Muovimaton liima oli saippuoitunut ja maton alta havaittiin viiltoimitausten yhteydessä useissa pisteissä vahvaa kemiallista ja osittain mikrobiperäistä hajua. Kemiallista / mikrobiperäistä hajua havaittiin tutkimusten yhteydessä myös aistinvaraisesti sisäilmassa käytävällä 1122, auditorion varastossa 1161, varastotilassa 1189, porrashuoneessa 1194 sekä työväenopiston tilassa 1190.

Muovimatosta otettiin yhteensä 7 VOC-bulk-näytettä, joissa 6 TVOC-pitoisuudet ja 2-etyyli-heksanolipitoisuudet ylittivät TTL:n viitearvot (lisätietoa tulkinnasta löytyy LIITE: Rakennusmateriaalien VOC-yhdisteet (VOC-BULK)). Kaikki ylitykset olivat maanvastaisten alapohjarakenteiden vastaisista muovimattopäällysteistä otetuissa bulk-näytteissä. Vertailunäytteenä 3. kerroksen muovimatossa otetussa näytteessä ei ollut viitearvojen ylityksiä.

7.5.2020

Muovimaton pinnoilta otettiin 2 FLEC-näytettä, joiden tuloksia verrattiin asumisterveysasetuksen toimenpiderajoihin. Tuloksissa ei ollut toimenpiderajojen ylityksiä.

Auditorion parketista poistettiin pala maanvastaisen seinän vierestä. Parketin alapinnasta havaittiin mikrobi-peräistä hajua. Parketista otettiin mikrobinäyte ja analyysivastauksen perusteella näytteessä on heikko viite vauriosta.



Kuva 172. Muovimaton alapinnasta havaittiin monin paikoin vaurioita.



Kuva 173. Kosteus on noussut alapohjarakenteisiin perustusrakenteilta kapillaarisesti ja vaurioittanut tasoitteita ja mattojen liimoja. Myös muovisten jalkalistojen taustat ovat monin paikoin vaurioituneita.



Kuva 174. Auditorion parketista irrotettiin pala. Parketissa oli heikko viite mikrobivauriosta.

7.5.2020

Johtopäätökset

Rakennuksen alapohjarakenteisiin kapillaarisesti ja diffuusion vaikutuksesta siirtyvä kosteus on noussut muovimattojen osalta ja parketissa maanvastaisen seinän vieressä kriittisen korkeaksi ja vaurioittanut päällysteitä. FLEC-mittausten perusteella muovimatot ovat kuitenkin tiiviitä eivätkä todetuista muovimattovaurioista muodostuneet haihtuvat orgaaniset yhdisteet kulkeudu muovimaton pintaan.

Kohteella muovimatoista tehtyjen aistinvaraisten arvioiden (sekä kemiallinen että mikrobiperäinen haju), muovimattojen alle tehtyjen viiltokosteusmittausten (kosteudet selvästi koholla) sekä matoista otettujen VOC-BULK-näytteiden (emissiot selvästi koholla) perusteella voidaan FLEC-mittauksista huolimatta luotettavasti todeta muovimattojen/liiman olevan vaurioitunut. Tulosten perusteella suositellaan mattojen poistamista, koska muovimattojen vauriot aiheuttavat tiloissa poikkeavan päästölähteen mm. mattojen reunalueiden kautta ja heikentävät tilojen sisäilman laatua.

Toimenpide-ehdotukset

Lattiapinnoitteet poistetaan alapohjarakenteiden korjausten yhteydessä (katso alapohjarakenteet). Uudet alapohjarakenteiden päällysteet toteutetaan mahdollisimman hyvin vesihöyryä läpäisevillä vaihtoehdoilla.

4.22 Sisäkattopinnot

Riskiarvio

- Alakattojen yläpuolelle voi olla kertynyt likaa tai pölyä, mikä voi heikentää sisäilman laatua.
- Alakatoissa voi olla kuitulähteitä kuten mineraalivillaa sisältäviä akustolevyjä. Akustolevyistä voi erityisesti rikkoutuessaan irrota mineraalikuituja sisäilmaan.
- Kattojen alapinnoissa voi olla merkkejä kosteusjäljistä, jotka voivat viitata esim. vesikattovuotoon.
- Alakattojen sijainti/ulokkeet voivat estää ilmanvaihdon tarkoituksenmukaisen virtauksen.

Tutkimukset ja havainnot

Sisäkattopinnojen kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti. Sisäkatoissa oli käytetty kattoihin liimattuja ja rankajärjestelmällä asennettuja akustiikkalevyjä. Osa käytävien sisäkatoista oli kipsilevyypintaisia. Ruokalassa ja pohjoisen pääsisäänkäynnin kohdalla oli uusittu laajoja pintoja akustiikkalevytyksiä. Lähtötietojen perusteella vanhat levyt olivat vaurioituneet kattovuotojen seurauksena. Levyistä havaittiin liikuntasalissa useita tummentuneita kohtia. Liikuntasalin levyistä havaittiin myös kosteusjälkiä. Lounaissivustalla rappukäytävän kohdalla liimatuista alakattolevyistä havaittiin tummentumia. Tummentumia havaittiin myös lounaispäädyssä käytävien akustiikkalevytyksistä sekä liikuntasalin pukuhuoneiden poistoilmapäätelaitteiden vieressä sijaitsevista levytyksistä. Tilassa 3119 havaittiin tummentuneita akustiikkalevyjä. Rappukäytäviltä ja korkeilta käytävösuuksilta havaittiin myös useita rikkoutuneita levyjä. Kolmannessa kerroksessa havaittiin kosteusjälkiä huoneen 3154 alakattolevyissä poistoilmapäätelaitteen ympärillä.

7.5.2020



Kuva 175. Luokkatiloissa akustointiin oli käytetty liimattuja akustiikkalevyjä.



Kuva 176. Lounaispään käytävän sisäkattolevytyksistä havaittiin tummentumia.



Kuva 177. Lounaissivustan käytävän seinään kiinnitetyistä akustiikkalevytyksistä havaittiin tummentumia.



Kuva 178. Liikuntasalin akustiikkalevytyksistä havaittiin tummentumia. Seinän ja katon liitoskohdasta havaittiin myös kosteusjälki.

7.5.2020



Kuva 179. Pukuhuonetilojen akustiikkalevyjen ympärökset olivat mustuneet ilmavirtausten vaikutuksesta.

Johtopäätökset

Alakattolevytykset ovat suurelta osin alkuperäisiä ja niissä on iskujen ja ikääntymisen aiheuttamia jälkiä. Tumentumat ovat aiheutuneet ilman liikkeiden kuljettamien pölyjen ja muiden epäpuhtauksien kertymisestä levyn pintaan. Kosteusjäljet liikuntasalissa johtuvat tutkimusten perusteella vesikaton vuodoista.

Toimenpide-ehdotukset

Peruskorjauksen yhteydessä tummentuneet ja vaurioituneet akustiikkalevyt vaihdetaan uusiin.

4.23 Seinäpinnat

Riskiarvio

- Kellarin maanvastaisten seinien tai ulkoseinien sisäpintojen vauriot (tasoitteen/maalin irtoilu) voivat viitata rakenteen kosteusvaurioon. Vaurion syy voi olla esim. rakenteen puutteellinen lämmön- tai kosteudeneristys.
- Kantavien väliseinien pintojen vauriot (tasoitteen/maalin irtoilu) voivat viitata rakenteen kosteusvaurioon. Vaurion syy voi olla esim. maasta kapillaarisesti nouseva kosteus.
- Maanvastaisia seinä vasten olevat kiintokalusteet tai peilit yms. heikentävät rakenteen kuivumista sisälle päin, jolloin kohonnut kosteus saattaa vaurioittaa kalusteita tai seinän tasoitetta/maalia.

Tutkimukset ja havainnot

Seinäpintojen kuntoa tutkittiin aistinvaraisin havainnoin muiden rakenneosien tarkastelujen yhteydessä. Maanvastaisilta osilta havaittiin useita kohtia seinien alaosissa, joissa seinän maalipinta oli irtoillut. Seinäpinnat olivat myös halkeilleet ympäri rakennusta.

7.5.2020

Johtopäätökset

Maalipinnan kupruilu johtuu kapillaarisesti seinien alaosiin perustuksilta nousevasta kosteudesta. Liikuntasalin pukuhuonetilojen märkätilojen kohdalla kosteutta on myös voinut siirtyä seinärakenteisiin puutteellisten vedeneristysten kautta.

Toimenpide-ehdotukset

Seinien maali- ja tasoitepinnat hiotaan puhtaaksi ja paikat korjataan paremmin vesihöyryä läpäisevillä tuotteilla. Ennen seinäpintojen korjausta, tulee kapillaarista kosteuden nousua vähentää parantamalla rakennuksen pohjan kuivatusjärjestelmän (salaojat, sadevesijärjestelmä) toimivuutta.

4.24 Märkätilat

Sijainti

Märkätiloja sijaitsee rakennuksen 1. ja 2. kerroksessa. Ensimmäisessä kerroksessa on 3 suihkuhuonetta sekä valmistuskeittiö. 2. kerroksessa sijaitsee pukuhuone- ja pesutilat.

Riskiarvio

- Rakennus on valmistunut vuonna 1994, jolloin siveltävien vedeneristeiden käyttö ei ollut vielä yleistynyt. Vedeneristys voi olla puutteellinen, jolloin kosteutta on voinut päästä haitallisissa määrin rakenteisiin.
- Kaadot lattiakaivoihin päin saattavat olla puutteellisia.

Tutkimukset ja havainnot

Märkätilat ovat havaintojen perusteella alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole suoritettu peruskorjauksia. Kerhotoilojen märkätiloista ei havaittu poikkeavaa rakenteisiin suoritettujen pintakosteudenkartoitusten perusteella. Laatoituksiin oli tehty paikkakorjauksia lattiakaivon ympäristössä. Laatat olivat kiinni alustassaan eikä pesutiloista havaittu aistinvaraisesti vaurioihin viittaavaa. Lattian kaadot olivat riittävät.

Liikuntasalin pukuhuonetilojen märkätiloista havaittiin pintakosteudenkartoitusten yhteydessä kohonneita arvoja. Tilat olivat olleet käyttämättä muutamia päiviä. Pukuhuonetilojen ja pesuhuoneen 2116 vastaisten seinien alaosista sekä alapohjasta havaittiin myös kohonneita arvoja pukuhuonetilojen puolelta. Seinistä havaittiin maalin kupruilua. Pukuhuonetilojen puolelta tehtyjen viiltomittausten perusteella muovimattojen alla oli seinien vierustoilla kohonneita kosteusarvoja.

7.5.2020



Kuva 180. Suihkutilat kerhotilan yhteydessä.



Kuva 181. Liikuntasalin pukuhuoneiden suihkutila.



Kuva 182. Märkätilojen vastaisten seinien alaosista ja ympäröivistä alapohjarakenteista havaittiin kosteuden aiheuttamia vaurioita.

Johtopäätökset

Märkätilat ovat teknisen käyttöikänsä päässä. Liikuntasalin pukuhuonetilojen ja märkätilojen välisen seinän alaosissa ja ympäröivissä alapohjarakenteissa on vaurioita, jotka ovat osittain voineet aiheutua puutteista

7.5.2020

vedeneristeissä. Laatoituksia ei tutkimusten yhteydessä rikottu, joten nykyisten vedeneristeiden olemassaolosta ei ole varmuutta.

Toimenpide-ehdotukset

Märkätilat suositellaan uusittavaksi seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

5 ILMANVAIHTOTUTKIMUKSET

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Tutkimuskohteen ilmanvaihtojärjestelmä on pääosin vuodelta 1994. Kohteen ilmanvaihtojärjestelmä käsittää seitsemän erillistä tulo- ja poistoilmakonetta, lisäksi kohteessa useita erillispoistoja ja käytöstä poistettuja vyöhykepeltejä. Eri käyttötilanteissa tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole aiemmin pysyneet tasapainossa. Tämän vuoksi vuonna 2015 rakennuksen automaatiojärjestelmä on uusittu. Automaatiojärjestelmäurakkaan kuuluivat kenttälaitteiden kytkentä, jäätymisvaaratermostaatit ja paluuviesianturien uusiminen. Käytöstä poistuvat paluuvien pinta-anturit purettiin urakan aikana. Myös kohteen vyöhykepellit lukittiin korjauksen aikana auki-asentoon ja moottorit purettiin.

Kohteeseen on tehty myös vuoden 2019 aikana ilmanvaihtoon liittyviä korjauksia ja säätötöitä sekä paine-ero ja ilmamäärämittauksia.

Kohteeseen ilmanvaihtoon aiemmin tehdyt tutkimukset ja niiden pääkohdat:

M-ventti oy:n muistio (päiväty 26.4.2019)

- Teknisentyön luokka on iv-suunnitelmissa varastotila, eikä näin sovellu opetustilaksi.
- Luokka 2181: jäähdytysyksiköiden suodattimet tukossa
- Varasto 2199: ei sovellu opetuskäyttöön
- Muilta osin ilmanvaihto on muistion mukaan kunnossa
- Muistion mukaan kohteessa suoritettiin paine-ero, TVOC ja CO₂ -mittauksia:
 - hiilidioksidimittausten aikana ei tilastoitu tilan käyttäjämääriä, mikäli tilan käyttäjämäärät ovat olleet luokkatilan mitoituksen mukaisia (kaikki oppilaspaiikat täynnä), ovat kyseisten luokkatilojen ilmamäärät riittäviä käyttäjäperusteiseen kuormitukseen verrattuna.
 - TVOC -mittauksen yksikköä ei muistiossa ilmoiteta. Mikäli mitattu pitoisuus on µg/m³, tulokset ylittävät ilmanvaihdon normaalin käyntiajan ulkopuolella TTL:n viitearvon (100 µg/m³), mutta eivät Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjeen osassa III annettua toimenpiderajaa (400 µg/m³). Viikonlopun aikana TVOC -pitoisuus nousi lähelle 350 µg/m³. Paineeromittauksen ylipainetta osoittavat tulokset johtuvat mahdollisesti paine-eromittarin letkujen väärinkytkenästä. Paine-ero vaikuttaisi pysyvän rakennuksen käytön aikana lähellä neutraalia ja muuttuvan hieman alipaineiseksi yöaikana ja viikonloppuisin.

M.Ventti Oy Huonekohtaisten ilmamäärien tarkistus 5.3.2019

- Huonetilassa 2176 poistoilmamäärä poikkeaa yli 20 % mitoitusarvosta
- Huonetiloissa 2181, 2210 ja 3160 tuloilmamäärä poikkeaa yli 20 % mitoitusarvosta
- Suuretkaan poisto ja tuloilmavirtojen epäsuhdat eivät aiheuta suurta paine-eroa rakennusvaiipan ylitse. Luokka 2210 poistoilmavirta 39 l/s (n. 28%) tuloilmavirtaa suurempi. Paine-ero rakennusvaiipan ylitse -1 Pa ja käytävään +0,4 Pa.

M.Ventti Oy ilmamäärä iv-mittaus ja -säätö muistio 22.2

- iv-järjestelmään tehtiin korjauksia ja muutoksia 14.2 tehtyjen mittausten perusteella -> suurin osa havaituista epäkohdista saatiin korjattua.
- Puutteellinen toteutus edelleen seuraavissa tiloissa:
 - TK7 palvelualueella olevan A1 kerhotilan ilmamäärät jätettiin alle vaaditun tason ääniongelmien vuoksi.

7.5.2020

- o Liikuntasalin tuloilma johdetaan saliin liikuntavälinevaraston seinän korvausilmasäleikköjen kautta.

M.Ventti Oy ilmamäärien mittauspöytäkirja 14.2

- Puutteellisia tuloilmavirtoja erityisesti TK7:n alueella (kerhotila 2101 toteuma 57%, pukuh. 2101 toteuma 78%)
- Puutteellisia poistoilmavirtoja Pf6.1 (tiskaus 1140 toteuma 64%), pf7.2 (wc 1147, siivouskeskus 1141 toteuma 75%), 7.3 (kerhotila 2101 toteuma 54%) ja 7.5 (wc 2104, 2106, 2107 toteuma 65% - 75%, siivous 2107 60%, sauna 2105 toteuma 75%) päätelaitteissa.

5.1 Ilmanvaihtokoneet

Riskiario

- Ulkoilmakammioihin kulkeutuneet epäpuhtauden ja puutteellinen vesitys voivat heikentää tuloilma-laattaa (liian korkea ulkoilmasäleikön otsapintanopeus ja puutteellinen ulkoilmasäleikön suojaus mahdollistavat roskien, lumen ja sadeveden huomattavan kulkeutumisen tuloilmakammioon (suositeltu otsapintanopeus alle 2 m/s)).
- Ulkoilmakammion rakenne voi olla puutteellinen (ulkoilmasäleikön lävitse kulkeutunut lumi ei jää tuloilmakammion pohjalle vaan päätyy tuloilmasuodattimiin -> suodattimet tukkeutuvat ja kastuvat (tuloilmakammion ilmanopeuden olisi hyvä laskea alle 2 m/s)).
- Ulkoilmalaitteen sijainti voi olla väärä suhteessa ilmanlaattia heikentäviin lähteisiin, ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaattia heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta tai ulkoilman laatua pilaavien lähteiden läheisyydestä. Nykyisessä ilmanvaihtoa koskevassa asetuksessa on luovuttu metrimääräisistä rajoitteista, mutta ehto ulkoilmalaitteen sijainnista suhteessa ilmalaattia heikentäviin lähteisiin on edelleen voimassa.
- Tulo- ja poistoilmavirtojen välinen epätasapaino voi aiheuttaa liiallista alipainetta tai ylipainetta rakennusvaipan ylitse
- Ilmanvaihtokoneiden rakenteellinen kunto voi olla puutteellista (tarkastetaan koneiden ilmamäärät ilmamääränäytöistä, tulo- ja poistoilmavirtojen lämpötilat, tarkastetaan sulku- ja vyöhykepelien toiminta ja olemassa olo (yli Ø 315 mm kanavissa oltava sulkupellit ulko- ja jäteilmakanavissa), mootto-reiden tärinävaimennus, hihnavetoisissa koneissa käyttöhihnojen kunto, asennusvuosi ja mahdolliset korjaukset, LTO-kennojen vesitys ja vesilukot ja kennojen puhtaus, koneen ovien ja muiden osien tiiveys, koneen sisäpintojen siisteys vähintään P1 –luokkaa, sähköjohtojen ja läpivientien kunto) .
- Ilmanvaihtokoneiden huolto ja tuloilmasuodatus voivat olla puutteellisia (koulukohteissa tuloilman suodatus vähintään F7 –luokkaa, huoltoväli suositus 6 kk, suodattimen paine-eroa osoittavat manometrit eivät toimi, jolloin suodattimien tiiviistä asennuksesta ei voi asennus hetkellä varmistua, suodattimen alku- ja loppupainehäviötä ei ole ilmoitettu huoltotarrassa)
- Kytkenät rakennusautomaatiojärjestelmään voivat olla puutteellisia.

TK/PK1

Palvelualue: B-osan luokkatilat ja käytävät, opetuskeittiö b-osa.

Koneessa taajuusmuuttajaohjatut puhaltimet vakiokammio painesäädöllä.

Toimintaselostuksen mukaan päiväaikana puhallinteho 100 %, öisin 30%.

Kammio painetta ohjataan paine-eroantureilla PE1.2.1 ja PE1.2.2.

Koneessa pyörivä lämmönsiirrin.

Palvelualueen vyöhykepellit lukittu auki-asentoon ja ohjainmoottorit purettu.

Hiilidioksiditason mittaus QE1.8.1 b-osan luokkien poistokanavassa ja QE1.8.2 huoneessa 3130 (toimintaselostuksessa ei mainintaa näiden toiminnasta).

Muut palvelualueen koneet ovat huippumureita:

7.5.2020

- PF02.1 ja PF02.2 (WC-tilat)
- PF03.1 ja PF03.2 (opetuskeittiön liesikuvut)
- PF05 (savenpoltto) (ohjaus HIS 16.3228)
- PF04 (vetokaappi) (ohjaus HIS 16.2187)
- PF06 (myrkykaappi)

Tutkimukset ja havainnot

Koneen taajuusmuuttajaohjatut puhaltimet saavuttivat painemittariin merkityt tavoitellut kanavapaineet (tulo 227 Pa (tavoite 230 Pa), poisto 209 Pa (210 Pa)). Koneen rakennusautomaatiokytkennät mahdollistavat koneen toiminnan valvonnan ja tarvittavan ohjauksen.

Koneen ulkoilmakammiossa ei ollut tarvittavaa viemärointiä, vaan kammioon päätyvä lumi ja vesi pitävät kammion pohjaa pitkään märkänä, jolloin kammiossa olevilla epäpuhtauksilla on mahdollisuus mikrobikasvuun. Koneen kokonaisilmavirtoja ei esitetty esitiedoissa, eikä koneessa niitä esitetty myöskään koneen tyyppikilvessä. Tämän vuoksi ulkoilmasäleikön ja -kammion ilmannopeuden määrittämistä ei suoritettu. Ulkoilmasäleikön alareunan korkeus kattopinnasta on noin 64 cm. Koneen rakenteiden läpikulkeutuvien vesijälkien perusteella lumen ja veden päätymistä suodattimiin voidaan pitää hyvin todennäköisenä. Koneen sisäpinnat ja ensimmäinen äänenvaimennin osa todettiin tutkimuksissa pinnoiltaan puhtaiksi, eikä äänenvaimentimessa havaittu pintoja, joista mineraalivillakuitujen irtoaminen olisi todennäköistä.

Hiilidioksiditason mittaus ei ohjaa koneita, vaan välittää valvomoon tiedot luokkatilojen hiilidioksiditasoista. QE1.8.1 sijaitsee b-osan luokkien poistokanavassa, jolloin anturi kertoo palvelualueen luokkatilojen poistoilman keskimääräisen hiilidioksiditason. QE 1.8.2 sijaitsee luokassa 3130. Näistä molemmista on hälytys automatiojärjestelmässä, mutta hälytystasoa ei ole mainittu.

Koneen suodattimet oli huoltotarran mukaan viimeksi vaihdettu 9/19, joten koneen huoltoväli oli riittävän lyhyt. IV-konehuoneessa oli käytettyjä suodattimia.



Kuva 183 Koneen tuloilmakammiossa oli pieniä määriä orgaanista ainesta ja selkeitä lammikoitumisjälkiä. Koneilla TK1, TK3 ja TK5 on yhteinen ulkoilmasäleikkö, jonka alareunan korkeus kattopinnasta noin 64 cm.



Kuva 184 B1-osan IV-konehuoneessa käytettyjä suodattimia.

7.5.2020

TK/PK2

Palvelualue: A-osan luokkatilat ja käytävät

Koneessa taajuusmuuttajaohjatut puhaltimet vakiokanavapainesäädöllä.

Toimintaselostuksen mukaan päiväaikana puhallinteho 100 %, öisin 30%.

Kammiopainetta ohjataan paine-eroantureilla PE2.2.1 ja PE2.2.2.

Koneessa pyörivä lämmönsiirrin.

Palvelualueen vyöhykepellit lukittu auki-asentoon ja ohjainmoottorit purettu.

Hiilidioksiditason mittaus QE2.8.1 a-osan luokkien poistokanavassa. (toimintaselostuksessa ei mainintaa näiden toiminnasta).

Muut palvelualueen koneet ovat huippuimureita:

- PF02.2 (WC-tilat)

Tutkimukset ja havainnot

Koneen taajuusmuuttajaohjatut puhaltimet saavuttivat painemittariin merkityt tavoitellut kanavapaineet. (tulo 255 Pa (tavoite 260 Pa), poisto 270 Pa (270 Pa)). Koneen tavoitellut ilmavirrat ovat tulo 3200 l/s ja poisto -2920 l/s. Koneen rakennusautomaatiokytkennät mahdollistavat koneen toiminnan valvonnan ja tarvittavan ohjauksen.

Koneen ulkoilmasäleikön alareunan korkeus kattopinnasta on noin 46 cm ja otsapintanopeus on noin 1,7 m/s, otsapintanopeuden määrittämisessä ei huomioitu säleikön vapaata pinta-alaa pienentävää vaikutusta.

Koneen ulkoilmakammiossa ei ollut tarvittavaa viemärointiä, vaan kammioon päätyvä lumi ja vesi pitävät kammion pohjaa pitkään märkänä, jolloin kammiossa olevilla epäpuhtauksilla on mahdollisuus mikrobikasvuun. Koneen rakenteiden läpikulkeutuvien vesijälkien perusteella lumen ja veden päätymistä suodattimiin voidaan pitää hyvin todennäköisenä. Koneeseen päätyvät veden poistuvat koneesta hallitsemattomasti lattialle eri puolilta konetta. Lattialla sijaitseva koneesta valuvien vesien poistoon tarkoitettu lattiakaivo on tukkeutunut. Koneen takana sijaitseva seinärakenteen sisäosassa sijaitseva kipsilevy vaikuttaa silmämääräisesti arvioituna mikrobivaurioituneelta (Kuva 185).

7.5.2020



Kuva 185 TK2:n takainen seinärakenne vaikuttaa silmämääräisesti arvioituna mikrobivaurioituneelta. Kaikki ilmanvaihtokonehuoneen lattiakaivot olivat tukkeutuneita.

TK/PK3

Palvelualue: auditorio

Koneessa taajuusmuuttajaohjatut puhaltimet vakiokanavapainesäädöllä.

Kammiopainetta ohjataan paine-eroanturilla PE3.2.1.

Tulokone ohjaa poistokoneen kierrosnopeutta.

Koneessa ei ole lämmöntalteenottoa.

Hiilidioksiditaso mittaus QE3.8.1 auditorion poistokanavassa. Hiilidioksidimittauksen perusteella vakiokanavapaine muuttuu 30 % (600 ppm) ja 100% (900 ppm) välillä.

Tutkimukset ja havainnot

Tutkimushetkellä auditorio ei ollut käytössä, jolloin kone toimi minimi-ilmavirralla. Mitoitusilmavirta koneen asiakirjojen mukaan täydellä teholla 1,68 m³/s. Myös TK3:n koneen osissa havaittiin vesien valumajälkiä, eikä koneen mahdollisesti kastuvia osia ole viemäroity. Koneen huoltoväli on huoltotarran mukaan 6 kk ja viimeisin huolto oli suoritettu 9/19. Auditoriota palvelee myös kiertoilmakone Kok-8. Ohjauksista ei ole mainintaa rakennusautomaatio järjestelmässä.

Koneen valmistusvuosi 1993.

TK/PK4

Palvelualue: liikuntasali

Koneessa taajuusmuuttajaohjatut puhaltimet vakiokanavapainesäädöllä.

Kammiopainetta ohjataan paine-eroantureilla PIE10 ja 19, joita ei ole kuitenkaan merkitty toimintakaavioon.

Koneessa pyörivä lämmönsiirrin.

7.5.2020

Hiilidioksiditason mittaus QE4.1.2 liikuntasalin poistokanavassa. Hiilidioksidimittauksen perusteella vakiokanavapaine muuttuu 30 % (600 ppm) ja 100% (900 ppm) välillä. Ohjaus voidaan ohittaa käsikäytöllä HS4.1 (->100%).

Tutkimukset ja havainnot

Liikuntahalli ei ollut tutkimushetkellä käytössä, joten koneen olisi tullut ajaa rakennusautomaatiossa ilmoitetun mukaisesti minimi-ilmavirtaa. Koneen maksimimitoitusilmavirta on $\pm 3,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ja osateholla $\pm 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Koneessa ei havaittu rakennusautomaation toimintaselostuksessa esitettyjä kanavapaineen säätimiä PIE10 ja PIE19. Koneen taajuusmuuttajat olivat myös maksimitehoilla, vaikka tilassa ei ollut käyttäjiä (Kuva 187). Koneen ulkoilmasäleikön alareunan korkeus suhteessa alapuoliseen kattopintaan on noin 48 cm. Koneen ulkoilmasäleikön otsapintanopeus on noin 1,9 m/s, otsapintanopeuden määrittämisessä ei huomioitu säleikön aiheuttamaa vapaata pinta-alaa pienentävää vaikutusta.

Koneen ulkoilmakammiossa ei ollut tarvittavaa viemärointiä, vaan kammioon päätyvä lumi ja vesi pitävät kammion pohjaa pitkään märkänä, jolloin kammiossa olevilla epäpuhtauksilla on mahdollisuus mikrobikasvuun. Koneen rakenteiden läpikulkeutuvien vesijälkien perusteella lumen ja veden päätymistä suodattimiin voidaan pitää hyvin todennäköisenä. Koneeseen päätyvät veden poistuvat koneesta hallitsemattomasti lattialle eri puolilta konetta. Lattialla sijaitseva koneesta valuvien vesien poistoon tarkoitettu lattiakaivo on TK2:n tavoin tukkeutunut.

Koneen valmistusvuosi on 1993.



Kuva 186 Ulkoilmasäleikön alareunan korkeus kaikissa kyseisen konehuoneen ulkoilmasäleiköissä on kattopinnasta noin 48 senttimetriä.

7.5.2020



Kuva 187 TK4:n taajuusmuuttaja maksimitehoilla.

TK/PK5

Palvelualue: työtilat

Koneessa aikaohjatut puhaltimet.

Toimintaselostuksen mukaan puhallintehoa ohjataan taajuusmuuttajilla, jolloin päiväaikana puhallinteho on 100 % ja öisin 30%.

Koneessa ei ole lämmöntalteenottoa.

Palvelualueella useita huippumureita, jotka voidaan käsikytkimillä käynnistää käymään isommalle nopeudelle (HIS16.1206.1/PF02, HIS16.1206.2/PF03, HIS16.1206.3/PF04, HIS16.1206.4/PF05, HIS16.1206.5/PF06, HIS16.1206.6/PF07). Erillispoistopuhaltimen käynnistyessä yleispoistoa vähennetään vastaavasti.

Tutkimukset ja havainnot

Koneen maksimimitoitusilmavirta $\pm 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. TK5:n osissa havaittiin vesien valumajälkiä, eikä koneen mahdollisesti kastuvia osia ole viemäroity. Koneen huoltoväli on huoltotarran mukaan 6 kk ja viimeisin huolto oli suoritettu 9/19. Palvelualueella useita käsikytkimellä käynnistettäviä erillispoistoilmapuhaltimia. TK5:n pitäisi automaattioselostuksen mukaan pudottaa poistoilmavirtoja erillispoistojen käynnistymisen mukaisesti. Toimintaa ei tutkimuksissa todennettu.

Koneen valmistusvuosi 1993.

Työtiloja palvelee myös erillinen tuloilmakone, joka ilmeisesti käynnistyy tilan kohdepoistojen korvausilman tarpeen mukaisesti. Tuloilmakoneen ilmanotto sijaitsee samassa rakenteen kulmauksessa purukontin kanssa. Purukontin ja purunpoistokanaviston liitos on epätiivis, jonka vuoksi osa purusta vapautuu syvennykseen ja kulkeutuu tuloilmakoneen ulkoilmalaitteelle ja suodattimiin. Tämä aiheuttaa lisääntyntä suodattimien uusimistarvetta.

7.5.2020



Kuva 188 työtilojen tuloilmakoneen ulkoilmasäleikkö.



Kuva 189 Ulkoilmasäleikön kanssa samassa syvennyksessä sijaitsevan purukontin ja purunpoistokanaviston liitos on epätiivis

TK/PK6

Palvelualue: Ruokala ja keittiö

Koneessa aikaohjatut puhaltimet.

Toimintaselostuksen mukaan päiväaikana puhallinteho 50 %, öisin 30%. Ruoan valmistuksen (keittiö) ja ruokailun (ruokala) aikana vastaava vyöhyke voidaan käsikytkimellä ohjata käymään tehostetulla ilmamäärällä (100%). Käsikytkimellä vastaavat vyöhykepellit ohjataan tehostusasettoon (HIS16.1130/FG15.1 ja FG17.1, HIS16.1141/FG15.2 ja FG17.2).

Tulokone ohjaan poistokoneen kierrosnopeutta.

Koneessa ei ole lämmöntalteenottoa.

Tutkimukset ja havainnot

TK/PK6 jakautuu kolmeen puhaltimeen TF6.1, PF6.1 ja PF6.2. TF6.1 tuottaa tuloilmaa ruokalan ja keittiön tiloihin. Palvelualueella myös kiertoilmakone kok-9 (± 1750 l/s), joka kierrättää ilmaa yläkerrasta ruokailutilan lasiseinälle.

Aiemmin keittiön tuloilmamäärää ohjannut moottoripelti FG 6.5.4 oli konehuoneen kanavasta purettu, mutta ruokailutilankanavan ilmavirtaa säättävä FG 6.5.3 on jäljellä moottoreineen. Ko. moottoripeltiä ei ole mainittu koneen automaatioasiakirjoissa. Kanavistossa myös toinen FG 6.5.4 -tunnuksella varustettu moottoripelti, joka automaatioesostuksen mukaan säättää tuloilmavirtoja keittiön (FG 6.5.4) ruuanlaitto- ja (FG

7.5.2020

6.5.7) pesutilojen välillä. Keittiötilojen poistokoneena toimii PF 6.1, jossa vastaavat moottoripellit FG 6.5.4.1 ja FG 6.5.7.1. Rakennusautomaatioselostuksessa puhaltimien ohjauksesta on mainittu seuraavaa:

" Tuloilmakoneen käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän tapahtumaohjelmilla.

Tuloilmakone käy päivisin isommalla ilmamäärällä (50%) ja öisin pienemmällä ilmamäärällä (30%). Ruoan valmistuksen (keittiö) ja ruokailun (ruokala) aikana vastaava vyöhyke käy tehostetulla ilmamäärällä (100%). ... Poistoilmapuhaltimen PF01 käynti on lukittu tuloilmapuhaltimen TF01 käyntiin."

TF1 mitoitusilmavirrat yht. 4720 l/s (ruokailu +2300 l/s, keittiön huuvut +1620 l/s, astianpesu +800 l/s). TF1 tavoiteltu kammiopaine 240 Pa. Tutkimushetkellä todettu kammiopaine vaihteli 277 ja 261 Pa:n välillä.

PF1 mitoitusilmavirrat -3020 l/s (huuvut -1620 l/s, astianpesu 1400 l/s). PF6.1 tavoiteltu kammiopaine 510 Pa. Tutkimushetkellä todettu kammiopaine 455 Pa.

Ruokalan poistoilmavirroista vastaavan kaksinopeuksisen puhaltimen PF6.2:n mitoitusilmavirta on suunnitelmien mukaan 1/1 -teholla -2150 l/s ja ½ -teholla -1050 l/s. PF6.2:n aikaohjauksesta ei ole mainintaa automaatiossa.

Tulo- ja poistoilmavirtojen välinen suhde mitoitusilmavirroilla -450 l/s.

Ulkoilmasäleikön otsapintanopeus on noin 2 m/s, otsapintanopeuden määrittämisessä ei huomioitu säleikön aiheuttamaa vapaata pinta-alaa pienentävää vaikutusta. Myös TK6:n osissa havaittiin vesien valumajälkiä, eikä koneen mahdollisesti kastuvia osia ole viemäröity.



Kuva 190 TK6:n ruokailan tuloilmakanavassa on moottoripelti 6.5.3, jonka toiminnasta ei ole selvyyttä.

TK7

Palvelualue: Kerhotila, voimailu ja sos.tilat

Koneessa kammiopaine ohjaus (Ohjaus PE7.2.1)

Ajallista toimintaa ohjataan vyöhykepelleillä. Vyöhykepellit (sos.tilat, voimailu, kerhotila) ovat yöaikaan minimiasennossa (30%) ja päivisin maksimiasennossa (100%). Aikaohjelmat kaikilla vyöhykkeillä samat.

Käsikytkimellä KIS16.2101 ohjataan poistopuhallin PF04 (takka) käymään.

7.5.2020

Muiden huippuimureiden (pf1, 2, 3, 5 ja 6) käynti on ohjattu puolelle teholle, kun TK7 käy 30% teholla.

Tutkimukset ja havainnot

Koneen tyyppikilven mukainen maksimi-ilmavirta on 1,5 m³/s. Koneen ulkoilmasäleikön pinta-ala on 0,36 m², jolloin otsapintanopeus on noin 4,2 m/s, otsapintanopeuden määrittäessä ei huomioitu säleikön aiheuttamaa vapaata pinta-alaa pienentävää vaikutusta. Korkean otsapintanopeuden takia on lumen ja veden kulkeutuminen koneen suodattimiin hyvin todennäköistä. Koneen kastuvia osia ei ole viemäroity. Koneen kanavapainemittari ilmoitti tutkimuksen aikaiseksi kanavapaineeksi 235 Pa, joka on vastaa tavoiteltua kanavapainetta (240 Pa)

Tutkimusten johtopäätökset

Kaikkien koneiden osalta ulkoilmasäleikön alareunan korkeus suhteessa alapuoliseen kattopintaan on puutteellinen. Rakentamisen aikana voimassa olleen RakmkD2/1987 mukaan ulkoilma-aukon alareunan korkeus alapuolisesta katto- tai tasopinnasta tulee mitoittaa selvästi suuremmaksi kuin alueen keskimääräinen lumi- peitteen paksuus, joka Länsi-Suomessa on 70 cm. Tämän takia lumisina talvina säleikköjen kautta ilmavaihtolaitteisiin voi kerääntyä haitallisia määriä lunta, joka tukkii ja kastelee ilmanvaihtolaitteiden tuloilmasuodattimia ja alentaa siten tuloilmamääriä ja lisää näin ollen huoltotoimenpiteitä. Koneiden nykyinen rakennusautomaatiojärjestelmä sisältää riittävät mittapisteet järjestelmän toiminnan seuraamiseen ja vikatilanteiden havainnointiin, joten lumen aiheuttamat vikatilanteet ovat todennäköisesti hyvin lyhyt aikaisia.

Koneiden kastuvien osien viemärointi oli kaikkien koneiden osalta puutteellista, jonka vuoksi koneisiin tuloilman mukana kulkeutuva vesi lammikoituu koneiden pohjalle, tai valuu epätiivetyksistä koneen ulko-osia pitkin lattiakaivoihin. TK1:n tuloilmakammion tarkastuksessa havaittiin myös orgaanisia epäpuhtauksia ulkoilmakammion pohjalla. Kosteusaltistuksen myötä orgaanisen aineksen mikrobikasvu on todennäköistä, joka heikentää tuloilman laatua.

TK1:n kohdistetuissa tutkimuksissa ei havaittu mineraalivillakuitulähteitä, mutta kuitulähteet ovat kyseisen aikakauden ilmanvaihtokoneissa yleisiä, eikä tämän tutkimuksen perusteella niiden olemassa oloa voida pois sulkea.

Liikuntasalin yläpuolella sijaitsevan IV-konehuoneen lattiakaivot olivat tukkeutuneet, mikä haittaa lattialle päätyvän veden poistumista.

Lähes kaikki koneet saavuttivat tavoitellut kanavapaineensa, joten järjestelmä tuottaa tilojen tarvitsemat ulkoilmavirrat. Koneiden TF6.1 ja PF6.1 toteutuneissa kammio- ja kanavapaineissa havaittiin poikkeamia suhteessa koneiden tavoiteltuihin kanavapaineisiin. TF6.1 kammio- ja kanavapaineeseen asennetun elektronisen mittalaitteen mukaan vaihteli 261 ja 277 Pa:n välillä, näin ollen palvelualueen tuloilmavirrat ovat hieman suunniteltua suurempia. Keittiönpoistoilmavirroista vastaavan puhaltimen pf 6.1:n toteutunut kanavapaine oli 51 Pa alle tavoitepaineen. Tästä syystä keittiön toteutuneet poistoilmavirrat voivat olla suunniteltuja ilmavirtoja pienemmät. Esitietojen mukaan tutkimuksen aikana ei ollut käytössä normaalikäytöstä poikkeavia aikaohjelmia.

Liikuntasalia palvelevan koneen TK4 hiilidioksidi ohjaus ei toimi. Koneen taajuusmuuttajat ohjaavat koneen puhaltimia maksimiteholla hiilidioksidikuormasta riippumatta.

Koneiden alkuperäiset osat mm. puhaltimet, ilmanvaihtojärjestelmänpatterit (jätkilämmitys, liuos-lto), lämmöntalteenottolaitteet, sulkusäätö- ja mittauslaitteet alkavat olla RT-18-10 922 -ohjekortin mukaan keskimääräisen teknisen käyttöikänsä päässä.

7.5.2020

Toimenpide-ehdotukset

- Ulkoilmakammioiden puhdistusta suositellaan
- Ulkoilmasäleikköjen rakenteen uusimista tai vähintään säleikön eteen kerääntyvän lumen poistaminen säännöllisesti lumisina talvina suositellaan
- Koneiden kastuvien osien viemärointiä lattiakaivoille ja lammikoitumisen estämistä koneen sisällä suositellaan
- Ilmanvaihtokonehuoneiden lattiakaivojen puhdistusta suositellaan
- Suositellaan TK6:n ja siihen liittyvien poistoilmakoneiden aika- ja kanavapaineohjausten tarkastamista
- Suositellaan TK4 koneen ilmamääräohjauksen tarkastusta.
- Konehuoneiden siistimistä suositellaan.
- Koneet teknisen käyttöikänsä päässä -> koneiden uusiminen tai saneeraus peruskorjauksen yhteydessä.
- Ulkoilmasäleikköjen rakenteelliset korjaukset (ks. 4.18 Yläpohja- ja vesikattorakenteet s.80)

5.2 Ilmanjako

Riskiarvio

- Kohteen ilmanvaihdon käytön aikaiset ilmamäärät eivät välttämättä vastaa tilakohtaista henkilökuorimitusta. Mitoitusarvot ovat min. ulkoilmavirta; opetustilat 6l/s/hlö, luentosalit 8 l/s/hlö, tilakohtainen maksimipoikkeama $\pm 20\%$ mitoitusarvosta.
- Tuloilmapäätelaitteiden huuhteluvaikutus voi olla puutteellinen tai sijoittelu keskinäinen (heittopi-tuus, tuloilmapäätelaitteen edessä olevat esteet, tulo- ja poistoilmalaitteiden välinen etäisyys puut-teellinen, jolloin mahdollisuus oikosulkuvirtaukseen, joka pienentää tilan ilmavaihtokerrointa. (Poi-stoilmapäätelaitteen toimintasäde n. $1 \cdot d$)).
- Tuloilman lämpötila voi aiheuttaa puutteellisen ilman sekoittuminen tai vetohaittaa (liian korkea tu-loilmanlämpötila heikentää tuloilman sekoittumista erityisesti korkeissa tiloissa, liian alhainen tuloil-man lämpötila ja liian suuri ilman liikenoisuus aiheuttavat vedon tunnetta (suositeltu lämpötila n. 2 astetta huonelämpötilaa alhaisempi)).
- Tuloilmakanavissa voi olla sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauksia tai kuitulähteitä (tuloilmaka-navistojen puhtaus vähintään P2-luokan mukaista, koneiden, kanavistojen äänenvaimentimissa ja päätelaitteiden tasauslaatikoissa mahdollisesti vapaita mineraalivillapintoja).
- Tulo- ja poistoilmavirtojen välinen epätasapaino voi aiheuttaa liiallista alipainetta tai ylipainetta ra-kennusvaihan ylitse, joko koko rakennuksen osalta, palvelualueellisesti tai tilakohtaisesti (Tarkaste-taan koneiden käyntiajat, merkittävien paine-erojen aistinvarainen arviointi kohdekäynnin aikana, pitkäaikainen paine-eromittaus vähintään kahden viikon ajan (kohdistetaan esitietojen ja kohde-käynnin havaintojen perusteella valittuihin tiloihin)).
- Siirtoilmareitit voivat olla puutteellisia (WC-kohdepoistot vaativat välioveen siirtoilmasäleikön tai oviraon, suositeltu ovirako WC-tiloissa vähintään 10 mm ja märkätiloissa 15 mm).
- Ruokalatalaan tuodaan lämmitettyä tuloilmaa alapohjakanaalien kautta. Kohdekierroksen perus-teella päätelaitteiden sisäpinnoissa on teollisia mineraalikutuja sisältäviä eristeitä. Näistä voi kulkeu-tua kuituja sisäilmaan.
- Osa auditorion tuloilmasta johdetaan tilaan penkkien alle sijoitettujen siirtoilmasäleikköjen kautta. Ilma siirtyy tilasta, joka on varastokäytössä. Tällä voi olla vaikutusta sisäilman laatuun esimerkiksi varastotilasta kulkeutuvien hajujen ja epäpuhtauksien kautta.

7.5.2020

Tutkimukset ja havainnot

Ilman jakautuminen

Koulun ilmanjako on luokkatiloissa toteutettu sekoittavana ilmanvaihtona ja käytävä ja aulatiloissa ilmanjako tapahtuu syrjäyttävänä ilmanjakona. Luokkatilojen ilmanjako toimii aistinvaraisesti arvioituna hyvin. Tuloilma tuodaan pääosin luokkatiloihin käytävänpuoleiselta seinältä alas laskettuihin katto-osiin sijoitettujen tuloilmapäätelaitteiden avulla. Rakennusautomaatiojärjestelmässä esitetty tuloilmalämpötilaohjaus suhteessa poistoilman lämpötilaan mahdollistaa tuloilman tehokkaan sekoittumisen luokkatilaan. Tarkastetuissa luokkatiloissa ei havaittu tuloilmavirtauksen heittopituutta vähentäviä esteitä.

Ilmanjakojärjestelmän puhtaus

Luokkatilojen tulo- ja poistoilmapäätelaitteiden pinnat todettiin aistinvaraisessa tarkastuksessa puhtaiksi. Luokkatilojen tuloilmakanavistojen puhtautta ja päätelaitteiden sisäpintojen mahdollisia kuitulähteitä tutkittiin kahdesta päätelaitteesta. B1-osassa sijaitsevassa luokkatilassa päätelaitteeseen tehdyssä tarkastuksessa päätelaitteessa havaittiin kankaalla pinnoitettu mineraalivillainen äänenvaimennin. Päätelaite todettiin pinnoiltaan puhtaaksi, eikä päätelaitteen äänenvaimennin toimi kuitulähteenä (Kuva 191).

Työväenopiston käytössä olevassa tilassa päätelaitteen pinnassa havaittiin mustaa karkeaa epäpuhtautta. Päätelaitteessa todetut epäpuhtaudet ovat todennäköisesti lähtöisin ilmanvaihtokoneen käyttöhihnasta. Päätelaitteen äänenvaimentimen villamateriaalit olivat kangaspinnoitteisia, eikä kuitujen irtoaminen ehjistä kangaspinnasta ole todennäköistä (Kuva 192).

Ilmanvaihtokanavien puhtautta tutkittiin yhden tuloilmakanavan kohdalta ja B1-osassa sijaitsevan käytävän poistoilmapäätelaitteen osalta. Tuloilmakanavan pinnat todettiin pistokokeessa pölyttämiksi, eikä kanavan pinnalla havaittu öljyjäämiä. Poistoilmapäätelaitteessa ja siihen liittyvän kanavan pinnoilla havaittiin selkeä pölykertymä (Kuva 193).

Järjestelmän puhtaudesta tehtiin havaintoja myös muiden tilojen osalta. Keittiötilojen kohdepoistojen pinnat todettiin puhtaiksi ja lähes rasvattomiksi. Liikuntahallin katon akustiikkalevyissä havaittiin epäsäännöllisiä tummentumia, jotka eivät todennäköisesti johdu sisäilmavirtojen aiheuttamasta likaantumisesta.

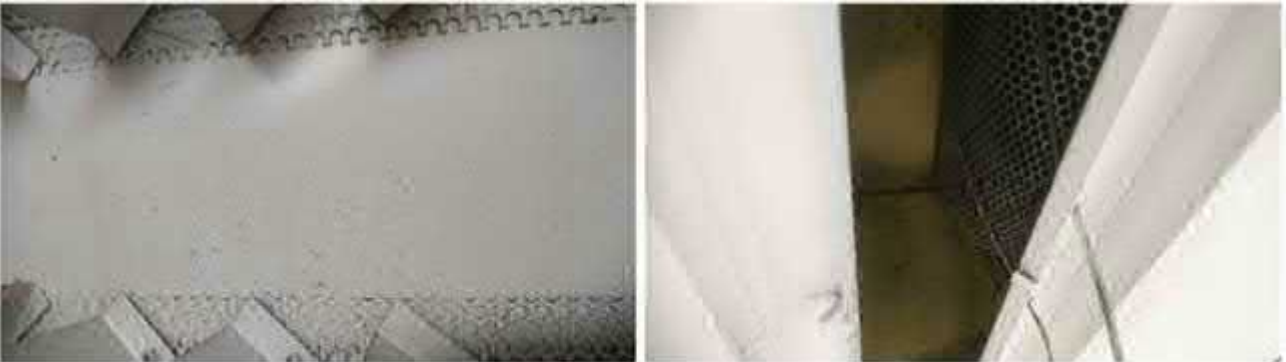
Siirtoilmareitit

WC-tilojen poistoilmavirtojen tarvitsema korvausilma siirretään käytävältä siirtoilmana käytävän ja wc-tilan välissä sijaitsevan siirtoilmakanavan kautta. Myös auditorion ja liikuntasalin tuloilma johdetaan kohdetiloihin erillisten siirtoilmatilojen kautta. Liikuntasalin siirtoilmatilan rakennetta on parannettu rakentamalla tilan siirtoilmasäleikköjen eteen suojia, joilla estetään liikuntasaliin johtavien siirtoilmareittien tukkeutuminen. Auditorion tuloilma johdetaan kohdetilaan auditorion alapuolella sijaitsevan siirtoilmatilan kautta. Siirtoilmatilat ovat ylipaineisia, jolloin tilaan puhallettava ilmavirta vapautuu siirtoilmatilojen aukkojen kautta. Auditorion siirtoilmatilassa havaittiin tavaroiden varastointia (Kuva 197).

7.5.2020



Kuva 191. Luokkatilojen päätelaitteisiin kohdistuneissa pistokokeissa päätelaitteen pinnat todettiin puhtaiksi, eikä mineraalivillakuitujen irtoaminen päätelaitteesta ole todennäköistä.



Kuva 192 Työväenopiston luokkatilan tulopäätelaitteen pinnoilla havaittiin mustaa mahdollisesti puhaltimen kiilahihnasta peräisin olevaa karkeaa likaa. Päätelaitteen tasauslaatikon äänenvaimennin pinnat olivat suojattu kuitujen irtoamisen estävällä kankaalla.



Kuva 193 Tuloilmakanavan (vas. kuva) pinnat todettiin puhtaiksi ja öljyttömiksi. Poistoilmapäätelaitteen pinnat havaittiin pistokokeessa selkeästi pölyntyneiksi.

7.5.2020



Kuva 194 Ruokailutilojen ikkunaseinälle puhalletaan ilmaa kierrätysilmakoneen (kok-9) avulla. Lattialla sijaitsevat päätelaitteet todettiin erittäin likaisiksi. Osassa päätelaitteista havaittiin myös avoimia mineraalivillapintoja.



Kuva 195 Käytävien syrjäyttävään ilmanjakoon tarkoitettujen päätelaitteiden puhtaus havaittiin puutteelliseksi.



Kuva 196 Keittiön kohdepoistot todettiin puhtaiksi ja pinnoiltaan rasvattomiksi. Liikuntasalin katon akustiikkalevyissä havaittiin tummentumia, jotka voivat johtua välipohjarakenteen kosteudesta tai ilmapuodoista välipohjarakenteen lävitse.

7.5.2020



Kuva 197 Wc-tilojen poistojen tarvitsema korvausilma johdetaan korvausilmakanavien kautta. Auditorion alla sijaitsevaa siirtoilmatilaa käytetään varastona.

Johtopäätökset

Kohteen ilmanjako mahdollistaa tuloilman tasaisen sekoittumisen oleskelutiloihin, eikä ilmanjaossa havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä puutteita. Suurimmat ilmanjaon parantamiseen liittyvät havainnot kohdistuvat ilmanjakojärjestelmän puhtauden parantamiseen (ruokalan lattian tuloilmapäätelaitteet) ja mahdollisten epäpuhtaus- /kuitulähteiden poistoon ilmanjakojärjestelmästä (auditoriotilat).

Kohteen siirtoilmareittien toteutus mahdollistaa siirtoilmareittejä tarvitsevien poistoilmapäätelaitteiden toiminnan.

Osa kiinteistön kanavista on asennettu rakennuksen alapohjatilaan (ruokalan lasiseinän puhalluksesta vastaava kanava ja osa TK7:n kanavista). Näiden kanavien rakenteellinen kunto voi asennustavasta ja alapohjarakenteen kosteudesta johtuen olla puutteellinen. Kanavien rakenteellista kuntoa ei tutkimusten aikana varmistettu.

Toimenpide-ehdotukset

- Ruokailutilan lattialla olevien päätelaitteiden mineraalivillaesiintymien poistaminen
- Ruokalan ikkunapuhallusta palvelevan KoK-9 kiertoilmakoneen äänenvaimentimien tarkastaminen tai vaihtaminen äänenvaimentimista mahdollisesti irtoavien teollisten mineraalikuitujen varalta
- Syrjäyttävällä ilmanjaolla toteutettujen tuloilmapäätelaitteiden puhdistaminen
- Auditorion alapuolisia siirtoilmatiloja ei tule käyttää tavaran varastointiin
- Suositellaan alapohjarakenteessa kulkevien kanavaosien rakenteellisen kunnan tarkastamista

6 SISÄILMAN MITTAUKSET

6.1 Lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidi

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden raja-arvoja on esitetty liitteenä olevassa ohjekortissa (LIITE: Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus). Liitekortistosta löytyy myös ohjekortti hiilidioksidipitoisuudesta.

Mittausten suunnitellun ajankohdan aikana kohteessa tapahtuva koulutyö oli keskeytetty poikkeustilajärjestelyjen takia ja oppilaat olivat etäopetuksen piirissä. Tämän takia hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan mittauksia ei toteutettu, koska vallitsevat olosuhteet eivät vastanneet ns. normaalia rakennuksen käyttötilanetta (luokkatilojen oppilasmäärät, muun henkilöstön tilojen käyttö, ruokalatoiminnot jne). Tulokset eivät olisi olleet näin ollen vertailukelpoisia.

Mittaukset suositellaan toteutettaviksi, kun rakennuksen ja tilojen käyttöaste normalisoituu tavanomaiselle tasolle.

7.5.2020

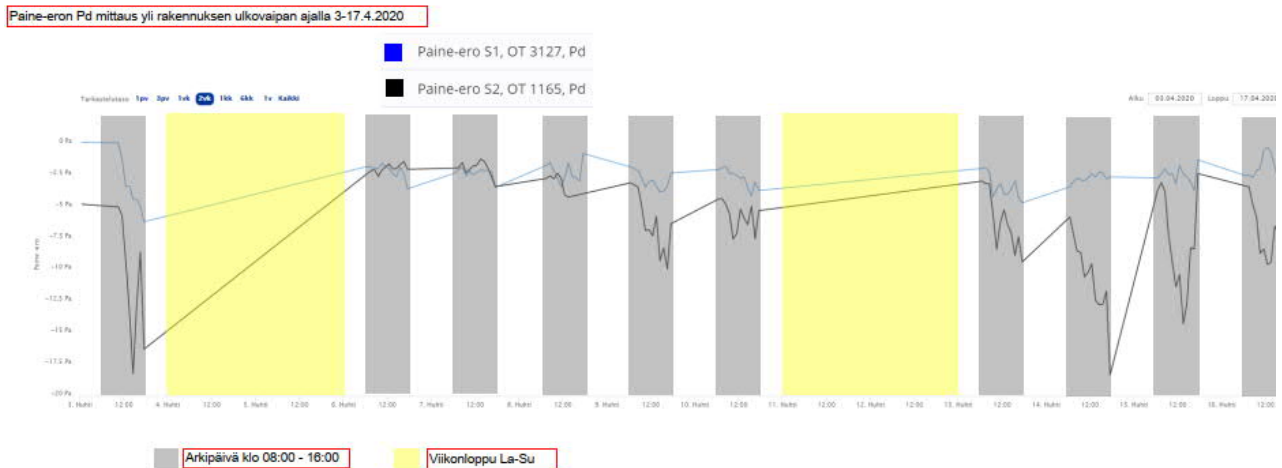
6.2 Paine-eromittaukset

Rakennusvaipan yli vaikuttavan paine-eron raja-arvoja sekä mittausmenetelmä on esitetty liitteenä olevassa ohjekortissa. LIITE: Paine-ero

Tulokset

Riippumatta poikkeustilajärjestelyistä paine-eromittauksia suoritettiin kohteessa yhteensä 2 kpl. Mittaukset toteutettiin B1-osan 1.kerroksessa ja B2-osan 3.kerroksessa. Mittauspisteissä mittausjakso oli 3- 17.4.2020.

Kuvaaja 1 Paine-eromittausten tulokset



Johtopäätökset

Mitatut tilat olivat tutkimusajankohtana tallentavan paine-eromittauksen perusteella pääasiallisesti alipaineisia ulkoilmaan nähden koko mittausjaksolla. Normaalin virka-aikana 08-16 sisäilman paine-ero ulkoilmaan nähden vaihteli mittauksissa -20...-2Pa välissä. Opetustilassa 1165 alipaine ylittää Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjeen ohjeistuksen rakennuksen alipaineisuudelle, jonka mukaan alipaineisuuden ollessa suurempi kuin 15 Pa, tulee sen syy selvittää ja alipaineisuutta mahdollisuuksien mukaan pienentää. Kohteen betoninen seinärakenne on merkkiainekokeiden perusteella kohtuullisen tiivis, jonka vuoksi suurin osa alipaineen aiheuttamista korvausilmavirroista kulkeutuu tutkimuksissa vaurioituneeksi havaitun ikkunavälirakenteen lävitse. Mitattuihin tiloihin vaikuttavassa tuloilmavirrassa tapahtuu ennen viikonloppuna ja yöaikaan paine-eromittausten perusteella muutoksia, jotka aiheuttavat voimakasta alipaineisuutta ko. tiloissa.

6.3 Flec ja ilmapvoc mittaukset

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrää ja pitoisuutta lattian muovimattomateriaalista, niiden esiintymistä sisäilmastossa ja arvioida tutkimusmittaustulosten merkitystä. Tutkimuksessa tunnistettuja sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä verrattiin lakeihin ja viranomaisohjeisiin sekä viitearvioihin terveydellisten olosuhteiden määrittämiseksi. Sisäilmaan liittyvässä näytteenotossa ja tulosten tulkinnassa noudatettiin tutkimuksen aikana voimassa olevia määräyksiä ja asetuksia (ks. LIITE: Ohjeet ja asetukset) sekä TTL:n ohjeita mittauksen suorittamisesta.

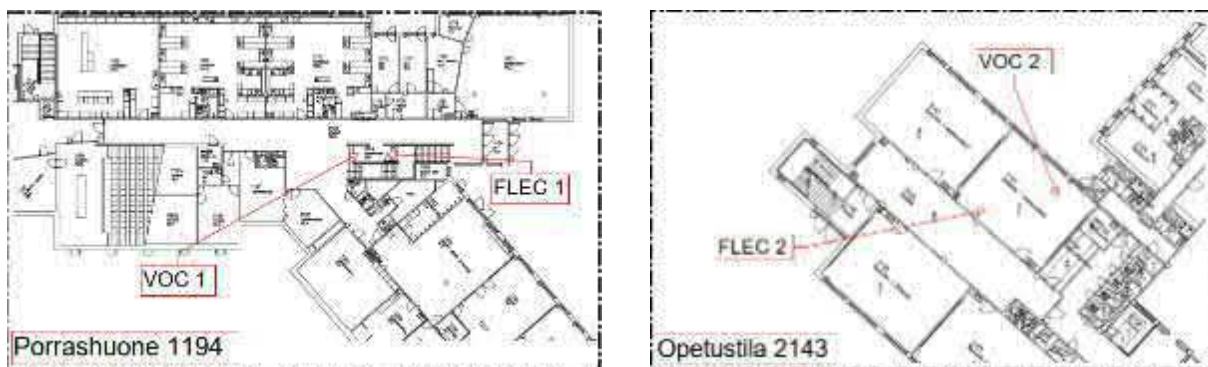
Analyysitulokset

FLEC-näytteet (kenttäkokein materiaalin pinnalta suoritettu emittoituvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden mittaaminen) ja sisäilman VOC (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden mittaaminen ilmasta) otettiin ensimmäisen kerroksen tilasta 1194 ja toisen kerroksen tilasta 2143. Tutkimuskäynnin aikana ja myös aiempien

7.5.2020

käyntikertojen aikana oli havaittu tilojen sisäilmassa poikkeavia hajuja. Osittain näiden havaintojen perusteella kyseiset tilat valikoituivat näytteenottoalueiksi.

Ennen näytteenottoa rakennus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella ja kosteuspoikkeamat varmennettiin materiaalpintojen välistä mm. viiltomittauksin. Lähtötietoja kerättiin myös VOC-BULK materiaalinäytteenoton (materiaalista irtoavat haihtuvat orgaaniset yhdisteet) avulla. Pintailmaisimella havaittiin selkeää kosteuseroa mitattavien tilojen lattiarakenteen pinnoitteissa ja lattiarakenteiden osissa. Kosteuskartoituksen tulokset, näytteenottokohdat ja materiaalinäytteiden tulokset on esitelty mm. liitetiedostoissa, kohdassa kosteusmittaukset ja materiaalinäytteiden VOC-BULK tulokset.



Kuva 198 Kuvissa on esitetty FLEC ja ilmaVOC näytteiden mittapistet.

FLEC-näytteiden analyysivastaukset menetelmäkuvauksineen ovat liitteenä.

FLEC-näyte 1 ja VOC näyte 1

FLEC- näytteessä porrashuoneen 1194 portaikon alla oli muovimattopinnan kokonaispäästö hyvin pieni (TVOC <math><20 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>). Näytteessä esiintyi pieniä määriä 2-etyyli-1-heksanolia ($4 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>) ja 1-butanolia ($4 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>) sekä aromaattisia hiilivetyjä C12- alkyylibentseenit ($6 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>), jotka ovat muovimattojen pehmittimissä käytettyjä sekä mattoliimojen kemialliseen hajoamiseen viittaavia yhdisteitä.$$$

VOC- näytteessä havainnot olivat maltillisia haihtuvien yhdisteiden osalta mitatun TVOC pitoisuuden ollessa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>.$

FLEC-näyte 2 ja VOC näyte 2

FLEC- näytteessä opetustila 2143 mittauksessa oli muovimattopinnan kokonaispäästö pieni (TVOC $30 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>). Näytteessä esiintyi kohtalaisia määriä 2-etyyli-1-heksanolia ($19 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>) ja pieniä määriä 1-butanolia ($4 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>) sekä aromaattisia hiilivetyjä C12- alkyylibentseenit ($12 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>). Nämä yhdisteet ovat muovimattojen pehmittimissä käytettyjä sekä mattoliimojen kemialliseen hajoamiseen viittaavia yhdisteitä.$$$$

VOC- näytteessä havainnot olivat maltillisia haihtuvien yhdisteiden osalta mitatun TVOC pitoisuuden ollessa $<10 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>.$

Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Lattioiden muovimattopintojen päältä tai sisäilmasta ei todettu merkittäviä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksia suoritetuissa mittauksissa. Muovimaton pinnalta emittoituu vain vähäisiä määriä yhdisteitä sisäilmaan. Koneellinen ilmanvaihto poistaa myös yhdisteitä oikein säädettynä ja oikein toimiessaan. Tilanne saattaa nopeasti kuitenkin muuttua ilmanvaihdon väärin säätöjen tai toimimattomuuden takia tai esim. lämpötilojen vaihdellessa, jolloin muovimatto lämpötilannousun yhteydessä saattaa luovuttaa päästöjä voimakkaammin. Tämä saattaa tapahtua esim. voimakkaassa auringon paisteessa kesäaikaan tai lämmityskaudella, mikäli lämmityksen tarve on suuri.

FLEC- mittauksen tulokset korreloivat vain pieneltä osin sisäilmasta mitattujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksien kanssa, kuten 2-etyyli-1-heksanolin kanssa. Mittaukset tehtiin kahteen eri tilaan ja mitausten perusteella haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet eivät ylitä toimenpiderajoja näiltä osin.

7.5.2020

6.4 Pölyn koostumus

Kohteesta otettiin 1 kpl pölynkoostumusmittausta pyyhintämenetelmällä. Menetelmä noudattelee Työterveyslaitoksen ohjetta pölyn koostumuksen mittaamisesta, jossa pyritään selvittämään aiemmin laskeutuneen pölyn sisältämiä hiukkasia. Menetelmässä pystytään havaitsemaan melko kattavasti hiukkastyypin esiintyminen näytteessä. Tällaisia ovat mm. tavanomainen huonepöly, karkea ulkoilmapöly, teolliset mineraalikulut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja homeitiöt (ilman lajimääritystä). Kunkin hiukkastyypin osuus näytteessä on arvioitu silmämääräisesti kolmiportaisella asteikolla (sisältää vähäisiä määriä/sisältää/sisältää runsaasti). Poikkeuksen tekee teolliset mineraalikulut, joiden osuus on arvioitu painoprosenteina.

Analyysitulokset

Auditorista otetussa pölypyyhintänäytteessä havaittiin tavanomaisen huonepölyn lisäksi teollisia mineraalikuluita (vuorivilla ja lasikuitu), joiden näytteeseen suhteutettu määrä oli 5-10 paino-%:a.

Tavanomainen huonepöly koostuu lähinnä tekstiili- ja paperikuluiduista sekä hilsehiukkasista.

Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Teollisten kuitujen määrällinen paino-% esiintyminen pölynkoostumusnäytteessä viittaa poikkeavaan kuitulähteeseen. Huoneilmassa olevat teolliset mineraalikulut heikentävät koettua sisäilmaa. Kuitulähteenä saattaa toimia esim. akustiikkavillalevyt (reunaleikkaukset maalaamattomia tai levyt ovat rikkonaisia), ympäröivien rakenteiden epätiivyydestä johtuvat ilmavuodot (lämmöneristeet kuitulähteenä) jne. Auditorion kiertoilmakoneessa (kok-8) on äänenvaimennin, josta voi irrota teollisia mineraalikuluita. Kiertoilmakoneen äänenvaimentimen kunto tulee selvittää ja puutteet korjata.

6.5 Kuitujen mittaaminen

Kohteesta otettiin yhteensä 7 kpl geeliteippinäytteitä kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä. Aikaväli oli 3-17.4.2020. Menetelmä noudattelee Asumisterveysasetuksen ohjetta teollisten kuitujen mittaamisesta. Menetelmässä selvitetään 14 vrk:n aikana laskeutuneesta pölystä teolliset mineraalikulut. Laskeumanäytteet tutkittiin Turun aerobiologian laitoksen laboratoriossa.

Analyysitulokset

Laskeumanäytteiden analyysivastausten perusteella näytteissä ei havaittu toimenpiderajojen ylittäviä määriä kuituja.

Johtopäätökset

Tulosten perusteella tutkituilla alueilla ei sisäilmassa esiinny poikkeavia kuitupitoisuuksia, joilla olisi sisäilmaa heikentävä vaikutus.

7.5.2020

7 PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET

Turku 7.5.2020

Kunnioitavasti
FCG Finnish Consulting Group Oy
Rakennusterveys ja sisäilmasto



Sauli Kodisoja
Ins. (amk), RTA, rakenteiden kosteudenmittaaja
041 730 0603
sauli.kodisoja@fcg.fi



Teemu Linnakoski
LVI-asiantuntija
teemu.linnakoskia@fcg.fi



Jussi Pirttimäki
rkm (amk), KVKT
0400 746 520
jussi.pirttimaki@fcg.fi



Petri Tuomisto
Ins. (amk), rakenteiden kosteudenmittaaja
044 431 4645
petri.tuomisto@fcg.fi

Tarkastaja

Kasper Käyhkö, DI
Laatupäällikkö, Rakennusfysiikan asiantuntija
040 024 1460
kasper.kayhko@fcg.fi

7.5.2020

LIITTEET

LIITE 1: Ohje- ja menetelmäkortit (tämän raportin lopussa)

LIITE: Ohjeet ja asetukset

LIITE: Mikrobit yleisesti

LIITE: Suoraviljelymikrobinäytteet

LIITE: Rakennusmateriaalien VOC-yhdisteet (VOC-BULK)

LIITE: Materiaalipintojen VOC-yhdisteet (FLEC)

LIITE: Pintakosteuskartoitus

LIITE: Viiltokosteusmittaukset

LIITE: Porareikäkosteusmittaus

LIITE: Merkkiainekokeet

LIITE: Teolliset mineraalikulitusnäytteet

LIITE: Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

LIITE: Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

LIITE: Paine-ero

LIITE: Pölyn koostumuksen määrittäminen

LIITE 2: Oma PDF-tiedosto

LIITE: Paikannuskuva (avaukset, näytteet ja mittaukset)

LIITE: Taulukko (kaikki rakenneavaukset)

LIITE: Näytetaulukot

LIITE: Kosteusmittauspöytäkirjat

LIITE: Rakenneavauskortit

LIITE: Laboratorion analyysilausunnot

Kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa otettujen näytteiden ja tehtyjen mittausten tuloksia tulkitaan pääasiassa alla olevassa taulukossa esitettyjä ohjeita ja asetuksia hyödyntäen. Eri ohjeiden ja asetusten soveltuvuus määrittyy tarkasteltavan rakennusluokan mukaan. Ohjeissa ja asetuksissa on annettu erilaisia arvoja, joihin saatuja tuloksia verrataan:

- Tavoitearvot ovat teknisiä arvoja, joihin suunnittelulla, rakentamisella, talotekniikalla ja materiaalivalinnoilla pyritään.
- Ohjearvoja hyödynnetään sisäilman laadun suunnittelussa.
- Vertailuarvo on vastaavanlaisista tiloista tai rakennuksista aikaisemman tutkimusdatan perusteella määritetty tilastollinen normaaliarvo.
- Viitearvo on aikaisemman tutkimusdatan perusteella määritetty tilastollinen arvo, jonka ylittyminen voi viitata epätavanomaisen epäpuhtauslähteen olemassaoloon.
- Toimenpiderajan ylittyminen tarkoittaa, että yhdisteen lähde ja merkitys sisäilman laadulle on selvítettävä ja tarvittaviin toimenpiteisiin ryhdyttävä haitan poistamiseksi.

Taulukko. Sisäilmastonäytteiden ja mittaustulosten arvioinnissa käytettäviä keskeisiä ohjeita ja asetuksia.

Rakennusluokka	Mittaus- ja analyysitulosten arviointi	Huomio
Toimistotyypiset työtilat	Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016 Säteilyasetus 1044/2018 Rakentamismääräyskokoelma D2 Työterveyslaitoksen viitearvot Sisäilmastoluokitus 2018	toimenpideraja toimenpideraja toimenpideraja ohjearvo viitearvo tavoitearvo
Asunnot ja muut oleskelutilat (terveydensuojelulain alaiset tilat)	Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016 Säteilyasetus 1044/2018 Rakentamismääräyskokoelma D2 Sisäilmastoluokitus 2018	toimenpideraja toimenpideraja toimenpideraja ohjearvo tavoitearvo
Koulut ja päiväkodit	Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016 Säteilyasetus 1044/2018 Rakentamismääräyskokoelma D2 Sisäilmastoluokitus 2018 Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot: opas ongelmien selvittämiseksi	toimenpideraja toimenpideraja toimenpideraja ohjearvo tavoitearvo vertailuarvot
Terveydenhuollon tilat (yleiset tilat kuuluvat terveydensuojeluviranomaiselle)	Asumisterveysasetus 545/2015 Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016 Säteilyasetus 1044/2018 Rakentamismääräyskokoelma D2 Työterveyslaitoksen viitearvot Sisäilmastoluokitus 2018 Lisäksi erillinen lainsäädäntö ja ohjeistus puhdastiloille ja muille erityistiloille	toimenpideraja toimenpideraja toimenpideraja ohjearvo viitearvo tavoitearvo
Tuotannolliset tilat	HTP-arvot (haitalliseksi tunnetut pitoisuudet) Säteilyasetus 1044/2018 Valtioneuvoston asetus 798/2015 asbestityön turvallisuudesta Valtioneuvoston asetus 716/2000 työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta Valtioneuvoston päätös 1154/1993 lyijytyöstä Rakentamismääräyskokoelma D2 Sisäilmastoluokitus 2018 Työterveyslaitoksen suosittelemat tavoitetasot	ohjearvo-arvo toimenpideraja raja-arvo raja-arvo raja-arvo ohjearvo tavoitearvo tavoitetaso

Muut noudatettavat lait ja asetukset:

- Työturvallisuuslaki 738/2002
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009
- Terveydensuojelulaki 763/1994 ja -asetus 1280/1994

Yksittäistä yhdistettä tai ainetta koskevat lait ja asetukset ovat ilmoitettu omissa liitteissä. Tutkimuksessa otetut näytteet analysoidaan terveydensuojelulain nojalla hyväksytyissä asumisterveyslaboratorioissa.

Mikrobit ovat yksisoluisia pieneliöitä, jotka rakennusmateriaalissa kasvaakseen vaativat sopivan lämpötilan ja suhteellisen kosteuden. Optimaalisin lämpötila mikrobikasvun kannalta on 17–27 °C. Mikrobivaurion kannalta kriittinen suhteellinen kosteus riippuu rakennusmateriaalista. Esimerkiksi puupohjaiset tuotteet vaativat huomattavasti alhaisemman suhteellisen kosteuden mikrobikasvun alkamiselle kuin emäksinen betoni. Tavallisesti vähimmäiskosteutena mikrobikasvun alkamiselle rakennusmateriaalissa pidetään RH = 75 %. Lahottaj sienet vaativat muita mikrobeja korkeamman kosteuspitoisuuden kasvaakseen. Vähimmäiskosteutena lahottajasienille pidetään tavallisesti RH = 95 %.

Mikrobikasvun toimenpiderajan ylittymisenä pidetään aistinvaraisesti tai mikrobianalysillä todettua mikrobikasvua rakenteen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa, lämmöneristeessä tai muussa rakennusosassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua. Maaperän tai ulkoilman kanssa suoraan kosketuksissa olevien lämmöneristeiden mikrobivauriot otetaan huomioon, jos lämmöneristekerroksesta on vahvistettu ilmayhteys sisäilmaan.

Mikrobinäytteenotto sekä näytteiden säilytys ja toimitus laboratorioon suoritetaan Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjeen osan IV mukaisesti.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku toteutetaan ohjekortin RATU 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku mukaisesti.



Esimerkkikuva. Mikrobeja laboratorion kasvatusalustoilla (Mikrobioni Oy).

Suoraviljely on akkreditoitu menetelmä, jonka tuloksena saadaan mikrobien ja niiden lajiston suuntaa antava määrä –/+asteikolla. Menetelmässä materiaalinäytettä pilkotaan elatusalustoille, minkä jälkeen näytettä kasvatetaan 7 vrk (aktinomykeetit 14 vrk). Kasvatuksen jälkeen lajit tunnistetaan mikroskopoinnin ja morfologian perusteella. Menetelmä havaitsee ainoastaan elävät mikrobit. (Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohje, osa IV)

Tulosten tulkinta

Suoraviljelymikrobinäytteiden tuloksia tulkitaan alla olevan taulukon mukaisesti. Tulosten tulkinnassa huomioidaan myös tutkitun materiaalin sijainti rakenteessa ja/tai rakennuksessa sekä aistinvaraiset havainnot kuten hajut ja kosteusjäljet.

Taulukko. Rakennusmateriaalinäytteiden tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä.

Asteikko	Selitys	Vaurioluokitus
-	Ei mikrobeja	Ei viitettä vauriosta
+	Niukasti mikrobeja (1–19 pesäkettä)	Ei viitettä vauriosta tai lievä viite vauriosta*
++	Kohtalaisesti mikrobeja (20–49 pesäkettä)	Lievä viite vauriosta*
+++	Runsaasti mikrobeja (50–199 pesäkettä)	Viite vauriosta
++++	Erittäin runsaasti mikrobeja (≥ 200 pesäkettä)	Viite vauriosta

* Mikäli tuloksessa on niukasti tai kohtalaisesti mikrobeja, huomioidaan tulosten tulkinnassa indikaattorimikrobien esiintyvyys.



Esimerkkikuva. Oikealla rakennusmateriaalinäytteenotto suoraviljelyanalyysiä varten (FCG Oy). Oikealla suoraviljelyanalyysi laboratoriossa (Mikrobioni Oy).

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) ovat kaasumaisia yhdisteitä, joita haihtuu sisäilmaan mm. rakennus- ja sisustusmateriaaleista. VOC-yhdisteiden pääasiallisia lähteitä ovat mm. lattiapäällysteiden, kuten muovimattojen pehmittimet ja liimat. Alustabetonin liian korkea kosteuspitoisuus ja alkalinen ympäristö voivat aiheuttaa sekä liimojen sideaineessa että päällystemateriaalissa kemiallisia hajoamisreaktioita, jolloin VOC-yhdisteitä saattaa joutua sisäilmaan.

Menetelmä

VOC-BULK-näytteenoton tarkoitus on arvioida, onko lattian pintamateriaali, liima ja/tai alapuolinen tasoitekerros vaurioitunut. VOC-BULK-näytteenotto kertoo tutkittavan tuotteen kokonaisemissiot yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Kokonaisemissioiden perusteella ei suoraan voida sanoa kuinka paljon emissioista lopulta päätyy sisäilmaan. VOC-BULK-menetelmällä otetut näytteet eivät suoraan vastaa sisäilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien M-päästöluokitusta (TTL).

VOC-BULK-näytteenotto sekä näytteiden säilytys ja toimitus laboratorioon suoritetaan TTL:n näytteenotto-ohjeen mukaisesti.

Tulosten tulkinta

VOC-BULK-materiaalinäytteiden tuloksille ei Asumisterveysasetuksessa ole annettu toimenpiderajaa, mutta asetuksen soveltamisohjeen (osa III) mukaan päästölähteen paikantamiseen on olemassa useita eri menetelmiä mm. materiaalinäytteet. TTL:n on antanut VOC-BULK-materiaalinäytteille omat viitearvot, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyyppisillä työpaikoilla ja arvoja voidaan hyödyntää myös muun tyyppisissä rakennuksissa. VOC-BULK-menetelmä yhdessä muiden vauriohavaintoa tukevien havaintojen kanssa on luotettava menetelmä päästölähteen paikantamiseen.

VOC-BULK-näytteenoton tuloksia verrataan TTL:n määrittämiin viitearvoihin työpaikoilla. TTL on antanut viitearvot eri pehmittimiä sisältäville PVC-muovimatoille, tasoitteelle ja betonille sekä linoleumille. Viitearvot ovat annettu sekä kokonaisemissioille että muutamille eri yhdisteille alla olevan taulukon mukaisesti. Myös jonkun muun kuin taulukossa esitetyn yksittäisen yhdisteen suurta esiintymistä kokonaisemissioissa voidaan pitää poikkeavana. Näytetulos, jossa jonkun yhdisteen TTL:n viitearvo ylittyy, on tutkimusraportissa merkitty keltaisella värillä.

Taulukko. VOC-BULK-materiaalinäytteiden viitearvot (TTL).

Materiaali	Yhdiste ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$)			
	TVOC	2-Etyyli-1-heksanoli	C9-alkoholit	Propaanihappo
PVC, jossa pehmittimenä DENP	200	70	-	-
PVC, jossa pehmittimenä DINCH, DIMP tai DIDP	500	50	320	-
Tasoitteet ja betoni	50	40	-	-
Linoleumi	650	-	-	100



Esimerkkikuva. VOC-BULK-näytteenotto lattiapäällysteestä (FCG Oy).

FLEC (Field and Laboratory Emission Cell) -mittauksella saadaan selville rakennepinnan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden emissiot. Menetelmä soveltuu esimerkiksi lattiapäällysteen tai lattian betoni-/tasoitepinnan emissioiden määrittämiseen. Menetelmässä pinnalle asetettavan laitteen läpi kerätään lattiapintaa huuhtelevaa ilmaa Tenax-adsorptiopotkiin.

FLEC-mittaukset suoritetaan TTL:n näytteenotto-ohjeen mukaisesti. FLEC-mittausmenetelmän epätarkkuus on 9–59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %.

Tulosten tulkinta

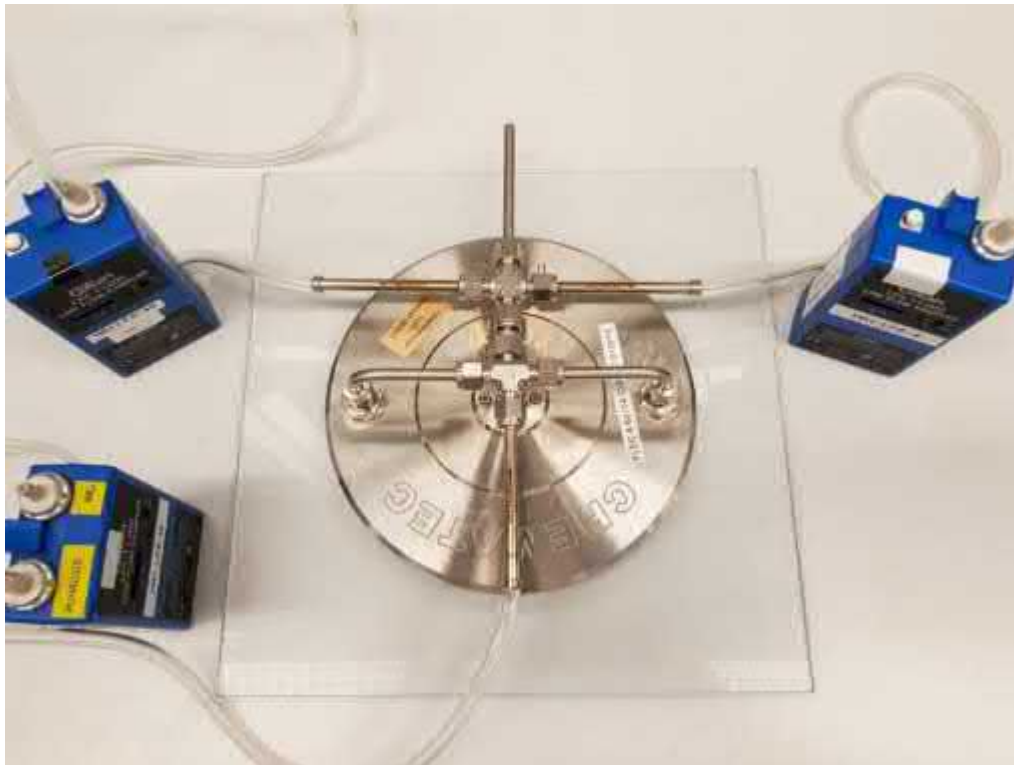
FLEC-mittauksille ole määritetty virallisia raja-arvoja. Tuloksia verrataan tavallisesti kirjallisuudessa ja aikaisemmissa tutkimuksissa mitattuihin arvoihin. Aikaisempien tutkimusten perusteella FLEC-mittauksien tuloksia voidaan tulkita alla olevan taulukon mukaisesti. Näytetulos, jossa jonkun yhdisteen alla olevassa taulukossa esitetty vertailuarvo ylittyy, on tutkimusraportissa merkitty keltaisella värillä.

Taulukko. FLEC-mittausten tulokinnassa hyödynnettäviä vertailuarvoja.

Materiaalipinta	Yhdiste ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$)			
	TVOC	2-Etyyli-1-heksanoli	n-butanoli	TXIB
Rakennusmateriaali (M1-luokitus)	< 200	-		-
Rakennusmateriaali (M2-luokitus)	< 400	-		-
PVC (normaaliarvo)*	120	5-30	5-30	5-65
Betoni**	500	50	-	-

*Järnström, H. 2005. Muovimattopinnoitteisten lattiarakenteiden VOC-emissiot sisäilmaongelmatapauksissa

**VTT:n tutkimusdatan perusteella annettu viitearvo



Esimerkkikuva. FLEC-näytteenotto lasilevyn päältä (TTL).

Pintakosteuskartoituksen avulla on tarkoitus arvioida tietyn materiaalipinnan kosteusolosuhteita. Pintakosteuskartoitus on suuntaa antava tutkimusmenetelmä, sillä pintakosteudenosoittimen toiminta perustuu materiaalien sähköjohtavuuteen ja mittausarvot vaihtelevat tutkittavasta materiaalista riippuen. Pintakosteuskartoitus tehdään usein osana muita aistinvaraisia tutkimuksia, joko perustavanlaatuisesti esim. kaikkiin maanvastaisiin alapohjarakenteisiin ja maanvastaisiin seiniin tai tapauskohtaisesti, jonkin vaurioituneeksi epäillyn rakenteen osan kosteusolosuhteiden arvioimiseksi.

Eri materiaalien sähköiset ominaisuudet ovat keskenään hyvin erilaisia, joten eri rakennusmateriaalien tarkastelupintojen mittausarvot eivät ole vertailukelpoisia keskenään. Pintakosteudenosoittimen mittaustuloksiin vaikuttavat rakenteen kosteuden lisäksi tutkittavan materiaalin muut sähköjohtavuusominaisuudet, kuten materiaalin tiheys, tarkastelupinnan epätasaisuus ja puhtaus, rakenteessa olevat raudoitteet tai putket sekä rakenteen päällyste-/pinnoite-materiaalit. Pintakosteusmittauksissa tulee tarkastella kerrallaan vain yhtä rakennetyypistä tai materiaalia, jossa mittausten yhteydessä havaittavat kosteuden muutokset ilmenevät poikkeavina materiaaliikohtaisina vertailuarvoina. Esimerkiksi parketin tai laminaatin alapuolisen betonilaatan kosteusolosuhteita ei pysty arvioimaan pintakosteudenosoittimella, mutta muovimatolla päällystetyn betonialapohjan kosteusrasitusta tai jatkotutkimustarpeita voidaan karkealla tasolla arvioida pintakosteuskartoituksella.

Käytetyt mittalaitteet ja niiden kalibrointipäivät löytyvät liitteestä Virhe. Viitteen lähdeä ei löytynyt..

Tulosten tulkinta

Pintakosteuskartoituksen tulokset on jaettu neliportaiselle asteikolle alla olevan taulukon mukaisesti. Tuloksia tarkasteltaessa huomioidaan myös tutkittava rakenne ja tutkittava materiaalipinta.

Taulukko. Pintakosteuskartoituksen paikannuskuvassa käytetyt värikoodit.

Värikoodi	Osoittimen arvo
	< 70
	70-90
	90-110
	> 110



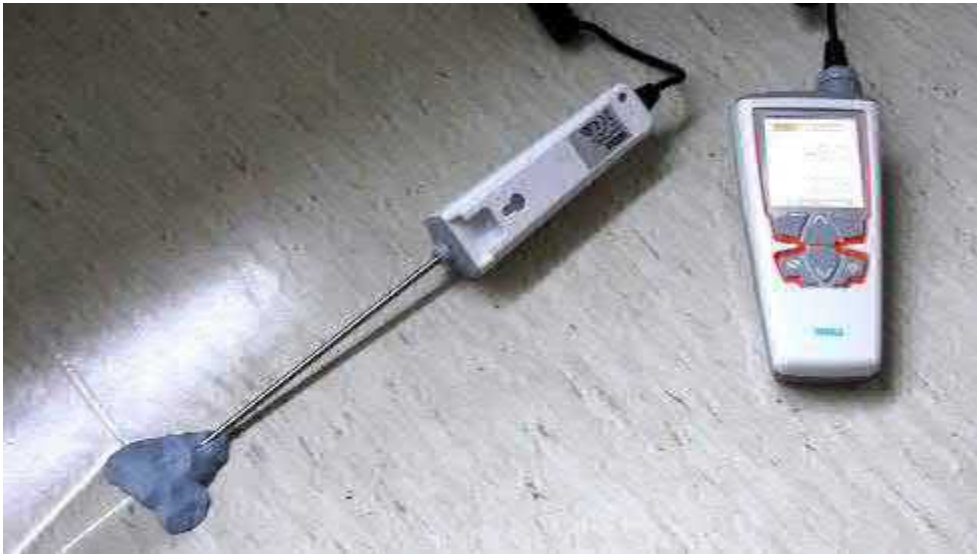
Esimerkkikuva. Pintakosteuskartoituksen toteutus.

Lattiapäällysteen alapuolista kontaktipintojen rajaaman tilan suhteellista kosteutta ja lämpötilaa tutkittiin nk. viiltomittausmenetelmällä. Tutkimukset tehdään asentamalla ohut anturi lattiapäällysteen alle päällysteeseen tehdyn viillon kautta, jonka jälkeen viiltoalue ja anturin ympäryys tiivistetään huolellisesti. Mittausanturin annetaan tasaantua vähintään 20 minuuttia, jonka jälkeen mittauslukemat kirjataan mittauspöytäkirjaan.

Mittalaitteiden tarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on n. $\pm 1,5...3$ % tavanomaisessa kosteusmittauksessa.

Tulosten tulkinta

Päällysteen alapuolisena kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetään tavallisesti RH = 85 % (T = 20 °C). Tämän jälkeen riski päällysteen ja/tai liima-/tasoitekerroksen vaurioitumiselle lisääntyy merkittävästi. Monissa tapauksissa myös alle 85 % suhteellinen kosteus päällysteen alla voi viitata poikkeavaan kosteustilanteeseen. Viiltomittauksien tuloksia tarkastellaan tapauskohtaisesti ja tarkasteltaessa huomioidaan myös tutkittava rakenne sekä tutkittava päällyste ja sen ominaisuudet.



Esimerkkikuva. Viiltokosteusmittauksen toteutus.

Porareikämittaus on luetettava menetelmä betonin kosteuspitoisuuden selvittämiseksi määrättyä syvyydeltä. Porareikämittauksen perusteella voidaan määrittää mm. betonirakenteen päällystettävyyttä tai arvioida onko rakenteen kosteuspitoisuus koholla. Porareikämittaus tulee suorittaa +15...+25 °C lämpötilassa, mutta luotettavimman mittaustuloksen saamiseksi on pyrittävä +20 °C lämpötilaan. Porareikämittaukset suoritetaan ohjekortin mukaisesti (RT 14-10984. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus). Käytetyt mittalaitteet ja niiden kalibrointipäivät löytyvät liitteestä.

Mittalaitteiden tarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on n. ± 1,5...3 % tavanomaisessa kosteusmittauksessa.

Tulosten tulkinta

Porareikämittausten tuloksia tarkasteltaessa huomioidaan tarkasteltava rakenne sekä päällyste ja sen ominaisuudet. Suhteellisen kosteuden enimmäisarvona uuden betonirakenteen päällystettävyyttä arvioidessa pidetään tavallisesti RH = 85 % (T = +20 °C) RT 14-10984 -kortin mukaiselta mittaussyvyydeltä määritettynä. Lisäksi rakenteen pintaosien suhteellinen kosteus tulee olla alle RH = 75 %. Puupohjaisilla päällysteillä ei tavallisesti sallita yhtä korkeita arvoja. Pinnoitteilla/vedeneristeillä sallittavat arvot ovat puolestaan tavallisesti hieman korkeampia. Suhteellisen kosteuden enimmäisarvoja eri päällysteille on annettu useissa eri ohjeissa ja standardeissa sekä materiaalivalmistajien tuoteselosteissa.

Myös alle RH = 85 % suhteellinen kosteus voi joissain tapauksissa viitata poikkeavaan kosteustilanteeseen.



Esimerkkikuva. Porareikämittauksen toteutus.

Rakenteiden ja eri rakenneliittymien ilmatiiveyttä voidaan tutkia merkkiainekokeiden avulla. Merkkiaineena käytetään tavallisesti typpi-vety-seosta (N_2 95 %, H_2 5 %). Merkkiainekokeet suoritetaan ohjekortin (RT 14-11197. 2015. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein) mukaisesti. Tilojen alipaineistajana käytetään Blowerdoor-alipaineistusjärjestelmää, jolla voidaan määrittää tarkasti koestettavan tilan alipaineisuus viereisiin tiloihin nähden.

Tulosten tulkinta

Paikannuskuvissa on esitetty tutkittu rakenne, tutkimushetkellä tutkittavan rakenteen yli vallinnut paine-ero sekä mahdolliset vuotopaikat.



Esimerkkikuva. Merkkiainekokeiden toteutus.

Teollisia mineraalikuituja (pituus > 20 µm) ovat mm. eriste villakuidut, joita saattaa päästä sisäilmaan rakenteiden eristeerroksesta, akustointilevyistä sekä ilmanvaihtokoneen, –kanavistojen ja päätelaitteiden ääneneristyslevyistä. Eristevillakuidut sisäilmassa saattavat aiheuttaa mm. ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä.

Menetelmä

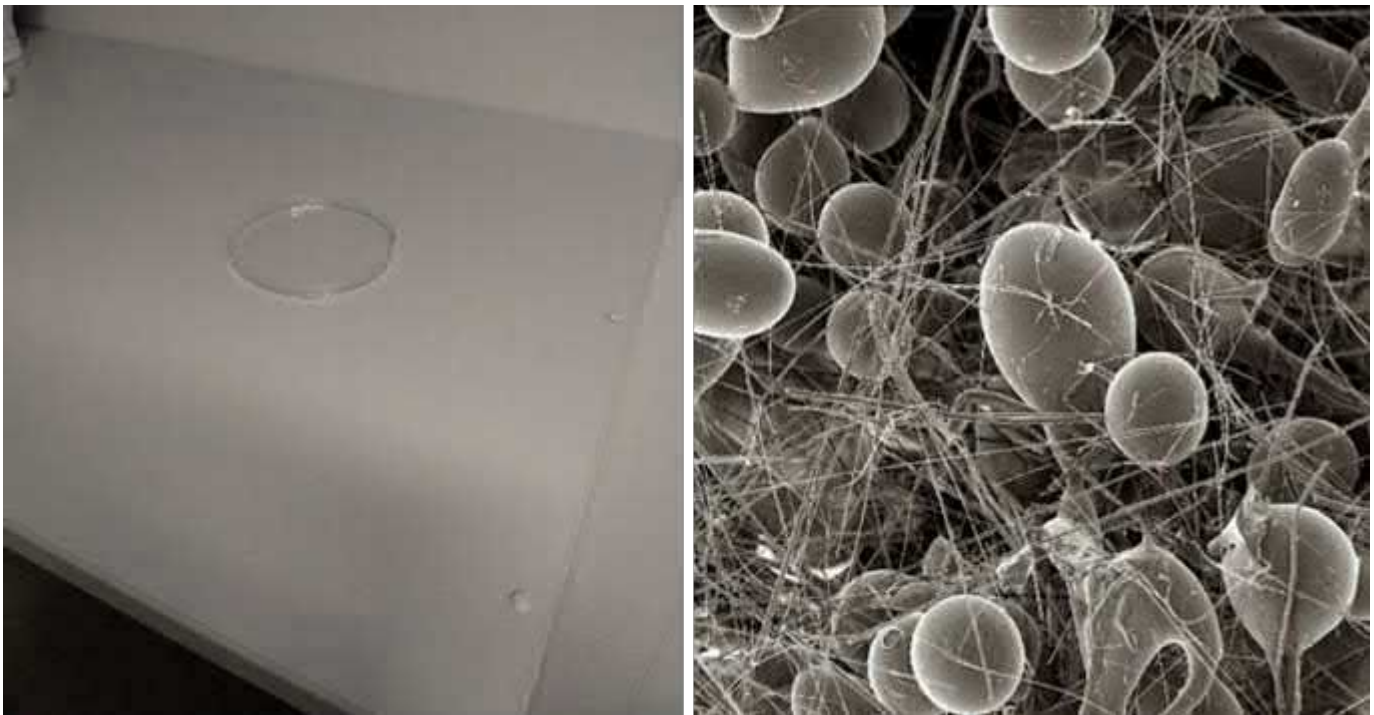
Sisäilman mineraalikuitulaskeumanäytteet kerätään petrimaljalle TTL:n näytteenotto-ohjeen mukaisesti. Näytteenoton jälkeen petrimaljalle painetaan geeliteippi ja näytteet lähetetään laboratorioon. Näytteet analysoidaan laboratoriossa valomikroskooppia käyttäen. Menetelmä on kvantitatiivinen, eli sillä saadaan selville mineraalikuitujen kokonaismäärä, mutta ei sitä, kuinka montaa eri kuitutyyppiä näytteessä esiintyy. Näytteenoton pituus on tavallisesti kaksi viikkoa.

Tulosten tulkinta

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (Asumisterveysasetus 545/2015) mukaan asuinrakennuksissa mineraalikuitujen toimenpiderajana kahden viikon aikana mittausalustalle laskeutuneesta pölystä on 0,2 kuitua/cm². Tämän arvon ylittyttyä tulee ryhtyä toimenpiteisiin kuitulähteen selvittämiseksi ja kuitujen sisäilmaan leviämisen estämiseksi. Tutkimusraportissa tämän rajan ylittävä näytetulos on merkitty punaisella värillä.

Työterveyslaitoksen mukaan työpaikoilla mineraalikuitujen viitearvona kahden viikon aikana mittausalustalle laskeutuneesta pölystä on 0,2 kuitua/cm². Tämän arvon ylittyttyä tulee ryhtyä toimenpiteisiin kuitulähteen selvittämiseksi ja kuitujen sisäilmaan leviämisen estämiseksi.

TTL:n mukaan teollisten mineraalikuitujen keskimääräinen pitoisuus tuloilmakanavan pinnalla on ollut 10–30 kuitua/cm².



Esimerkkikuva. Vasemmalla kuitulaskeumanäytteenotto (FCG Oy). Oikealla mineraalikuituja elektronimikroskoopilla tarkasteltuna (Mikrofokus Oy).

Lämpötila

Sisäilman lämpötilan vaikutus koettuun sisäilman laatuun on yksi tärkeimmistä sisäilman laatutekijöistä. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (Asumisterveysasetus 545/2015) mukaiset asuinrakennusten lämpötilojen toimenpiderajat ovat esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko. Lämpötilojen toimenpiderajat (Asumisterveysasetus 545/2015).

Kohde	Min	Max
Asunnossa		
- lämmityskaudella	+18°C	+26°C
- lämmityskauden ulkopuolella	+18°C	+32°C
Päiväkodit ja koulut jne.		
- lämmityskaudella	+20°C	+26°C
- lämmityskauden ulkopuolella	+20°C	+32°C
Palvelutalot jne.		
- lämmityskaudella	+20°C	+26°C
- lämmityskauden ulkopuolella	+20°C	+30°C

Sisäilmastoluokituksessa 2018 lämpöolosuhteille on annettu S1...S3 luokitusten tavoitearvot. Sisäilman lämpötilalle on annettu vaihteluvälit, joissa lämpötilan suositellaan pysyvän 90 % käyttöajasta. Vaihteluvälिन arvot määräytyvät ulkoilman lämpötilan mukaan alla olevan taulukon mukaisesti. Sisäilmastoluokitukselle S3 suositellaan säädösten edellyttämää vähimmäistasoa.

Taulukko. Oleskeluvyöhykkeellä operatiivisen lämpötilan tavoitearvot (Sisäilmastoluokitus 2018).

Sisäilmastoluokitus	Vaihteluväli
S1	
- lämmityskausi	20,5...22,5 °C
- jäähdytyskausi	22...25 °C
S2	
- lämmityskausi	20,5...23 °C
- jäähdytyskausi	21...26 °C

Työsuojeluviranomaisten mukaan työpaikoilla työnantajan velvollisuutena on huolehtia siitä, että sisäilman lämpötila pysyy alle +28 °C (ulkoilman lämpötilan ollessa alle +25 °C). Sisäilman lämpötilan ylittäessä +28 °C, tulee työtä keventää tai altistumisaikaa lyhentää.

Suhteellinen kosteus

Sisäilman liian matala suhteellinen kosteus (kuiva ilma) aiheuttaa ihmisille hengitysteiden limakalvojen, ihon sekä silmien kuivumisen tunnetta. Sisäilman liian korkea suhteellinen kosteus puolestaan edesauttaa pölypunkkien esiintymistä (> 45 %) sekä voi aiheuttaa riskin mikrobikasvulle materiaaleissa (> 70 %).

Sisäilmastoluokituksessa tai asumisterveysasetuksessa (Sisäilmastoluokitus 2018 ja Asumisterveysasetus 545/2015) ei sisäilman suhteelliselle kosteudelle ole annettu tavoite- eikä raja-arvoja. Kosteus ei kuitenkaan saa olla niin korkea, että se aiheuttaa riskin kosteus- ja mikrobivaurioiden synnylle. Aikaisempaan suositukseen sisäilman suhteelliselle kosteudelle on pidetty 20–60 %. Talviaikana lähemmäs 60 % suhteellinen kosteus sisäilmassa aiheuttaa kuitenkin merkittävän kondensoitumisriskin rakenteiden kylmissä osissa. Työympäristölle ei ole annettu omia sisäilman suhteellisen kosteuden viitearvoja.

Sisäilman kosteutta mitattaessa voidaan sitä verrata ulkoilman kosteuteen, vertaamalla sisäilman ja ulkoilman absoluuttisia kosteuspitoisuuksia keskenään. Näiden erotuksesta saadaan selville, kuinka paljon enemmän sisäilmassa on kosteutta ulkoilmaan nähden (sisäilman kosteuslisä). Tavallisen, kosteusluokkaan 2 kuuluvan rakennuksen kosteuslisän mitoitusarvo on lämmityskaudella 5 g/m³ ja kesäisin 2 g/m³.

Hiilidioksidia syntyy sisäilmaan pääasiassa ihmisen aineenvaihdunnan tuloksena. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvaa rakennuksen käyttötilojen ilmanvaihdon riittävyyttä käyttäjämäärään nähden.

Menetelmä

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta voidaan mitata seurantamittausten avulla. Mitä pidempi seurantamittaus on, sitä luotettavampaa tietoa hiilidioksidipitoisuudesta saadaan. Tavallisesti seurantamittauksen pituuden suositellaan olevan vähintään viikko ja mieluummin kaksi viikkoa.

Tulosten tulkinta

Hiilidioksidipitoisuuden osalta Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (Asumisterveysasetus 545/2015) määritetty toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on vähintään 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Lisäksi Sisäilmastoluokituksessa 2018 (Sisäilmastoluokitus 2018) sisäilmastoluokille S1...S3 on annettu alla olevan taulukon mukaiset sisäilman hiilidioksidipitoisuuslisän tavoitearvot. Edellä esitetyjä arvoja voidaan käyttää myös muita kuin asuinrakennuksia tarkasteltaessa. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee hieman paikkakunnan mukaan, mutta on tavallisesti välillä 380–450 ppm (Ilmatieteen laitos).

Taulukko. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuslisän tavoitearvot (Sisäilmastoluokitus 2018).

Sisäilmastoluokitus	Hiilidioksidipitoisuuslisä
S1	< 350 ppm
S2	< 550 ppm
S3	< 800 ppm



Esimerkkikuva. Sisäilman hiilidioksidipitoisuusmittaus (FCG Oy).

Rakennuksen liiallinen alipaine ulkoilmaan nähden mahdollistaa ei-toivottujen korvausilmareittien muodostumisen ja epäpuhtauksien kulkeutumisen rakenteista sisäilmaan. Rakennuksen ylipaineisuus ulkoilmaan nähden puolestaan mahdollistaa sisäilman ylimääräisen kosteuden kulkeutumisen ilmavirtojen mukana rakenteisiin ja lisää rakenteiden kosteuskuormitusta.

Rakennusvaipan yli mahdollisesti vaikuttavan liiallisen paine-eron syy tulee selvittää ja ilmanvaihto tasapainottaa. Painovoimaisen ilmanvaihdon sekä koneellisen poistoilmanvaihdon toiminta perustuu rakennuksen lievään alipaineeseen ulkoilmaan nähden.

Tulosten tulkinta

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan rakennus tulee suunnitella hieman alipaineiseksi ulkoilmaan nähden, jotta sisäilmassa oleva ylimääräinen kosteus ei kulkeudu ilmavirtojen mukana rakenteisiin. Alipaine ei kuitenkaan saa olla yli 30 Pa. Sosiaali- ja terveysministeriön ohjeen (Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohje, osa I) mukaan alipaineisuuden ollessa suurempi kuin 15 Pa, tulee sen syy selvittää ja alipaineisuutta mahdollisuuksien mukaan pienentää. Uusia koneellisella tulo-poistoilmanvaihdolla varustettuja rakennuksia suunniteltaessa tulee pyrkiä 0 Pa paine-eroon rakennusvaipan yli.

Alla olevassa taulukossa on esitetty paine-eron tavoitearvot eri ilmanvaihtomenetelmillä.

Taulukko. Eri ilmanvaihtotapojen tavoitellut paine-erot.

Ilmanvaihtotapa	Tavoiteltu paine-ero
Painovoimainen	-5...-10 Pa
Koneellinen poisto	-5...-10 Pa
Koneellinen tulo-poisto	0...-5 Pa

Mittausmenetelmät

Rakennusvaipan tai rakenteen yli vaikuttava paine-ero voidaan mitata joko jatkuvatoimisella (loggaava) tai hetkellisellä paine-eromittauksella. Jatkuvatoimisessa paine-eron seurantamittauksessa vallitsevaa paine-eroa mitataan pidemmältä ajalta (tavallisesti kaksi viikkoa). Hetkellinen paine-ero ulkovaipan tai rakenteen yli mitataan pistokoeluoontaisesti. Miinusmerkkinen arvo tarkoittaa, että sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden. Plusmerkkinen arvo tarkoittaa, että sisätilat ovat ylipaineisia ulkoilmaan nähden.



Esimerkkikuva. Jatkuvatoiminen (loggaava) paine-eromittaus (vasen kuva). Hetkellinen paine-eromittaus (oikea kuva).

Pölyn koostumuksen määrittämisessä pölypyyhintänäyte kerätään tasopinnalta tai ilmanvaihtokanavan pinnalta kvalitaatiivista (laadullinen) määrittämistä varten. Pölynäyte kerätään pinnalta pyyhkimällä pintaa nurinpäin käännettyllä muovipussilla TTL:n näytteenotto-ohjeen mukaisesti. Näytteet analysoidaan elektronimikroskooppilla.

Näytteistä tutkitaan seuraavien hiukkastyypin esiintymisen:

- tavanomainen huonepöly
- karkea ulkoilmapöly
- teolliset mineraalikuidut
- rakennusmateriaalipöly (myös asbesti)
- puupöly
- metallipöly
- homeitiöt (ilman lajimäärittäminen).

Tulosten tulkinta

Hiukkastyypin osuus näytteessä arvioidaan silmämääräisesti asteikolla: sisältää vähäisiä määriä – sisältää – sisältää runsaasti. Poikkeuksena tähän ovat teolliset mineraalikuidut, joiden määrä voidaan antaa myös painoprosenteina.

Menetelmä ei suoraan sovellu esimerkiksi kosteus- tai homevaurion poissulkemiseen. Jos analyysin perusteella näytteessä todetaan normaalista poikkeavia hiukkasia, tulee jatkotoimenpiteisiin hiukkaslähteen selvittämiseksi ryhtyä.



Esimerkkikuva. Vasemmalla pölynäytteenotto ilmanvaihtokanavasta (FCG Oy). Oikealla näytteen koostumuksen analyysi elektronimikroskooppilla (Mikrofokus Oy).