

HANGON KAUPUNKI

HANGON KESKUSKOULUN ETELÄSEINÄT JA OPETTAJAN- HUONEEN ALAPOHJA

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, REV A

REV A 8.9.2020: päivitykset



20.7.2020

TIIVISTELMÄ

Tutkimus on jatkoa FCG:n vuosina 2019 sekä 2020 tehdyille kuntotutkimuksille. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen keskiosan ja itäsiiven eteläseinien lämmöneristeiden kunto sekä tarkastaa opettajanhuoneen alapohjarakenne ja sen kunto ennen rakenteen päällystämistä. Tutkimukset suoritettiin kesäkuussa 2020.

Rakennus on rakennettu 1950-luvulla ja se toimii tällä hetkellä Hangon kaupungin koulurakennuksena 1–6.luokkalaisille. Koulussa opiskelee noin 250 oppilasta. Koulun pinta-ala on noin 8 200 m². Rakennuksen etelä- ja itäsiivessä on kellarikerros sekä kaksi maanpäällistä kerrosta. Rakennuksen keskiosalla on kellarikerros sekä kolme maanpäällistä kerrosta.

Tulosten perusteella alapohjarakenteen muottilauoissa ja lämmöneristeissä havaittiin paikallisia lieviä vaurioita. Ilmayhteys vauriomateriaaleista sisäilmaan on epätodennäköinen, joten vaurioilla ei arvella olevan opettajanhuoneen sisäilman laatua heikentävää vaikutusta. Lisäksi rakenteen ilmatiiveyttä parannetaan edelleen päällystekorjauksen yhteydessä.

Eteläseinustojen lämmöneristeissä havaittiin vaurioita sekä keskiosalla että itäsiivessä, mutta tulosten sekä hajuhavaintojen perusteella vaikuttaa siltä, että vauriot ovat merkittävämpiä itäsiivessä. Itäsiiven vauriot ovat keskittyneet kevytbetonieristeen sisäpintaan, joten ne ovat lähellä sisäilmaa. Molemmilla seinustoilla havaittiin ilmayhteys eristekerroksesta sisäilmaan, mutta itäsiivessä ilmayhteys oli merkittävämpi. Tulosten perusteella arvioidaan, että vaurioilla on eteläseinustoilla sijaitsevien tilojen sisäilman laatua heikentävä vaikutus, erityisesti itäsiivessä.

Itäsiivessä havaittiin mikrobivaurioitunut valunerotuskaista. Valunerotuskaista on ilmayhteydessä sisäilmaan, mutta pinta-alallisesti kaistaa on varsin vähän. Vaurio saattaa kuitenkin heikentää tilojen sisäilman laatua.

20.7.2020

YHTEENVETO TOIMENPIDE-EHDOTUKSISTA

Kiireelliset käyttöä turvaavat toimenpiteet

- Opettajanhuoneen alapohjan ja sen liitosten tiivistäminen.
- Eteläseinustojen sisäkuoren (halkeamat, liitokset ja läpiviennit) tiivistäminen ilmatiiviiksi sekä eteläseinustoilla sijaitsevien tilojen painesuhteiden hallinta ulkoilmaan nähden mahdollisuuksien mukaan. Ennen ulkoseinä-välipohjaliitosten tiivistämistä poistetaan vaurioitunut valunerotuskaista.
- Julkisivujen halkeamien ja ulkoseinä-ikkunaliitosten tiivistämien vesitiiviiksi.
- Köynnöksen poistaminen ulkoseinältä.
- Syöksytörien vuotavien liitosten tiivistäminen/uusiminen.

Ennen peruskorjausta tehtävät toimenpiteet

- Alapohjan alalaatan raudoitusverkon korroosioasteen selvittäminen sekä betonin karbonatisoitumisyyvyyden selvittäminen ja tarvittaessa alalaatan vahvistaminen ja korroosiosuojakäsittely.
- Toistaiseksi tutkimattomien ulkoseinäeristeiden (itäsiiven itä- ja pohjoisseinusta, keskiosan muut kuin eteläseinusta sekä länsisiipi) kunnan selvittäminen materiaalinäyttein peruskorjauksen korjauslaajuuden määrittämiseksi.

Viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet

- Eteläseinustojen vaurioeristeiden ja julkisivumuurausten/-rappauksen korjaus.
- 1980-luvulla asennettujen ikkunoiden uusiminen.

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen.

20.7.2020

YHTEENVETO RAKENNUKSEN KOKONAISKUNNOSTA

Tutkimuksessa havaittiin merkittäviä vaurioita erityisesti itäsiiven ulkoseinän kevytbetonieristeessä, vauriot ovat lähellä sisäilmaa ja vauriorakenteista on merkkiainekokeiden perusteella selkeä ilmayhteys sisäilmaan. Näin ollen suositellaan, että toimenpiteisiin rakennuksen käytön turvaamiseksi ryhdytään mahdollisimman pikaisesti.



Kasper Käyhkö, DI, Laatupäällikkö

20.7.2020

Sisällysluettelo

| | |
|----------------------------------------------|----|
| TIIVISTELMÄ | 1 |
| YHTEENVETO TOIMENPIDE-EHDOTUKSISTA | 2 |
| YHTEENVETO RAKENNUKSEN KOKONAISKUNNOSTA..... | 3 |
| 1 YHTEYSTIEDOT | 5 |
| 1.1 Tilaaja..... | 5 |
| 1.2 Tutkittava kohde | 5 |
| 1.3 Tutkimuksen tekijät | 5 |
| 2 TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT | 6 |
| 2.1 Tutkimuksen tausta | 6 |
| 2.2 Tutkimuksen tarkoitus | 6 |
| 2.3 Tutkimuksen rajaus | 6 |
| 2.4 Tutkimuksen ajankohta | 6 |
| 2.5 Tutkimusmenetelmät | 6 |
| 2.6 Käytetyt suunnitelmat ja asiakirjat..... | 6 |
| 3 TUTKITTAVAN KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT | 7 |
| 3.1 Perustiedot..... | 7 |
| 3.2 Raportoidut sisäilmaongelmat..... | 7 |
| 3.3 Olemassa olevat tutkimukset..... | 7 |
| 3.4 Tiedossa olevat korjaukset..... | 7 |
| 4 RAKENNETUTKIMUKSET | 9 |
| 4.1 Opettajanhuoneen alapohja | 10 |
| 4.2 Ulkoseinät | 13 |
| 5 PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET | 17 |
| LIITTEET | 18 |

20.7.2020

1 YHTEYSTIEDOT

1.1 Tilaaja

Hangon kaupunki
Bengt Lindholm
Sisäisten palveluiden päällikkö
bengt.lindholm@hanko.fi

1.2 Tutkittava kohde

Hangon keskuskoulun eteläseinät ja opettajanhuoneen alapohja
Halmstadinkatu 2
10960 Hanko

1.3 Tutkimuksen tekijät

FCG Finnish Consulting Group Oy
Rakennusterveys ja sisäilmasto

Käyhkö Kasper kasper.kayhko@fcg.fi
Marja Kansikas marja.kansikas@fcg.fi
Jussi Töyrylä jussi.toyryla@fcg.fi

Tarkastaja

Teemu Roine teemu.roine@fcg.fi

20.7.2020

2 TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

2.1 Tutkimuksen tausta

Tutkimus on jatkoa FCG:n vuosina 2019 (viimeisin raportti päivätty 25.11.2019) sekä 2020 (raportti päivätty 15.4.2020) tehdyille kuntotutkimuksille, joiden lähtökohtana oli eteläsiiven kahdessa luokkatilassa (luokat 3 ja 6) ja rehtorin työhuoneessa koetut sisäilmaongelmat. Aiemmissä tutkimuksissa havaittiin rakennuksen eteläsiiven eteläseinustan kevytbetonilämmöneristeen olevan mikrobivaurioitunut sekä opettajanhuoneen lattiapäällysteen olevan vaurioitunut.

Tutkimuksessa, näytteenotossa ja tulosten tulkinnassa noudatettiin tutkimuksen aikana voimassa olevia määräyksiä ja asetuksia (ks. LIITE: Ohjeet ja asetukset).

2.2 Tutkimuksen tarkoitus

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen muiden osien eteläseinien lämmöneristeiden kunto sekä tarkastaa opettajanhuoneen alapohjarakenne ja sen kunto ennen rakenteen päällystämistä.

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ja arvioida mahdollisten vauriorakenteiden laajuutta, epäpuhtauksien kulkeutumisreitit sekä vaurioiden vaikutusta sisäilman laatuun.

2.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimus koskee:

- Rakennuksen keskiosan kolmen ylimmän kerroksen eteläseinustoja sekä samalla seinustalla olevan opettajanhuoneen alapohjarakennetta.
- Itäsiiven kahden ylimmän kerroksen eteläseinustoja.

2.4 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset suoritettiin kesäkuussa 2020.

2.5 Tutkimusmenetelmät

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

Tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät:

- Rakenteiden rakennusfysikaalinen ja sisäilmatekninen riskiarvio rakenneavauksin selvitettyjen rakennetyyppien perusteella.
- Aistinvaraiset arviot paikan päällä.
- Rakenneavaukset.
- Rakennusmateriaalinäytteenotto mikrobianalyysiä varten (LIITE: Mikrobit yleisesti)
 - LIITE: Suoraviljelymikrobinäytteet
- Rakenteiden ja rakenneliitosten tiiveysmittaukset
 - LIITE: Merkkiainekokeet

2.6 Käytetyt suunnitelmat ja asiakirjat

Rakennuksen pohjakuva sekä eteläseinustan julkisivukuva.

Tutkimusta tehtäessä ei ollut muita arkkitehti-/rakennekuvia tai dokumentteja käytettävissä.

20.7.2020

3 TUTKITTAVAN KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT

3.1 Perustiedot

Rakennus on rakennettu 1950-luvulla ja se toimii tällä hetkellä Hangon kaupungin koulurakennuksena 1–6.luokkalaisille. Koulussa opiskelee noin 250 oppilasta. Koulun pinta-ala on noin 8200 m². Rakennuksen etelä- ja itäsiivessä on kellarikerros sekä kaksi maanpäällistä kerrosta. Rakennuksen keskiosalla on kellarikerros sekä kolme maanpäällistä kerrosta.

Rakennuksen kantavan runkona on paikallavaletut teräsbetonipilarit ja -palkit. Alapohjat ja välipohjat ovat betonia. Ulkoseinien lämmöneristyskerros on kevytbetonia ja paikoin ohutta villaa. Rakennuksen julkisivut ovat rapattua tiiltä. Yläpohjat ovat betonia. Vesikattona on puurunkoinen harjakatto ja vesikatteenä on kone-saumattu pelti. Ilmanvaihtojärjestelmä on uusittu tilakohtaiseksi koneelliseksi tulo-poistoilmanvaihdoksi.



Kuva 1. Hangon keskuskoulu. <https://www.hanko.fi>

3.2 Raportoidut sisäilmaongelmat

Eteläsiiven kahdesta luokkatilassa (2.kerros luokka 3 ja 3.kerros luokka 6) ja keskiosan rehtorin työhuoneessa on tehty havaintoja mahdollisista sisäilmaongelmista (sytä näihin selvitettiin aikaisemmissa tutkimuksissa).

3.3 Olemassa olevat tutkimukset

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 15.4.2020.

- Eteläsiiven välipohjien lämmöneristekerroksessa havaittiin paikallisia vaurioita.
- Eteläsiiven eteläseinustan lämmöneristekerroksen havaittiin olevan vaurioitunut.
- Ikkunoiden vanhoissa tilkkeissä havaittiin vaurioita.

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 25.11.2019.

- Käytävien ikkunoiden todettiin olevan huonossa kunnossa.
- Opettajanhuoneen sekä rehtorin kanslian linoleumimaton todettiin olevan vaurioitunut.

Ennen kellaritilojen rakennustöiden aloittamista kohteessa on tehty asbesti- ja haitta-ainekartoitus.

3.4 Tiedossa olevat korjaukset

Tilaaajalta saadun tiedon perusteella kohteeseen on tehty vuosien varrella joitakin tilojen käyttötarkoituksen muutokseen liittyviä muutostöitä, peruskorjaus ja paikallisia tai rakennusosakohtaisia korjaustöitä.

Välipohjarakenteen askeläänieristeen poistaminen parista luokasta kesällä 2020

Kanslian ja opettajanhuoneen mattojen uusiminen keväällä ja kesällä 2020

Osin käynnissä

20.7.2020

Itä- ja eteläsiiven luokahuoneiden ikkunoiden tiivistäminen kesällä 2020

Eteläsiiven eteläpäädyn ulkoseinän tiivistäminen luokissa kesällä 2020.

Kellarin korjaukset 2019-2020

Kohteen eteläsiiven kellarikerroksen tilojen lattioihin on kesän 2019 aikana tehty korjauksia. Kellarikerrokseen kohdistetuilla toimenpiteillä korjattiin mikrobi- ja kosteusvaurioituneet lattia- ja seinärakenteet. Lattiat purettiin koko eteläsiiven kellarin osasta ja täyttömaat poistettiin vähintään 500 mm vahvuudelta. Myös kevyet väliseinät purettiin ja rakennettiin uudestaan. Ulkoseinät maalattiin vesihöyryäläpäisevällä maalilla. Työt ovat tutkimusajankohtana vielä kesken.

Ikkunoiden tiiveyden parantaminen 2017

Ikkunoiden tiivisteet uusittiin ja ikkunoiden paikalliset lahovauriot korjattiin.

Ikkunoiden uusiminen 1985-87

Luokkatilojen ikkunat uusittiin, mutta käytävien ikkunoita ei uusittu.

20.7.2020

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

- paikannuskuvat
- rakenneavaustaulukon
- näytetulostaulukot
- rakenneavauskortit (kaikki valokuvat rakenneavauksista ovat näissä)
- laboratorioden analyysilausunnot.

Ohjeet liitetiedoston käyttöön löytyvät liitetiedoston kansilehdeltä.

Tämän raportin 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 ovat 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

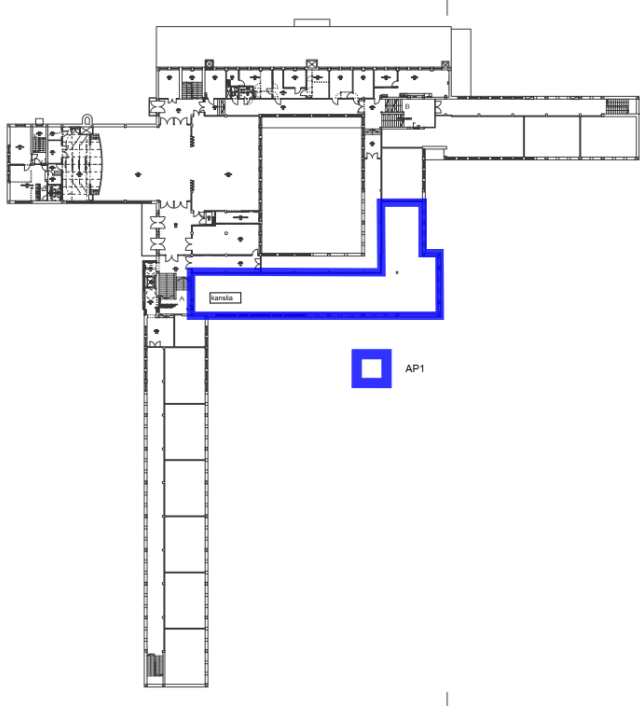
Kappaleessa esitetään toimenpide-ehdotukset, joiden avulla voidaan varmistua, että tarkasteltava rakenne/rakenteet saadaan korjattua kosteus- ja sisäilmateknisesti toimiviksi. Toimenpide-ehdotusten tarkoituksena ei ole olla valmis korjaussuunnitelma. Korjaussuunnitelma tehdään erikseen raportin valmistumisen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

20.7.2020

4.1 Opettajanhuoneen alapohja

Sijainti

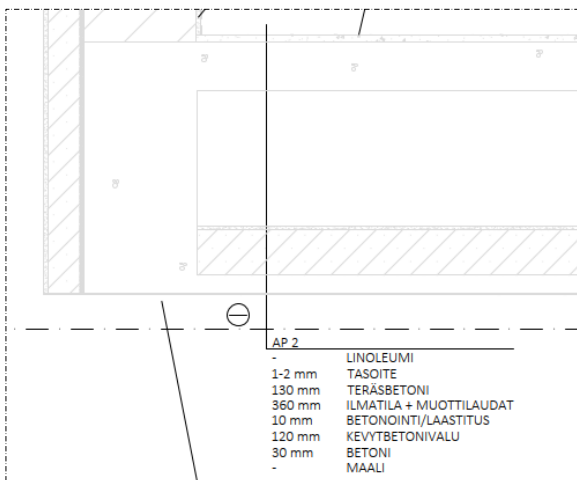
Opettajanhuone sijaitsee rakennuksen keskiosan 2.kerroksessa. Opettajanhuoneen lattiarakenne on alapohja ja se rajautuu alapuoleltaan ulkoilmaan.



Kuva 2. Keskiosan opettajanhuoneen alapohjarakenteen sijainti (sininen).

Rakenne

Opettajanhuoneen alapohjarakenteesta ei ollut tiedossa tutkimuksen alkaessa. Alapohjan rakenne selvitettiin rakenneavausten avulla. Rakenteen ohuen alalaatan paksuudesta ei ole varmuutta, koska rakenneavaukset tehtiin yläkautta alalaatan yläpintaan asti.



Kuva 3. Opettajanhuoneen alapohjarakenne.

Riskiarvio

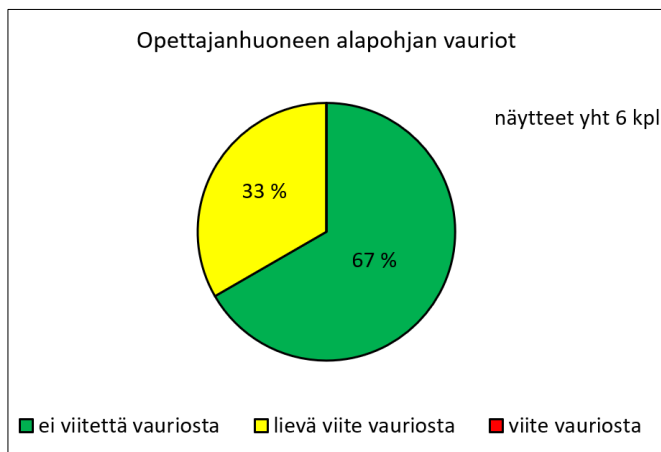
- Alapohjan lämmöneristekerros ja muottilaudat ovat voineet vaurioitua rakentamisen aikana, betonin rakennekosteuden tai rakennuksen käytönaikaisten vesivahinkojen tai siivousvesien seurauksena.
- Alapohjan ilmatilasta voi olla ilmayhteys sisäilmaan.

20.7.2020

Tutkimukset ja havainnot

Tutkimuksen aikana alapohjarakenteen yläpinta oli hiottu betonipinnalla ja lattiapäällysteen vaihtaminen oli käynnissä. Tutkimuksessa tehtiin viisi rakenneavausta alapohjarakenteeseen. Avaukset tehtiin yläkautta ti-manttiporalla pintalaatan läpi. Aistinvaraisesti yhdessäkään avauskohdassa ei havaittu mikrobivaurioon viit-taavaa hajua tai silminnähtävää mikrobikasvustoa. Vanhat muottilaudat olivat osin tummuneita ja avauk-sessa AP1.4 havaittiin palaneelta vaikuttavia muottilautoja. Avauksista otettiin yhteensä kuusi materiaalinäy-tettä mikrobianalyysiä varten (3 x muottilauta ja 3 x kevytbetoni). Näytteistä kahdessa oli lievä viite vauriosta ja neljässä ei ollut viitettä vauriosta.

Alapohjarakenteen alapinnan kunto tarkastettiin aistinvaraisesti ulkopuolelta. Rakenteen betonisen alalaa-tan rauditusverkko on näkyvässä ja alapinnan kunto vaikuttaa huonolta.



Kuva 4. Opettajanhuoneen alapohjan vauriot.



Kuva 5. Alapohjarakenne rajautuu ulkoilmaan alapuolelta.

20.7.2020



Kuva 6. Alapohjarakenteen alapinnassa on raudoitusverkko näkyvässä. Alapohjarakenteen kotoissa on muottilaudo.

Johtopäätökset

Tulosten perusteella alapohjarakenteen muottilaudoissa ja lämmöneristeessä havaittiin paikallisia lieviä vaurioita. Materiaalit ovat voineet vaurioitua jo rakentamisen aikana tai käytönaikaisten kosteusvaurioiden tai runsaiden siivousvesien seurauksena. Rakenteen päällä oleva paksu (~130 mm) teräsbetonilaatta on varsin ilmatiivis rakenne, joten ilmayhteys vauriomateriaaleista sisäilmaan on epätodennäköinen. Vaurioilla ei arvelta olevan opettajanhuoneen sisäilman laatua heikentävää vaikutusta. Rakenteen ilmatiivyyttä parannetaan edelleen päällystekorjauksen yhteydessä (ks. Toimenpide-ehdotukset).

Rakenteen alemman laatan raudoitukset ovat näkyvässä. Raudoitteet ovat voineet vaurioitua korroosion seurauksena, koska suojabetonikerros raudoituksen alapuolella on lähes olematon. Pitkään jatkuva raudoitusverkon korrosio voi aiheuttaa alalaatan kantavuuden heikkenemistä.

Toimenpide-ehdotukset

Lattiapäällysteen vaihtamisen yhteydessä (heinäkuu 2020) rakenne ja sen liitokset tiivistetään ilmatiiviiksi. Ennen rakenteen tiivistämistä varmistetaan FLEC-mittausten avulla, että pintalaattaan vanhasta lattiapäällysteestä imeytyneet kemialliset yhdisteet ovat poistuneet. Korjauksesta on olemassa tiivistysdetaljit, joiden mukaan korjaus toteutetaan. Tiivistysten onnistuminen varmistetaan merkkiainekokeilla, joiden tavoitena pidetään: Täysin tiivis (vuotoja ei sallita). Merkkiainekokeet tulee suorittaa ennen lattiaan päällystämistä ja päällystämiseksi annetaan lupa vasta kokeiden onnistuttua. Näillä toimenpiteillä varmistetaan, ettei vauriomateriaaleista pääse ilmavuotoja sisäilmaan.

Alapohjan alalaatan raudoitusverkon korrosioasteen selvittäminen sekä karbonatisoitumissyvyyden selvittäminen betoninäyttein.

Tuloksista riippuen:

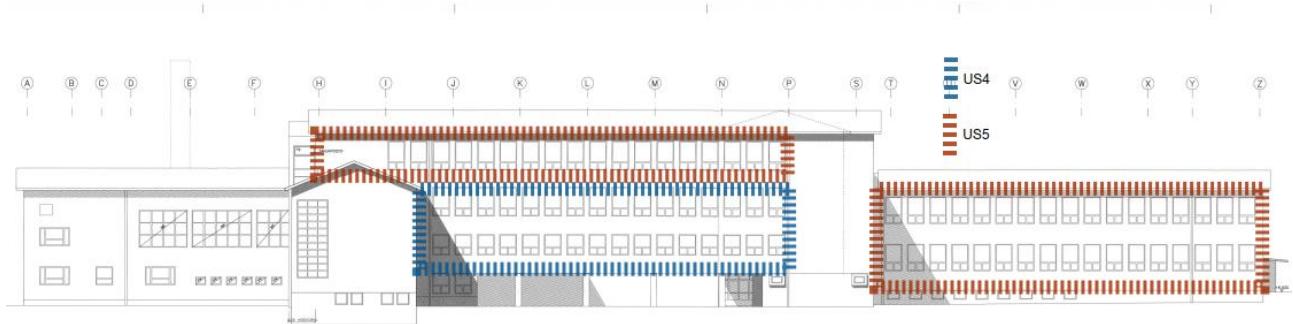
- Mikäli kantokyky on heikentynyt, alapohjalaatta uusitaan. Mahdollisen korjauksen yhteydessä on syytä huomioida alapohjan lämmöneristeiden uusiminen ja muottilautojen poistaminen.
- Mikäli kantokyky ei ole heikentynyt, tarvittaessa alapohjalaatan suojabetonoinnin uusiminen ja raudoituksen korrosiosuojakäsittely.

20.7.2020

4.2 Ulkoseinät

Sijainti

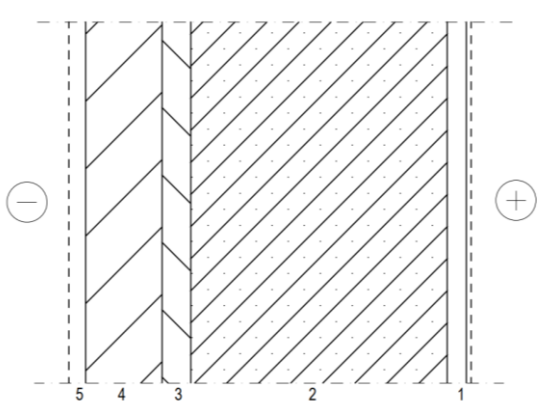
Keski- ja itäosan ulkoseinärakenteiden sijainnista ei ollut tietoa tutkimuksen alkaessa. Ulkoseinärakenteet ja niiden sijainnit selvitettiin rakenneavausten avulla. Avauksissa havaittiin kahta erilaista ulkoseinärakennetta, joiden sijainnit ovat merkitty alla olevaan julkisivukuvaan.



Kuva 7. Ulkoseinien sijainnit eteläjulkisivulla.

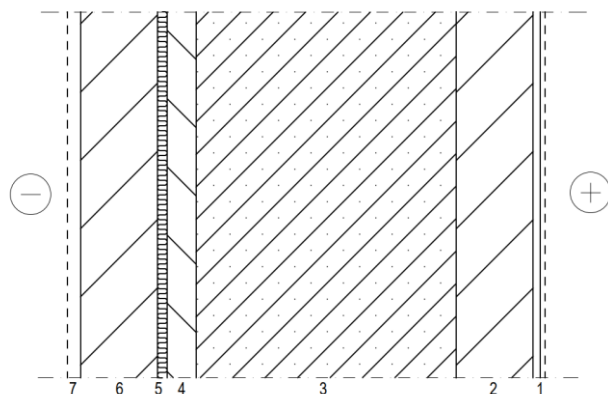
Rakenne

Rakenneavausten avulla selvitettyt ulkoseinärakenteet ovat esitetty alla olevissa kuvissa.



1. tasoite 20-40 mm
2. kevytbetoni 100-190 mm
3. tasoite/ilmarako
4. tiili
5. rappaus

Kuva 8. Keskiosan rakenne alimmissa kerroksissa (US4).



1. tasoite 15 mm
2. tiili 75 mm
3. kevytbetoni 200 mm
4. tasoite 20 mm
5. villa 25 mm
6. tiili
7. rappaus

Kuva 9. Itäsiiven eteläseinustan rakenne sekä keskiosan rakenne ylimmässä kerroksessa patterisyvennyksen kohdalla (US5).

20.7.2020

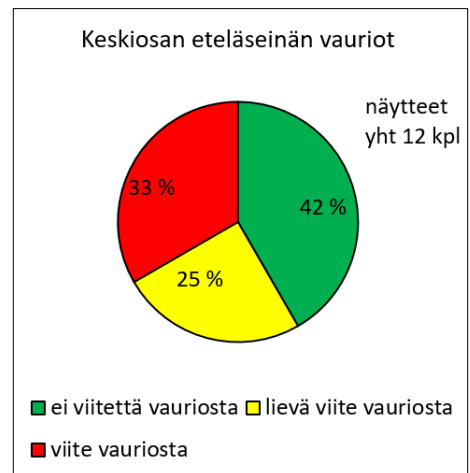
Riskiarvio

- Rapatun julkisivun riskinä on rappauksen ja sen liitosten sadevedenpitävyys. Halkeamat tai kolot rappauksessa tai sen liitoksissa voivat mahdollistaa sadeveden pääsyn rakenteen sisään. Rappauksen läpi julkisivutiileen viistosateella kapillaarisesti imeytynyt vesi voi vaurioittaa lämmöneristettä. Lämmöneristeen ja tiiliulkokuoren välistä puuttuva ilmarako lisää eristeen vaurioitumisriskiä.
- Ulkoseinärakenteen eristekerroksesta saattaa olla ilmayhteys sisäilmaan esimerkiksi ikkunaliitosten kautta, jolloin eristetilan vauriot voivat heikentää sisäilman laatua.

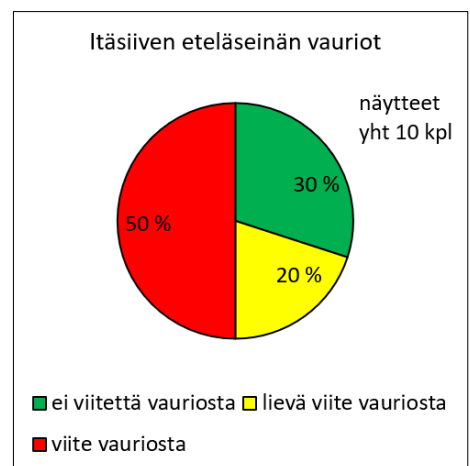
Tutkimukset ja havainnot

Eteläulkoseiniin tehtiin yhteensä 10 rakenneavausta, joiden avulla selvitettiin ulkoseinän rakennetyypit sekä eristemateriaalien kunto. Kuusi avauksista tehtiin keskiosaan (US4 ja US5) ja neljä avauksista tehtiin itäsiipeen (US5).

Keskiosaan tehdyistä kuudesta avauksesta otettiin yhteensä 12 materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Näytteistä 33 % oli viite vauriosta, 25 % oli lievä viite vauriosta ja 42 % ei ollut viitettä vauriosta. Yhdessäkään avauksessa ei aistinvaraisesti havaittu mikrobivaurioon viittaavia merkkejä, tosin opettajanhuoneen avausten hajuhavainnoja häiritsi tilassa tutkimushetkellä ollut voimakas kemiallinen haju (lattiapäällysteen poistaminen käynnissä). Ulkoseinärakenteeseen tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella havaittiin lieviä ilmavuotoja eristekerroksesta sisäilmaan ikkunaliitosten sekä ikkunapenkin liitosten kautta. Ulkoseinän ulkopuolisessa tarkastelussa havaittiin paikallisia silmämääräisesti kosteita läiskiä ikkunapeltien alapuolella sekä pari halkeamaa. Lisäksi seinustan itäreunassa havaittiin köynnös, joka peittää seinän yläosan.



Itäsiipeen tehdyistä neljästä avauksesta otettiin yhteensä 10 materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Näytteistä 50 % oli viite vauriosta, 20 % oli lievä viite vauriosta ja 30 % ei ollut viitettä vauriosta. Jokaisessa kevytbetonilämmöneristeen sisäpinnasta otetussa näytteessä oli viite vauriosta sekä aktinomykeettejä. Kaikissa avauskohdissa havaittiin tunkkainen tai mikrobiperäinen haju. Ulkoseinärakenteeseen tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella havaittiin merkittäviä ilmavuotoja eristekerroksesta sisäilmaan liitosten, sisäkuoren halkeamien, patterikannakkeiden, ikkunaliitosten sekä ikkunapenkin liitosten kautta. Ulkoseinän ja välipohjan liitokseen oli tehty tiivistyskorjauksia ilmeisesti elastisella kitillä, mutta tiivistykset eivät olleet ilmatiiviitä. Ulkoseinän ulkopuolisessa tarkastelussa havaittiin useita silmämääräisesti kosteita läiskiä ikkunapeltien alapuolella sekä useita halkeamia. Syöksytorven liitokset ovat vuotaneet ja kasteleet seinärakennetta.



Ulkoseinäavausten yhteydessä havaittiin välipohjan pintalaatan ja ulkoseinän liitoksessa puukuituvalunerotuskaista, josta otetussa materiaalinäytteessä oli viite vauriosta. Keskiosan ylimmän kerroksen tekstiilityöluokan varastossa havaittiin samaa linoleumimattoa kuin opettajanhuoneen uusittu matto. Toisin kuin opettajanhuoneessa, matosta otetussa VOC-BULK-näytteessä ei ollut TTL:n viitearvot ylittäviä määriä VOC-yhdisteitä.

20.7.2020



Kuva 10. Keskiosan eteläseinusta.



Kuva 11. Itäsiiven eteläseinusta.



Kuva 12. Syöksytörvien liitosten vuodot ovat kastelleet ulkoseinärakennetta itäsiivessä.

20.7.2020

Johtopäätökset

Eteläseinustojen lämmöneristeissä havaittiin vaurioita sekä keskiosalla että itäsiivessä, mutta tulosten sekä hajuhavaintojen perusteella vaikuttaa siltä, että vauriot ovat merkittävämpiä itäsiivessä. Itäsiiven vauriot ovat lisäksi keskittyneet kevytbetonieristeen sisäpintaan, joten ne ovat lähellä sisäilmaa. Molemmilla seinustoilla havaittiin ilmayhteys eristekerroksesta sisäilmaan, mutta itäsiivessä ilmayhteys oli merkittävämpi. Tulosten perusteella arvioidaan, että vaurioilla on eteläseinustoilla sijaitsevien tilojen sisäilman laatua heikentävä vaikutus, erityisesti itäsiivessä.

Eristeen (erityisesti eristeen ulkopinnan) vaurioille on todennäköisesti syynä viistosade sekä julkisivurappauksen epätiiviyyskohdat (esim. halkeamat) sekä liitokset, kuten ulkoseinä-ikkunaliitos, joiden kautta sadevettä pääsee tunkeutumaan rakenteen sisään. Eteläseinusta on rakennuksen sääräsitetuin julkisivu. Rakenteen kosteuskuormitusta lisäävät myös vuotavat syöksytorvet sekä keskiosalla sijaitseva köynnös, joka hidastaa rakenteen kuivumista. Syy siihen miksi eristeen sisäpinnan vauriot ovat ulkopinnan vaurioita merkittävämmät, ei tässä tutkimuksessa selvinnyt. Välillä kevytbetoniharkkojen on havaittu vaurioituvan jo rakentamisen aikana, kun niitä on varastoitu sateessa pitkiä aikoja.

Itäsiivessä havaittiin mikrobivaurioitunut valunerotuskaista. Valunerotuskaista on ilmayhteydessä sisäilmaan, mutta pinta-alallisesti kaistaa on varsin vähän. Vaurio saattaa kuitenkin heikentää tilojen sisäilman laatua. Erotuskaista on todennäköisesti vaurioitunut siivousvesien, käytönaikaisten vesivahinkojen tai betonin rakennekosteuden seurauksena. Erotuskaistaa saattaa olla myös muissa tiloissa, joten se tulee huomioita tilojen mahdollisten korjausten yhteydessä.

Toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen käyttöä turvaavina toimenpiteinä suositellaan ulkoseinien sisäkuoren (halkeamat, liitokset ja läpiviennit) tiivistämistä ilmatiiviiksi sekä eteläseinustoilla sijaitsevien tilojen painesuhteiden hallintaa, jossa pyritään alipaineisuuden poistamiseen. Ennen ulkoseinä-välipohjaliitosten tiivistämistä poistetaan vaurioitunut valunerotuskaista. Korjausten onnistumien varmistetaan merkkiainekokeilla. Toimenpiteillä pyritään estämään ilmavuodot vaurioeristeistä sisäilmaan.

Lisäksi ulkoseinien kosteusrasituksen vähentämiseksi tehdään seuraavat toimenpiteet lähiaikoina:

- Julkisivujen halkeamien ja ulkoseinä-ikkunaliitosten tiivistämien vesitiiviiksi.
- Köynnöksen poistaminen.
- Syöksytorvien vuotavien liitosten tiivistäminen/uusiminen.

Viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet

- Eteläseinustojen vaurioeristeiden ja julkisivumuurausten/-rappauksen korjaus.
- 1980-luvulla asennettujen ikkunoiden uusiminen.

20.7.2020

5 PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET

Helsinki 20.7.2020

Kunnioitavasti
FCG Finnish Consulting Group Oy
Rakennusterveys ja sisäilmasto



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



Teemu Roine, Ins. AMK
Tiimipäällikkö, RTA C-21710-26-15, AHA C-25249-33-19
044 750 5337
teemu.roine@fcg.fi

20.7.2020

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: Merkkiainekokeet

LIITE 2: Erillinen liitetiedosto

LIITE: Paikannuskuva (kaikki merkinnät)

LIITE: Taulukko (kaikki rakenneavaukset)

LIITE: Näytetulostaulukot (mikrobit, VOC-BULK)

LIITE: Rakenneavauskortit

LIITE: Analyysilausunnot (mikrobit, VOC-BULK)

Kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa otettavien näytteiden ja tehtävien mittausten tuloksia tulkitaan pääasiassa alla olevassa taulukossa esitettyjä ohjeita ja asetuksia hyödyntäen. Eri ohjeiden ja asetusten soveltuvuus määräytyy 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 |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toimistotyyppiset 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 | ohjeraja-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 otettavat 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 %. Lahottajasisienet vaativat muita mikrobeja korkeamman kosteuspitoisuuden kasvaakseen. Vähimmäiskosteutena lahottajasisienille pidetään tavallisesti RH = 95 %.

Mikrobikasvun toimenpiderajan ylittymisenä pidetään aistinvaraisesti tai mikrobianalyysillä 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.

Suoraviljely on akkreditoitu menetelmä, jonka tuloksena saadaan mikrobin ja niiden lajiston suuntaa antava määrä –/+asteikolla. Menetelmässä materiaalinäytettä pilkotaan elatusalustoille, minkä jälkeen näytettä kasvatetaan 7 vrk (aktinomykeetit 14 vrk). Kasvatuksen jälkeen lajit tunnistetaan mikroskopiin 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. Rakennusmateriaalinäytteenotto suoraviljelyanalyysiä varten (FCG 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.

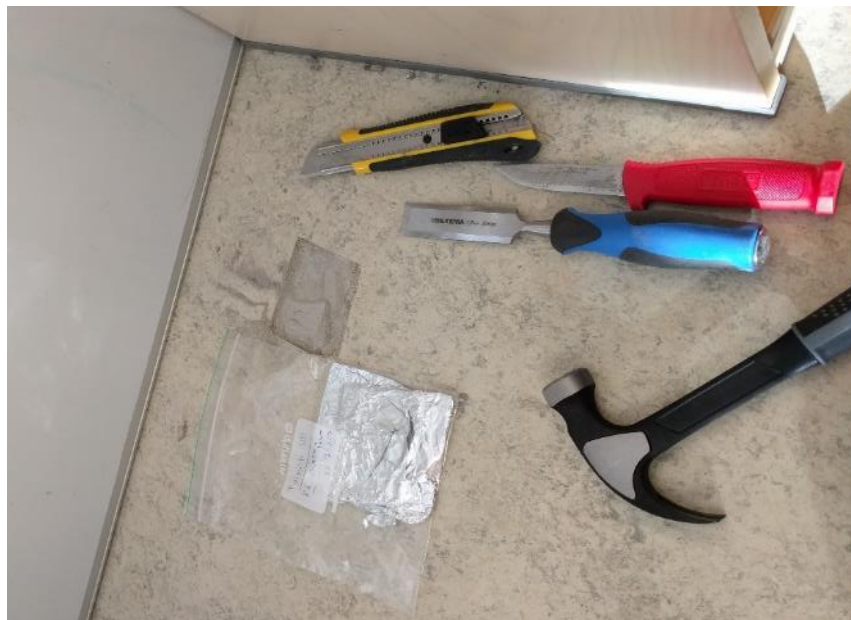
Tulosten tulkinta

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 kokonaisemissoille että muutamille eri yhdisteille alla olevan taulukon mukaisesti. Myös jonkun muun kuin taulukossa esitetyn yksittäisen yhdisteen suurta esiintymistä kokonaisemissioissa voidaan pitää poikkeavana. Arvoja voidaan hyödyntää työpaikkojen lisäksi myös muissa rakennuksissa. 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, DINP tai DIDP | 500 | 50 | 320 | - |
| Tasoitteet ja betoni | 50 | 40 | - | - |
| Linoleumi | 650 | - | - | 100 |



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

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. Merkkiaineen kulkeutumista rakenteiden läpi havainnoidaan merkkiaineanalysaattorin avulla.

Tulosten tulkinta

Paikannuskuvissa esitetään merkkiaineakaasun syöttöpaikka, tutkimushetkellä tutkittavan rakenteen yli vaikuttava paine-ero sekä mahdolliset vuotopaikat. Paikannuskuvassa käytetään alla olevassa kuvassa määritettyjä merkintöjä. Vuotohavainnot on jaettu eri kategorioihin niiden vuototyypin perusteella

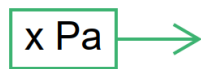
- pistemäiset vuodot
- viivamaiset vuodot
- tasomaiset vuodot.

Tämän lisäksi vuotoja arvioidaan niiden merkittävyyden perusteella. Merkittävyyttä arvioitaessa huomioidaan vuotoypin lisäksi paine-ero, jossa vuotoja havaittiin sekä merkkiaineanalysaattorin herkkyysasetus vuotohetkellä. Merkittävyydet arvioidaan seuraavasti

- vähäinen/merkityksetön vuoto
- lievä/kohtalainen vuoto
- merkittävä vuoto.

Merkkiainepaikannuskuvan selitykset

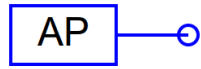
rakenteen yli vaikuttava paine-ero ja sen suunta



pistemäinen vuoto



kaasun syöttöpaikka ja selitys



viivamainen vuoto



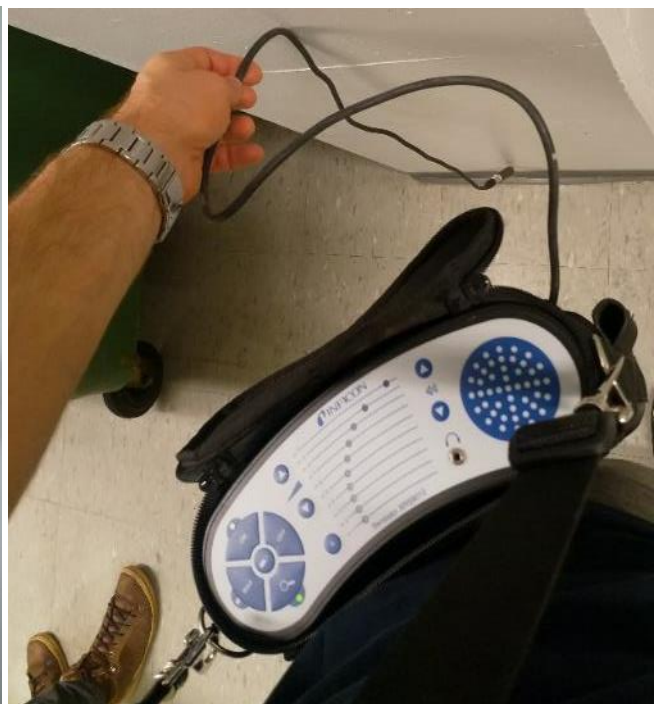
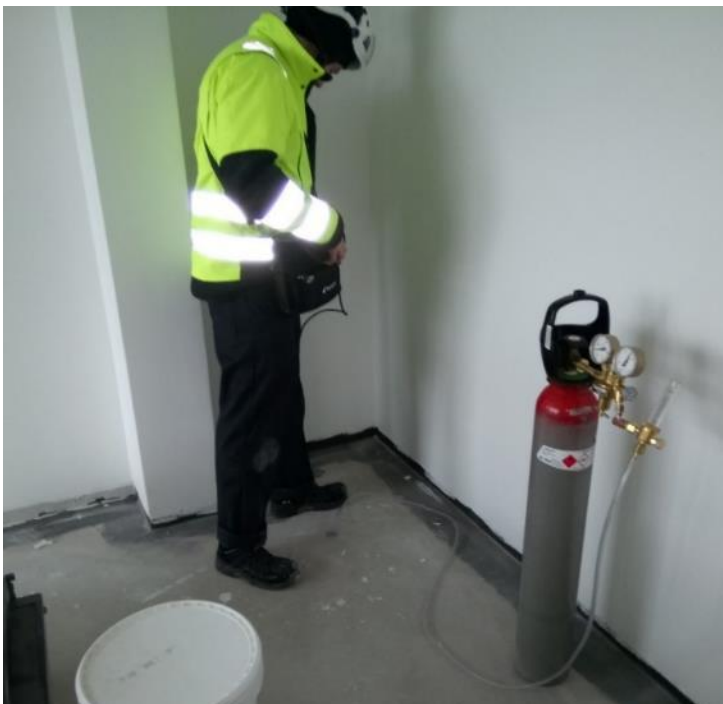
tasomainen vuoto



vuotoreitti



Kuva. Merkkiainepaikannuskuvan selitykset.



Esimerkkikuva. Merkkiainekokeiden toteutus.