

Sisäilmasto ja kosteustekninen kuntotutkimus



Jokivarren koulu
Sorvatie 16, Vantaa
11.9.2014

SISÄLLYSLUETTELO

1.	LÄHTÖTILANNE	3
2.	KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA.....	3
3.	TULOKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI.....	4
3.1	Rakennusfysikaalinen riskiarvio	4
3.2	Rakenteiden kosteudet	5
3.3	Rakenneavaukset ja rakennusmateriaalien mikrobit	6
3.4	Rakenteiden ilmatiiveys (merkkiainekokeet).....	6
3.5	Aistinvaraiset havainnot	7
3.6	Paine-erojen seurantamittaukset.....	8
3.7	Sisäilman mikrobit.....	8
3.8	Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut.....	8
3.9	Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet	8
4.	JOHTOPÄÄTÖKSET	9
5.	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET.....	9

LIITE 1	Mittaustulokset <i>sisäilman mikrobit</i> <i>rakennusmateriaalien mikrobit, laimennossarjamenetelmä</i> <i>rakenteiden kosteudet, porareikämenetelmä</i> <i>rakenteiden kosteudet, viiltomittausmenetelmä</i> <i>sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet</i> <i>pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut</i>
LIITE 2	Mittauspisteet pohjakuvassa
LIITE 3	Merkkiainetutkimustulokset
LIITE 4	Paine-erojen seurantamittaustulokset
LIITE 5	Kuvakooste sisäilmaselvityksestä

51392.63

11.9.2014

Tilaja

Vantaan kaupunki
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus, Rakennusten kunnossapito
Jouni Räsänen
Kielotie 13, Vantaa
01300 Vantaa
Sähköposti: jouni.rasanen@vantaa.fi

Kohde Jokivarren koulu, Sorvatie 16, Vantaa

SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

1. LÄHTÖTILANNE

Jokivarren koulu toimii vuonna 1957-58 rakennetussa massiivitiilirakenteisessa rakennuksessa. Laajennusosa on rakennettu vuonna 1997. Oppilaita koulussa on noin 400 ja henkilökuntaa 20. Kahdeksan opettajaa epäilee koulun sisäilman aiheuttavan heille oireilua. Oireilu on keskittynyt koulun vanhalle puolelle ja lisäksi laajennusosan luokkaan 114. Rakennuksessa on koneellinen IV-järjestelmä, joka on päällä täydellä teholla ympäri vuorokauden arkipäivisin ja viikonloppuisin puolella teholla. Huhtikuussa 2014 suoritettiin IV-järjestelmään korjauksia, mikä on käyttäjien mukaan auttanut tilanteeseen.

Vanhan osan luokkatiloihin 204, 205 ja 304 tehtiin tiivistyskorjauksia vuonna 2013 lokamarraskuussa ja samalla luokkiin uusittiin katon akustolevyt.

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää vanhan osan sekä laajennusosan luokan 114 sisäilmaston ja rakenteiden kosteustekninen kunto. Tarkempia tutkimuksia tehtiin koulun vanhalla osalla kellarikerroksessa (ATK-luokka 021, varastot 020, 023, 024), 1. kerroksen luokassa 105, 2. kerroksen tiloissa 202, 204, 205, 206, 3. kerroksen tiloissa 302, 304 sekä laajennusosan luokassa 114 (2. kerros).

Tutkimuksen tekijöinä olivat Sami Roikonen, Reeta Aitto-Oja, Sanni Kietäväinen ja Sanna Pohjola. Laboratoriotutkimuksista vastasi kemisti Reija Salminen. Tutkimukset kohteessa tehtiin 23.7. - 7.8.2014.

2. KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA

Jokivarren koulun vanha osa on vuonna 1957-58 rakennettu ja laajennusosa on rakennettu vuonna 1997. Tiloja on vanhalla osalla neljässä tasossa ja laajennusosassa kahdessa tasossa.

AP1 (vanha osa)
-teräsbetoni-laatta
-hiekkä

VP1 (vanha osa 1. kerros, eteläsiipi)
-pintalaatta
-puulastueriste

-kantava betonilaatta

VP2 (vanha osa 1.krs, pohjoissiipi)

-lastulevy

-kantava betonilaatta

US1 (vanha osa, 1.-3. kerros)

-massiivinen tiiliseinä, tasoitettu ja rapattu

US2 (vanha osa, kellarikerros)

-massiivinen betonimuuri

-bitumisively

-tiilimuuraus

US3 (laajennusosa)

-tiili, tasoitettu ja rapattu

-mineraalivillaeriste

-teräsbetoni

Muut tutkimukset ja kartoitukset

- Mikrobitutkimus, Kiratek Oy 4.3.2011, 7.3.2011
- Sisäilmatutkimus, Kiratek Oy 31.5.2011
- ATK-luokan ja luokan 1206 sisäilmatutkimuksia, Ositum Oy 13.2.2012
- Sisäilman laadun tutkimus, Ositum Oy 25.1.2012
- Ulkoseinien rakenneliittymien ilmatiiveyden varmistaminen merkkiainekokeella, Vahanen 30.1.2012

Piirrustukset

- Jokivarren koulu, rakennepiirrustus, Maaseuden keskusrakennustoimisto Oy 28.1.-1.4.1957
- Jokivarren koulun laajennus, Vantaan kaupunki, Tekninen toimiala, Talonsuunnitteluosasto, 1.8.1995-3.2.1996

3. TULOKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI

3.1 Rakennusfysikaalinen riskiarvio

Riskinarvio tehtiin rakennepiirrustusten ja kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella. Kellarin katossa on käytetty kantavan laatan päällä sementillä sidottua puulastueristettä (ns. tojax-levy) (Kuva 1). Rakenneavauksissa havaittiin tojax-eristettä vanhan osan eteläsiivessä (luokka 105, hallintotilat, tila 123), mutta pohjoissiivessä (tekstiilityöluokka 125) tojax-levyä ei ollut kantavan laatan päällä, vaan betonilattian päälle oli rakennettu lastulevylattia (VP2). Ylemmissä kerroksissa välipohjalaatassa ei ole eristekerrosta, vaan välipohja on betonia. Koska tojax-eristeessä on puuainesta pesuvesien tai vesivahingon kosteus voi aiheuttaa eristeessä mikrobikasvustoa. Eriste on herkkä kosteusvaurioille ja sillä on suuri ilmanläpäisevyys, jolloin vauriopaikassa syntyvät epäpuhtauden pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan ilmapuodoista koko lattian alueella.

Kantavan laatan päädystä on korkkieristettä, joka voi orgaanisena aineena mikrobivaurioitua liiallisesta kosteudesta. Eristeen yläpuolella olevassa muuratussa rakenteessa voi olla ilmapuotoja. Seinässä olevan eristeen vaurioituessa epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan seinän sisäpinnan väliseiniin, kattoon ja lattiaan sekä läpivientien ja rappauksessa olevien halkeamien kautta. Epäpuhtaudet voivat kulkeutua

seinässä ylöspäin aina ylimmän kerroksen tiloihin saakka. Myös ylempien kerrosten lämmöneristeenä on käytetty puuainesta sisältävää lämmöneristettä rakenneleikkauskuvien perusteella (Kuva 4).

Ikkunan alapuolella on käytetty kellarikerroksessa rakenneleikkauskuvien perusteella puuainesta sisältävää lämmöneristettä. Tämä eriste muodostaa ns. sokkelihalkaisun, joka on yläreunastaan yhteydessä muurattuun seinäosaan. Rakenneavaus tehtiin poraamalla sokkeliin ulkoapäin ATK-luokan ikkunan alapuolelta. Rakenneavauksen perusteella ko. sokkelihalkaisua ei ole, vaan rakenne on massiivinen betonirakenne.

Kellarin seinärakenne ei ole kosteusteknisesti toimiva. Massiivisen betonimuurin sisäpintaan on muurattu lämpöä eristävä kerros. Rakenne eristeen takana on viileä ja kostea, jolloin mikrobikasvu on mahdollista. Usein tämäntyyppisissä rakenteissa on tavattu mikrobiperäistä hajua sisäpuolisen kuorimuurauksen takana. Myös lattian liittymästä voi päästä kellarimaista maaperän hajua muurauksen taakse. Kuorimuurauksen takana olevassa raossa ilma pääsee liikkumaan esteettä ja hakeutumaan muurauksessa olevien epätiividen kohtien kautta sisäilmaan. Yleensä tämän tyyppisissä rakenteissa on käytetty sisäpuolisia bitumisivelyjä kosteuseristeenä, joista voi kulkeutua PAH-yhdisteitä sisäilmaan.

Kellarin lattiassa ei ole lämmöneristettä, minkä johdosta lattiaan ei synny lämpötilaeroja (Kuva 2). Maaperässä oleva suhteellinen kosteus tasaantuu ajan myötä lattiarakenteeseen. Lattian pinnasta kosteus haihtuu sisäilmaan, lattian yläpintaan syntyy kerros, jossa suhteellinen kosteus vähenee lattian yläpintaa kohden. Varastoissa 023 ja 024 lattiapinnoiteena on muovimatto, mikä estää koteuden haihtumisen ja pinnoitteen alla suhteellinen kosteus kohoaa yhtä suureksi kuin maaperän kosteus. Maavastaisen laatan epäjatkuvuuskohdista voi tulla maaperän hajua sisätiloihin (Kuva 3).

Muurattu väliseinä on tuettu alemman laatan päältä, jolloin ylempään betonilaattaan syntyy ilmavuotokohtia, joista eristekerroksessa liikkuva ilma voi tuoda epäpuhtauksia sisäilmaan myös rakennuksen keskellä (Kuva 6). Muuratun seinän alaosan kosteus voi olla korkea, koska alaosa sijaitsee kosteamman pohjalaatan päällä.

3.2 Rakenteiden kosteudet

Seinä- ja lattiapinnoille tehtiin pintakosteuskartoitus kaikissa tutkittavissa tiloissa. Ylemissä kerroksessa ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja. Kellarin lattiapinnoilla havaittiin paikoin kohonneita kosteusarvoja pintakosteusilmamaisimella havainnoitaessa (varastot 020 ja 024, Liite 2.1). Lattiarakenteen kosteus tarkastettiin pinnoitteen (muovimatto) alta viiltomittausmenetelmällä varastoissa 023 ja 024. Ulkourheiluvälinevarastossa 024 lattia oli märkä pinnoitteen alla (suhteellinen kosteus 95-96 %). Varastossa 023 ei lattiapinta ollut märkä (RH 79 %). Varaston 020 lattia on maalattua betonia ja siihen tehtiin rakennekosteusmittaukset. Myös ATK-luokan lattiarakenteen kosteus tarkastettiin porareikämenetelmällä. ATK-luokassa lattiapinnoiteena on keraaminen laatta.

ATK-luokan lattiassa suhteellinen kosteus lattialaatasta oli keskimäärin 86 % 40 mm syvyydellä, kun taas syvemmällä suhteellinen kosteus oli 82 %. Myös varaston 020 lattiassa lattialaatta oli pinnalta märempi kuin syvemmältä (92 % 40 mm syvyydessä, 71 % 200-250 mm syvyydessä). Ulkourheiluvälinevaraston 024 lattia oli märkä koko syvyydeltä (95-98 %, 40-210 mm). Maanvastaisen seinän kosteus mitattiin ATK-luokasta ikkunaseinältä. Sisäpuolisessa tiilimuurauksessa ei havaittu kohonneita kosteuslukuarvoja (69 %, 80-95 mm). Perusmuurin rakennekosteus oli koholla (81-85 %, 220-230 mm). Kosteusmittaustulokset on esitetty liitteessä 1.

Vanhan osan ylemmissä kerroksissa tai laajennusosan luokassa sisäpinnoilla ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja eikä pinnoilla havaittu merkkejä kosteudesta.

3.3 Rakenneavaukset ja rakennusmateriaalien mikrobit

Kellarikerroksen maanvastaiseen alapohjalaataan tehtiin rakenneavaus urheiluvälinevarastoon 024 alapuolisen eristemateriaalin kunnan selvittämiseksi. Laatan alla ei havaittu lämmöneristettä, vaan alapohjalaatta oli suoraan hiekkatäytön päällä (Kuva 8). Myöskään ATK-luokan tai varastojen 020 ja 023 alapohjalaatan alapuolella ei havaittu lämmöneristettä. Alapohjalaatan alta havaittiin tulevan mikrobiperäistä hajua sisäilmaan etenkin ATK-luokassa.

Kellarin maanvastaisen seinän sisäpuoliseen tiilimuuraukseen tehtiin rakenneavaus varastossa 024 (Kuva 7). Tiilimuurauksen takana ei havaittu erillistä lämmöneristettä. Sokkelin sisäpintaan oli tehty bitumisively, joka oli hilseillyt. Bitumikerroksen päällä havaittiin ohut, kellertävä ja kova kerros. ATK-luokan sisäpuolisen tiilimuurauksen takana havaittiin mikrobiperäistä hajua. Perusmuuriin porattiin reikä ulkoapäin ATK-luokan ikkunan alapuolelle. Rakennepiirusten mukaan kohdassa pitäisi olla sokkelihalkaisu, jossa eristeenä puuainesta sisältävä eristettä (kuva 1). Perusmuurissa ei havaittu sokkelihalkaisua, vaan perusmuuri oli yhtenäinen 40-50 cm paksu betonivalu (kuva 11).

Esimmäisen kerroksen lattiaan tehtiin rakenneavaus luokassa 105 (kuva 9). Kantavan laatan päällä olevasta lastuvillalevystä otettiin materiaalinäyte mikrobiviljelyä varten. Näyte analysoitiin laimennossarjamenetelmällä. Tuloksen perusteella materiaali ei ole mikrobivaurioitunut.

Ensimmäisen kerroksen lattian kunto tarkastettiin myös tilassa 123 (radio ja tv-huone) ja 125 (tekstiilityön luokka). Tilan 123 eristetilasta (Tojax) ei havaittu tulevan poikkeavaa hajua sisäilmaan. Tekstiilityön luokassa välipohjalaatan päälle oli rakennettu lastulevylattia (Kuva 9). Lattiarakenne oli aistinvaraisesti arvoiden kuiva, eikä siinä havaittu poikkeavaa hajua.

3.4 Rakenteiden ilmatiiveys (merkkiainekokeet)

Merkkiainekokeissa vetyseos-kaasua johdettiin ulkoseinän/välipohjan eristetilaan, alapohjalaatan alle tai hormikotelointiin ja merkkiaineen mahdollista kulkeutumista sisäilmaan seurattiin huoneissa kaasuanalysointorin avulla. Huoneiden poistoilmaventtiilit poistettiin tutkimuksen ajaksi, jotta tutkittavat rakenneosat saatiin ylipaineisiksi huoneilmaan nähden (0,5-9 Pa).

Maanvastaisen seinän sisäpuolisen tiilimuurauksen ja alapohjarakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin kellarikerroksessa ATK-luokassa ja varastoissa 023 sekä 024. Merkittäviä ilmavuotokohtia havaittiin tiilimuurauksessa ulkoseinän ja lattian liittymissä, tiilimuurauksen reiistä sekä kannakeruuvien kohdilta (patterien, sähköpaneelin, lämpöpatterien, vesiputkien ja hyllyjen kannakeruuvit)(liitteet 3.1, 3.3 ja 3.6). Selkeitä ilmavuotokohtia havaittiin alapohjalaatasta seinän ja lattian liittymissä (liitteet 3.2, 3.4, 3.5).

Vanhan osan tiloissa 105, 202, 204, 206 ja 302 tutkittiin ulkoseinän ja hormikotelointien ilmatiiveyttä. Ulkoseinärakenteissa havaittiin ilmavuotokohtia ulkoseinän ja lattian liittymistä, pistorasioista, kannekeruuvien kohdilta (patterit, vesiputket), ikkunapenkin alareunasta ja ikkunakarmin ja ikkunapenkin liittymästä (liitteet 3.7, 3.9, 3.11, 3.15, 3.18). Luokassa 204 oli suoritettu ulkoseinän tiivistyskorjauksia vuonna 2013.

Ilmavuotokohtia havaittiin myös tässä tilassa vesiputkien kannatinruuvien ja ulkoseinän ja lattian liittymässä, mutta ei ikkunapenkin alareunasta tai ikkunakarmin ja ikkunapenkin liittymästä (liite 2.13). Hormikoteloinneissa ilmavuotokohtia havaittiin koteloinnin ja lattian sekä seinän liittymissä, läpivienneistä, hormin tarkastusluukusta sekä tiivistetystä hormin ja seinän liittymästä (liitteet 3.12, 3.14, 3.17)

Kellarikerroksen ja ensimmäisen kerroksen välisessä välipohjarakenteessa oli eristeväli. Ylemmissä kerroksissa välipohjana on massiivibetonirakenne (n. 10 cm). Luokassa 105 tutkittiin välipohjarakenteen ilmatiiveyttä. Välipohjasta havaittiin ilmavuotoja ulkoseinän ja lattian liittymissä, ikkunapenkin alapinnalta ja ikkunapenkin ja karmin liittymissä sekä sähköputkien läpivienneistä (liite 3.8).

Kuraattorin ja psykologin huoneissa (202, 302) tutkittiin sähköläpivientien tiiveyttä laskemalla merkkikaasua alapuoliseen tilaan. Läpiviennit olivat molemmissa tiloissa epätiivit (liitteet 3.10, 3.19). Lisäksi tilassa 302 havaittiin ilmavuotokohtia seinän ja lattian liittymissä.

Laajennusosan luokassa 114 tutkittiin ulkoseinärakenteen ilmavuotokohtia. Ilmavuotoja havaittiin ikkunakarmin ja ulkoseinän liittymissä ja ikkunapenkin alapinnalla (liite 2.20). Välipohjana on luokassa massiivinen betonilaatta, joten sen ilmavuotokohtia ei tutkittu.

3.5 Aistinvaraiset havainnot

Vanhan osan luokkatiloihin 204, 205 ja 304 oli suoritettu tiivistyskorjauksia vuonna 2013. Korjaustavasta ei ollut tarkempaa tietoa. Luokissa selvitettiin tiivistyskorjaustapa. Lattialistan alareunaan oli asennettu silikoni. Kun lista poistettiin, havaittiin, että seinän ja lattianrajaa ei ollut tiivistetty, jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään rakenteista sisäilmaan (kuva 13). Ikkunakarmien liitokset ikkunalautaan ja ulkoseinään oli tiivistetty elastisella tiivistysmassalla. Myös ikkunalaudan alaosa oli tiivistetty silikonilla (Kuva 12). Merkkiainekokeella havaittiin ilmavuotoja luokassa 204 ulkoseinän- ja lattian liittymästä, mutta ei ikkunapenkin alareunasta tai ikkunakarmin ja ikkunapenkin liittymästä. Tiivistyskorjaus ikkunaliittymien osalta on toimiva, mutta seinän- ja lattian liittymissä tiivistystoimenpide on ollut riittämätön.

Laajennusosan luokkien 113 ja 114 välisessä tiiliseinässä oli halkeama. Merkkisavu virtasi luokasta 113 luokkaan 114 päin eli tilojen välillä on suora ilmayhteys (Kuva 14). Käyttäjien kertoman mukaan luokassa on ollut kattovuoto, minkä seurauksena väliseinä on päässyt kastumaan. Väliseinä oli kuiva pintakosteusilmaisimella havainnoitaessa tarkastushetkellä. Halkeama on todennäköisesti syntynyt kastuneen rakenneosan kuivumisen aiheuttamasta kutistumisesta.

Portaikun alapuolisessa varastotilassa (0.26) havaittiin mikrobiperäinen haju. Tilaan oli jätetty muottilaudoitusta, joka oli maalattu. Tilassa oli lämmityspatteri ja yksi poistoilmaventtiili. Väliseinän ja välipohjan läpi oli asennettu lämmityspotkia, joiden läpivientejä ei ollut tiivistetty (Kuva 15) . Mikrobiperäinen haju on viite mikrobiperäisten mahdollisesti terveyshaittaa aiheuttavien yhdisteiden pääsystä sisäilmaan. Mikrobiperäiset yhdisteet voivat kulkeutua ilmavuotoreittien kautta varastosta ympäröiviin tiloihin.

ATK-luokassa havaittiin runsaasti muurahaisia väliseinän ja lattian rajassa (Kuva 16). Tämä viittaa, että alapohjalaatan ja väliseinän liittymässä on rako (Kuva 3).

3.6 Paine-erojen seurantamittaukset

Tutkittujen tilojen painesuhteita ulkoilmaan nähden tutkittiin jatkuvatoimisten paine-eromittausten avulla ATK-luokassa, luokassa 205, psykologin tilassa sekä laajennusosan luokassa 114. Tutkittavat huonetilat sijaitsivat rakennuksen eri seinustoilla.

Luokkatila 205 oli arkipäivisin selvästi alipaineinen (keskimäärin -10 Pa). Alipaineisuus väheni ilta- ja yöaikaan sekä viikonloppuisin. Luokka oli yöaikaan lähes tasapainossa suhteessa ulkoilmaan. Psykologin tila sekä ATK-luokka olivat keskimäärin tasapainossa suhteessa ulkoilmaan kaikkina vuorokaudenaikoina. Laajennusosan luokka 114 painesuhteet olivat taas päinvastaiset kuin vanhalla puolella siten, että arkipäivisin tila oli ylipaineinen keskimäärin (+6...+11 Pa) suhteessa ulkoilmaan. Yöaikaan ja viikonloppuisin tila muuttui lievästi alipaineiseksi (keskimäärin -4 Pa). Paine-erojen seurantamittauskäyrät on esitetty liitteessä 4.

Lisäksi tilojen välisiä ilmavirtauksia tutkittiin hetkellisten, suuntaa-antavien paine-eromittausten avulla. Hetkellisten paine-eromittausten perusteella vanhan osan luokkahuoneet olivat pääsääntöisesti alipaineisia käytävätiloihin nähden, jolloin ilma virtaa käytävätiloista luokkatiloihin päin. Hetkellisten paine-eromittausten tulokset on esitetty mittapisteet pohjakuvissa liitteessä (liite 2). Ensimmäisen kerroksen välipohja oli ylipaineinen huonetilaan nähden (n. 1 Pa), jolloin ilma kulkee välipohjan eristetilasta sisäilmaan päin.

3.7 Sisäilman mikrobit

Sisäilman mikrobinäytteet otettiin ATK-luokasta, vanhan puolen tiloista 105 ja 205 ja 302 sekä laajennusosan luokasta 114.

Talviaikana, kun maa on roudassa, tutkimustuloksia verrataan Työterveyslaitoksen ehdottamiin toimistotyyppisten työtilojen sisäilman mikrobipitoisuuksien ohjeellisiin arvoihin sekä Asumisterveysohjeen ohjearvoihin. Sulan maan aikana otetaan lisäksi ulkoilman vertailunäyte, johon sisäilmanäytteiden tuloksia verrataan.

Tutkittujen tilojen sieni-itiöpitoisuudet olivat tutkimusajankohtana alhaisia molempien vertailujen perusteella. Myös sieni-itiöiden lajisto oli sisäilmanäytteissä normaali eikä näytteistä analysoitu tavanomaisesta sisäilman laadusta poikkeavia mikrobeja (ns. kosteusvaurioindikaattorilajeja) lukuunottamatta vähäisiä määriä psykologin (tila 302) huoneesta analysoitua *Acremonium* -suvun mikrobeja sekä aktinomykkeettejä. Tilojen bakteeripitoisuudet olivat normaaleja.

3.8 Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla ATK-luokassa, luokassa 205 sekä laajennusosan luokassa 114. Huoneista otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet.

Mineraalikuituja analysoitiin kaikista tutkituista tiloista korkeintaan 0,07 kpl/cm². Pitoisuudet alittavat käytössä olevan ohjeellisen arvon 0,2 kpl/m².

3.9 Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet otettiin vanhalta puolelta luokasta 105 ja laajennusosan luokasta 114. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus, ns. TVOC -arvo, oli 105 luokassa 294 µg/m³ ja 114 luokassa 19

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. Luokan 114 kokonaispitoisuus on alhainen, eikä näytteestä analysoitu kohonneena pitoisuutena mitään yksittäistä yhdistettä. Luokasta 105 otetussa näytteessä analysoitiin yhdisteiden joukossa vallitsevaa tasoa korkeampana pitoisuutena 1,4-ksyleeniä ($143,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 1,2-ksyleeniä ($33,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja etyylibentseeniä ($41,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ksyleenejä käytetään mm. maalituotteissa, lakoissa, puunsuoja-aineissa sekä liuottimissa. Etyylibentseeniä käytetään liuottimissa. Näytteenottoaikana koululla oli käynnissä ikkunoiden ulkopuitteiden kunnostustöitä (huoltomaalaus). Todennäköisesti nämä yhdisteet ovat peräisin kunnostustöissä käytettävistä aineista.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

- Tutkimusajankohtana sisäilman laatu on ollut sisäilman mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja mineraalivillakuitujen osalta pääsääntöisesti normaalit. Psykologin tilasta ajoittain havaitut poikkeavat mikrobit siirtyvät sisäilmaan todennäköisesti rakenteen ilmavuotokohtien kautta.
- Rakennuksen alapohjalaatta ja perusmuurin alaosa ovat paikoin märkiä johtuen maaperästä nousevasta kosteudesta. Varastoissa 023 ja 024 on tiivis lattiapinnoite (muovimatto), mikä estää kosteuden haihtumisen huonetilaan. Varastossa 024 oli betonilattia lattiapinnoitteen alla märkä. Muissa tiloissa alapohjalaatta ei ollut märkä laatan pinnalla, mutta syvemmällä rakenteessa mitattiin kohonneita kosteuspitoisuuksia. Lattiapinnoitteena olisi kellarikerroksessa suotava käyttää hyvin vesihöyryn läpäisevää pinnoitetta.
- Rakennuksessa ei havaittu rakenneavauksissa Tojax-eristettä muualla kuin ensimmäisen kerroksen kantavan välipohjalaatan päällä vanhan osan etelän puoleisessa osassa, jossa luokka 105, hallintotilat ja radio- ja tv-huone 123. Myöskään sokkelihalkaisua ei havaittu lainkaan perusmuurissa. Materiaalinäytteen ja aistinvaraisten havaintojen perusteella välipohjan Tojax-eriste on kunnossa.
- Rakennuksen ulkoseinärakenteessa havaittiin merkittäviä ilmavuotokohtia kellarikerroksen sisäpuolisessa tiilimuurauksessa sekä vanhan puolen massiivitiiliseinässä. Alapohjarakenteessa (kellarikerros) havaittiin yksittäisiä ilmavuotokohtia seinän- ja lattian liittymissä. 1. kerroksen välipohjan eristetilasta (Tojax) havaittiin ilmayhteys ulkoseinärakenteen kautta sisäilmaan. Myös läpivienneissä ja hormikoteloissa havaittiin ilmavutoja. Laajennusosan luokassa ilmavutoja havaittiin ikkunaliittymissä. Epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan rakenteen ilmavuotokohtien kautta.
- Vuonna 2013 suoritettujen tiivistyskorjaukset luokissa 204, 205 ja 305 estävät ilmavutoja ikkunaliittymistä, mutta seinän- ja lattian liittymän tiivistys on puutteellinen. Ilmavutoja havaittiin luokassa 204 myös kannatinruuvien kohdalta.
- Rakennuksen ulko- ja sisäilman välinen paine-ero vaihteli alipaineisesta ylipaineiseen eri vuorokaudenaikoina eri tiloissa. Painesuhteiden vaihtelut lisäävät epäpuhtauksien siirtymistä rakenteen ilmavuotokohtien kautta sisäilmaan. Paineen tulisi olla mahdollisimman lähellä nollaa kaikkina vuorokauden aikoina.

5. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Kaikki rakenteissa havaitut ilmavuotokohtat (kellarikerroksen sisäpuolinen tiilimuuraus, vanhan osan tiiliseinä, seinän ja lattian liitoskohdat, läpiviennit ja hormikotelot) suositellaan tiivistämään ilmatiiviiksi. Tiivistämistyöt suositellaan

suoritettavan koulun koko vanhassa osassa. Lisäksi suositellaan laajennusosan luokkien ikkunaliittymien tiivistämistä. Tiivistystöiden tulee toteuttaa asiantuntijan laatiman suunnitelman mukaisesti. Tiivistystöiden laadunvarmistus suositellaan tehtäväksi merkkiainekokeiden avulla.

- Lattiapinnoitteen poistaminen ulkourheiluvälinevarastossa (tila 0.24). Uudeksi lattiapinnaksi suositellaan vesihöyryn läpäisevää pintaa esim. pölynsidonta-aineella käsitelty betonipinta.
- Ilmamäärien tasapainotus siten että tilat ovat lievästi alipaineisia/tasapaineisia ulkoilmaan nähden kaikkina vuorokaudenaikoina. Ilmamäärien tasapainotus suositellaan tehtävän tiivistystöiden jälkeen.
- Portaikon alapuolisen varaston (0.26) vanhojen muottilautojen poisto ja putkiläpivientien tiivistäminen ilmatiiviiksi.

Helsingissä, 11. syyskuuta 2014

Finnmap Consulting Oy



Sanna Pohjola
MML, projektipäällikkö



Ilkka Jerkku
DI, yksikön päällikkö