



SIRATE

Ilmasta Hyvää.

Toimisto- ja opetusrakennuksen sisäilmastaselvitys.

Rakennusterveysasiantuntijan koulutusohjelman opinnäytetyö.

23.9.2015

Marko Koivisto

Sirate Group Oy

Sisäilmastonselvityksen lähtökohdat, toimeksianto ja historia

- Tutkittu rakennus on vuonna 1998 rakennettu kaksi kerroksinen betonielementtinen toimistokerrostalo, jossa on toimistohuoneiden lisäksi myös opetustiloja ja neuvotteluhuoneita. Rakennus on turvaluokiteltu, joten esityksessä ei ole valokuvia eikä kohteen tunnistetietoja.
- Rakennukseen oli tehty vuonna 2013 aiempi sisäilmatutkimus, joka oli koskenut rakennuksen toisen kerroksen huoneita.
 - Tutkimus oli tilaajan toimesta rajattu koskemaan vain toista kerrosta ja yhden käyttäjäryhmän tiloja, jotka sijoittuivat pääasiassa rakennuksen toiseen päättyyn.
 - Tutkimuksessa oli todettu sisäilmassa kohonnut kuitupitoisuus, jonka seurauksena toiseen kerrokseen oli tehty 2013 vuoden lopulla korjaus, jossa havaitut kuitulähteet poistettiin ja korjatun alueen tilat puhdistettiin. Ulkoseinät ja yläpohja oli todettu vaurioitumattomiksi.
- Tämä sisäilmastonselvitys tilattiin marraskuussa 2014, syynä tilaukselle oli käyttäjien voimakas oireilu koko rakennuksen alueella. Toisessa kerroksessa työskennelleet henkilöt olivat siirtyneet pois rakennuksesta väistötiloihin.

Sisäilmastaselvityksen lähtökohdat ja toimeksianto

- Sisäilmastaselvitys sovittiin tehtäväksi koko rakennukseen. Rajoitteita tehtävien tutkimusten määrille, mittaustavoille tai tutkittavan alueen koolle tilaajan puolelta ei enää tullut.
- Tutkimuksen onnistumisen ja tiedonkulun varmentamiseksi perustettiin ennen tutkimusten aloitusta moniammatillinen asiantuntijaryhmä (sisäilmatyöryhmä), johon kuului sisäilma-asiantuntija, isännöitsijä, työterveyslääkäri, työsuojelupäällikkö, käyttäjien edustaja ja kiinteistönhuollon edustaja.
 - Työterveyslääkäri tilasi ensimmäisen kokouksen jälkeen sisäilmastaselvityksen Työterveyslaitokselta.
- Tutkimuksen suunnittelussa hyödynnettiin aikaisemman tutkimuksen raporttia, eikä aikaisemmin tutkittuja asioita lähdetty enää uudelleen tutkimaan.
- Lähtökohtaisena haasteena ja tehtävänä oli selvittää, mitä oli aikaisemmassa tutkimuksessa jäänyt havaitsematta koskien toisen kerroksen tiloja, ja selvittää syyt käyttäjien terveydellisten oireilujen alkamiselle ensimmäisessä kerroksessa.

Aistinvaraiset havainnot katselmuskierroksella

- Tutkimusten alussa huonetiloissa havaittiin runsaasti pitkäaikaista yläpölyä tasopinnoilla. Useissa huoneissa yläpintojen siivottavuuden todettiin olevan huono pinnoilla olleiden tavaroiden vuoksi.
- Rakennuksen päädyn luokkatilassa havaittiin diesel-polttoaineen hajua.
- Ensimmäisessä kerroksessa havaittiin viemärinhajua, joka tuli käytävän lattiassa olevasta tarkastuskaivosta.
- Toisessa kerroksessa olevan yhdyskäytävän alueella havaittiin voimakasta ilmavuotoa käytävän ja rakennuksen liitosrakenteista.

Tutkimusmenetelmät

- Sisäilmasta otettiin kahdeksan mikrobinäytettä Andersen- menetelmällä.
- Kahden viikon pöylaskeumasta otettiin kahdeksan mikrobinäytettä pintasivelynä laimennosviljelymenetelmällä.
- Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) tutkittiin viidestä huoneesta sisäilmasta otetuilla näytteillä, näytteet kerättiin näytteenottopumpuilla Tenax-TA-adsorptioputkeen.
- Sisäilman PAH-pitoisuutta mitattiin kahdesta huonetilasta, näytteet kerättiin näytteenottopumpulla adsorptioputkeen (Orbo 43).
- Kuitupitoisuuksia tutkittiin geeliteipeille kerätyillä näytteillä. Näytteitä otettiin harvoin siivotuilta pinnoilta kymmenen, ilmanvaihdosta viisi ja kahden viikon pöylaskeumasta viisi.
- Rakennuksen toisessa kerroksessa oli tehty 2013 kuituihin liittyvä sisäilmakorjauksen jälkimittauksena 29 näytteen tarkastelu, joten kuitumittausten pääpaino oli tässä tutkimuksessa ensimmäisessä kerroksessa.

Tutkimusmenetelmät

- Rakennuksen kosteustekninen arviointi tehtiin pintamittauksen menetelmillä
- Rakennuksen ilmanvaihdon toimintaa, paine-eroa ulkoilmaan nähden ja sisäosien välistä paine-eroa tutkittiin tallentavilla pitkäaikaismittauksilla.
- Sisäilman olosuhteita (lämpö, kosteus, hiilidioksidi) mitattiin kolmesta huonetilasta tallentavilla pitkäaikaismittauksilla.
- Rakennuksen ulkovaipan ilmavuotoja tarkasteltiin lämpökuvaamalla alipaineisessa olosuhteessa talviaikana
- Rakennuksen sisäpuolisia ilmavuotoja tutkittiin merkkiainelaitteistolla merkkiaineikaasun avulla.

Tutkimustulokset ja havainnot

- Sisäilmasta otetuista kahdeksasta Andersen- mikrobinäytteestä kahdessa oli poikkeava mikrobisto ja viitteitä epätavanomaisesta mikrobilähteestä
 - Molemmat poikkeavat mikrobihavainnot olivat alueilla, joissa oli rakenteellista ilmavuotoa (1. krs aula ja ToimistoH)
 - Toimistossa ei ollut lainkaan tuloilmanvaihtoa (vanha varasto)
- Ensimmäisen ja toisen kerroksen aulatilojen pintamikrobinäytteissä oli muihin tiloihin verrattuna poikkeava mikrobisto (hiivat, vaaleat), aiheuttajaksi pääteltiin voimakas ilmavuoto yhdyskäytävän liitosrakenteista ja siitä aiheutuneet epäpuhtaudet sekä käyttäjien aiheuttama kulkeuma.

Tutkimustulokset ja havainnot

- Opetus ja toimistotilojen VOC- pitoisuudet olivat matalia
 - Polttoainesäiliöhuoneen VOC- pitoisuus oli korkea, hiilivetyjen osuus oli suuri
 - Viereisessä luokkatilassa havaittiin samoja polttoaineperäisiä yhdisteitä kuin Polttoainesäiliöhuoneessa
 - Polttoainesäiliöhuoneesta havaittiin ilmavuotoja luokkatilaan seinärakenteiden liitoskohdista ja putkiläpivienneistä paine-eron vaikutuksesta.
- Rakennuksen paine-ero käyttäytyminen oli normaalista poikkeava, ollen päiväaikoina voimakkaan alipaineinen, keskimäärin -20Pa.
 - Yöaikaan paine-ero oli normaalilla tasolla ollen keskimäärin -5Pa alipaineinen.
 - Aiheuttajaksi todettiin mittausten jälkeen viereisen rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän epätasapaino, joka yhdys sillan kautta aiheutti alipaineen lisääntymisen päiväaikoina tutkitussa rakennuksessa.

Tutkimustulokset ja havainnot

- ☞ Toisen kerroksen aulan reikälevyisen alakaton yläpuolella oli näytteessä mineraalikulutepitoisuus korkea $>100\text{kpl}/\text{cm}^2$
 - Toisessa kerroksessa vuonna 2013 tehdyn kuitupuhdistuksen raja kulkee aulan ja käytävän välissä, näytteenottokohdan aluetta ei oltu siivottu.
 - Tarkastellussa kohdassa alakaton yläpuolisissa rakenteissa havaittiin runsaasti rakennusaikaista likaa, pölyä sekä pinnoittamatonta akustovillaa.
- ☞ Ilmanvaihtojärjestelmän tuloilmakanavistossa tai huonetilojen pinnoilla ei havaittu kohonneita kuitupitoisuuksia.
- ☞ Sisäilman olosuhteet (lämpötila, kosteus, hiilidioksidipitoisuus) olivat mittausajankohdalle ja rakennustyyppille tavanomaisia ja hyvällä tasolla.
- ☞ Pintakosteusmittauksissa ei havaittu poikkeamia normaaleista arvoista eikä merkkejä kosteusvaurioista.
- ☞ Rakennusten välinen yhdyskäytävä oli kiinnitetty rakennuksen toiseen kerrokseen epätiivisti ja liitoskohdassa oli erityisen voimakasta ilmavuotoa ulkoilmasta sisätiloihin paine-eron vaikutuksesta.

Tutkimustulokset ja havainnot

- Lämpökuvauksessa havaittiin ilmavuotoa alapohjarakenteesta ulkoseinien vierustoilta kuudessa huonetilassa.
 - Alapohjan epäpuhtauksia pääsee kulkeutumaan sisäilmaan paine-eron vaikutuksesta.
- Rakennuksen molemmissa kerroksissa oli runsaasti tuuletusikkunoiden tiivistevuotoja ja ikkunoiden säätölaitteiden vikaantumisia.
 - Vuodoista voi aiheutua vetoa ja kylmyyttä sekä epäpuhtauksien kulkeutumista ulkoilmasta sisätiloihin (siitepöly, mikrobit, ulkoilman pöly). Talviaikana runsaat ilmavuodot aiheuttavat energian kulumista lisääntyneen lämmitystarpeen vuoksi.
- Auditorion ulkoseinien koteloinneissa havaittiin olevan runsaasti rakennusaikaista likaa, pölyä ja pinnoittamatonta akustovillaa, jotka olivat sisäilman kanssa suorassa ilmayhteydessä.

Toimenpide-ehdotukset

- Yläpölyjen siivoamista tulee tehostaa joko menetelmiä parantamalla tai siivousväliä tihentämällä sekä käyttäjien tulee jatkossa pitää tilat helposti siivottavana.
- Polttoainesäiliöhuoneeseen tulee järjestää koneellinen poistoilmanvaihto, joka pitää huoneen alipaineisena muuhun rakennukseen nähden. Väliseinärakenteet henkilötiloihin nähden tulee tiivistää ilmatiiviiksi.
- Yhdyskäytävän ulkoilmaa vuotava liitoskohdan korjaus tulee suunnitella rakennesuunnittelijan toimesta ja liitos rakentaa ilmatiiviiksi.
- Ilmaa vuotavat alapohjarakenteet ulkoseinien vierustoilta tulee korjata ilmatiiviiksi.
- Tuuletusikkunoiden tiivisteet tulee vaihtaa ja säätölaitteet tulee korjata tai vaihtaa uusiin.

Toimenpide-ehdotukset

- Paine-erot rakennuksen ulkovaipan yli tulee saattaa normaaleiksi ilmanvaihdollisin säädöin, ilmayhteydessä olevat rakennukset tulee huomioida ja säätää myös.
- Auditorion koteloinnit tulee avata ja puhdistaa. Näkyvät akustointivillat tulee poistaa tai pinnoittaa sekä tehdä käsittelemättömille rakenneosille pölynsidonta soveltuvilla aineilla ja menetelmillä.
- Kaikista korjaustoimista tulee tehdä erillinen korjaussuunnitelma toteutusaikatauluineen.
- Korjaustöiden valmistumisen jälkeen rakennukseen tulee tehdä todentamismittaukset, joiden perusteella voidaan arvioida tehtyjen korjausten onnistuminen ja sisäilman laatu.
- Mittauksista tulee tehdä erillinen suunnitelma. Mittaukset tulee tehdä pääasiallisesti samankaltaisilla menetelmillä, joilla sisäilman laatua heikentävä tekijä on todettu. Pintoja rikkovia menetelmiä ei todentamisessa käytetä.

KYSYMYKSIEN AIKA ON NYT

**KIITOS KAIKILLE
OSALLISTUJILLE !**