

Rakennusterveysasiantuntija RTA7
-koulutuksen
opinnäytetöiden posterit



Uuden sisäilmamallin ja kiinteistökierrosten vaikutus kunnan sisäilmatilanteeseen ja terveysviranomaisen työhön

Reija Lukkari

KOUVOLA

Selvitettiin, miten Kouvolan kaupungin käytännöt ovat parantaneet sisäilma-asioiden hoitamista ja vaikuttaneet kunnan yleiseen sisäilmatilanteeseen sekä terveydensuojeluviranomaisten työhön ja selvitettiin muiden kuntien toimintatapoja, sisäilmatilannetta ja näiden vaikutusta terveysviranomaisen työhön (webropol-kysely)

Käynnistettiin sisäilmatyöryhmässä kaupungin sisäilmamallin uudistaminen



- Kaupungin tilapalveluihin palkattiin sisäilma-asiantuntija, hänelle ohjattiin sisäilmaan liittyvät ilmoitukset, ilmoituksiin vastaaminen, jatkotoimenpiteiden suunnittelu ja sopiminen sekä tiedottaminen
- Aloitettiin kiinteistökierrokset päiväkot- ja koulurakennuksiin

Tulokset:

Ilmoitukset vähentyneet terveysvalvonnassa, suunnitelmallisten tarkastusten hyödyntäminen. Yhteistyö viranomaisten kanssa parantunut, "nopean toiminnan joukot", toimenpiteet kohteissa käynnistetään heti, kiinteistöissä enemmän olosuhteita heikentäviä tekijöitä, valtakunnallisesti toimintatapoja päivitetty ja reagointi-aikaa nopeutettu.

Kiinteistökierroksella tehtyjä havaintoja. Pallot iv-kanavassa



Johtopäätökset:

Eri kuntien sisäilma-asioiden toimintatapojen ja käytäntöjen yhteensovittaminen selkeyttää sisäilma-asioiden käsittelyä !
Terveystensuojelun rooli sisäilma-asioiden korjausten käynnistäjänä vähenee ja kiinteistön omistajan rooli kasvaa !
Tulevaisuudessa sisäilmatyöryhmien merkitys sisäilmaongelmien selvittäjinä muuttuu sisäilma-asioita tukevaksi asiantuntijaryhmäksi

YLEISILMANVAIHDON JAKSOTTAISEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET RAKENNUSTEN PAIN-EROIHIN JA SISÄILMAN LAATUUN

VESA ASIKAINEN
Sirate Group Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin jaksottaisen yleisilmanvaihdon vaikutusta rakennusten paine-eroihin ja ilman mikrobipitoisuuksiin seitsemässä kohteessa. Kolmessa kohteessa havaittiin merkittävää alipaineistumista yleisilmanvaihdon ollessa pois käytöstä. Rakennusten liiallista alipaineistumista havaittiin myös muissa kohteissa ja sitä oli havaittavissa myös yleisilmanvaihdon ollessa käytössä, mutta se ei ollut niin yleistä ja merkittävää kuin yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä. Kun yleisilmanvaihto oli pois päältä, ilman mikrobipitoisuudet nousivat miltei kaikissa tutkituissa kohteissa. Tutkimustulosten perusteella suositellaan, että rakennuksen paine-erot tutkitaan ennen yleisilmanvaihdon jaksottaisen käytön aloittamista ja jaksottaisen ilmanvaihdon käytön vaikutukset sisäilman laatuun selvitetään. Rakennusten alipaineistumista voidaan estää ilmanvaihtoa säättämällä.

TUTKIMUSKOhteET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimukseen valittiin kaksi terveyskeskusta, kaksi koulua, yksi päiväkotia ja kaksi toimistorakennusta. Terveyskeskuksessa 2 hygieniatilojen poistojen aiheuttamaa rakennuksen alipaineistumista pyrittiin estämään johtamalla tiloihin yleisilmanvaihdon tuloilmaa. Muissa kohteissa yleisilmanvaihto oli poissa käytöstä öisin ja viikonloppuisin.

Tutkimuskohteiden sisätilojen ja ulkoilman välisiä paine-eroja mitattiin jatkuvatoimisesti paine-eroantureilla vähintään viiden vuorokauden ajan siten että osan ajasta yleisilmanvaihto oli käytössä ja osan ajasta se oli pois käytöstä tai osateholla. Kahdessa tutkimuskohteessa (terveyskeskus 2 sekä toimisto 2) ilmanvaihtoa säädettiin ensimmäisten mittausten jälkeen, jonka jälkeen mittaukset uusittiin.

Sisäilmassa olevien epäpuhtauksien pitoisuuksia tutkittiin sekä yleisilmanvaihdon ollessa käytössä että pois käytöstä tai osateholla. Sisäilman mikrobipitoisuus mitattiin Andersen-impaktoreilla ja hiukkaspitoisuuksia Dust Trak hiukkasmittareilla.

JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

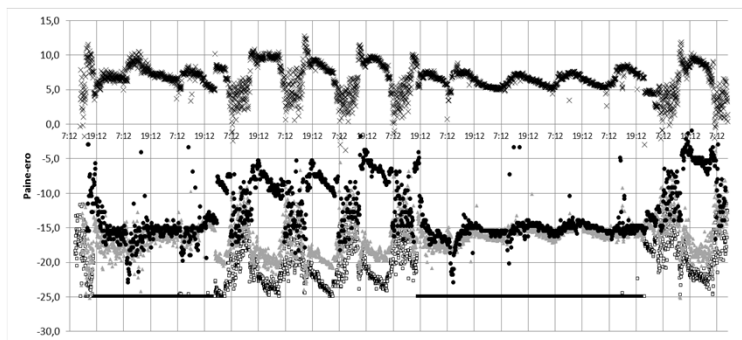
Ilmasta mitatut mikrobipitoisuudet kasvoivat tutkimuskohteissa yhtä lukuun ottamatta, kun yleisilmanvaihto oli poissa käytöstä tai osateholla. Yleisilmanvaihdon sammuttamisen ei sen sijaan havaittu vaikuttavan hiukkaspitoisuuksiin. Todennäköisesti mikrobipitoisuuksien kasvu selittyy rakennusten ilmanvaihdon vähentymisellä, koska ilmanvaihtuvuuden vähentyessä epäpuhtauksien poistuminen tiloista vähentyy merkittävästi eikä korvausilman laimentavaa vaikutusta ole. Koska yleisilmanvaihdon pysäyttäminen tai käyttäminen osateholla käyttöajan ulkopuolella nostaa mikrobipitoisuuksia, emme suosittele yleisilmanvaihdon pysäyttämistä kohteisiin missä on kosteus- tai mikrobiongelmaepäilyjä. Käyttöajan ulkopuolella kohonnut ilman mikrobipitoisuus voi lisätä mikrobien kulkeutumista pinnoille, joilta mikrobit voivat rakennuksen käytön aikana siirtyä takaisin ilmaan ja aiheuttaa herkimmille oireilua. Suosittelemme varmistamaan rakennuksen kunnon mikrobiologiselta kannalta ennen kuin yleisilmanvaihdon jaksottainen käyttö aloitetaan.

Tutkitusta seitsemästä kohteesta yleisilmanvaihdon sammuttaminen käyttöaikojen ulkopuolella aiheutti kolmessa kohteessa selkeää rakennusten alipaineistumista ulkoilmaan nähden. Terveyskeskuksessa 1 selkeää alipaineistumista oli havaittavissa myös käyttöaikana johtuen jatkuvasti toiminnassa olevista kohdepoistoista. Terveyskeskuksella 2 pelkkien hygieniapoistojen käytön aiheuttamaa alipaineistumista pyrittiin vähentämään käyttöaikojen ulkopuolella tuomalla tiloihin tuloilmaa. Ilmamäärien säädön jälkeen kohteen paine-erot olivat suositusten mukaisia sekä käyttöaikana että käyttöajan ulkopuolella. Myös toimistokohteessa 2 hygieniapoistot aiheuttivat rakennuksen voimakasta alipaineistumista, jota pystyttiin merkittävästi vähentämään ilmanvaihtoa säättämällä. Koska yleisilmanvaihdon sammuttaminen käyttöajan ulkopuolella voi aiheuttaa tutkimuksen perusteella rakennuksen alipaineistumista, suosittelemme rakennusten paine-erojen mittaamista ulkovaipan yli, jos yleisilmanvaihto sammutetaan tai sitä käytetään osateholla. Paine-eromittaukset suositellaan tehtäväksi vähintään kaksi vuorokautta kestävinä jatkuvina mittauksina, jotka tulee tehdä rakennuksen jokaisesta kerroksesta. Paine-eromittausten jälkeen rakennuksen ilmanvaihto tulee säätää siten, ettei rakennus alipaineistu käyttöjakson aikana eikä sen ulkopuolella. Suositeltava tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä varustetun rakennuksen keskimääräinen alipaineisuus ulkoilmaan nähden on alle 5 Pa, mutta rakennus ei saa olla pitkiä jaksoja ylipaineisena. Tulosten tulkinnessa tulee huomioida paine-eroseurannan aikaiset tuuliolot.

Kohteissa, joissa ei ole kosteus- tai mikrobiongelmia, jaksottainen ilmanvaihto soveltuu uusimman tutkimustiedon perusteella oikein käytettynä ilmanvaihtostrategiaksi niinä aikoina, kun rakennuksissa ei ole käyttäjiä. Jaksottaisen ilmanvaihdon käytön avulla pystytään saavuttamaan merkittävää energian säästöä ja vähentämään hiilidioksidin päästöjä. Jaksottaisen ilmanvaihtostrategian käytön rinnalla tulee huomioida muutenkin energian käyttö ilmanvaihdossa. Ilmanvaihtojärjestelmässä tulee olla tehokas ja toimiva lämmöntalteenottojärjestelmä. Myös ilmanjaon tulee toimia oikein siten, että ilmanvaihdosta saadaan mahdollisimman suuri hyöty sisäilman laadun kannalta.

KIITOKSET

Kiitokset Pertti Pasaselle, Harri Korkalaiselle, Timo Keskikurulle ja Helmi Kokotille tutkimuskohteiden hankinnasta ja opinnäytetyön ohjauksesta.



Terveyskeskuksen 1 tutkitut tilat autoklaavihuone (□), jossa sijaitsi tiloja alipaineistava kohdepoisto, samalla käytävällä sijaitsevassa huoneessa (●) ja viereisellä käytävällä sijaitseva huone (X) olivat ulkoilmaan nähden alipaineisia. Ilmanvaihtoroilo oli sisätiloihin nähden ylipaineinen (X) suurimman osan mittausajasta.

RAUMAN SAIRAALA D-RAKENNUS

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
RTA7, Juho Kaskisto, Sarako Oy



TAVOITE: selvitetään rakennuksen korjaustarpeet ja lähtötiedot peruskorjauksen suunnittelua varten.

TIETOLÄHTEET: katselmus ja pintakosteuskartoitus sekä saatavilla ollut lähtötietoaineisto

KOHDE:

- Valmistunut 1969. Kerroksista 0. ja 1. krs peruskorjattu aiemmin, 2. ja 3.krs tilat tällä hetkellä vain osittain käytössä.
- Kallion varaan perustettu.
- Alapohjarakenteena maanvarainen tb-laatta.
- Välipohjarakenteet pääosin massiivibetonirakenteita.
- Yläpohjarakenteena tb-yläpohjalaatta, jonka päällä kantavat puurakenteiset vesikattorakenteet.
- Ulkoseinä: paikalla valettu teräsbetoninen sisäkuori + siporex muuraus.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Peruskorjauksen lähtötiedoiksi:

- Salaojajärjestelmän kuntotutkimus
- LVI-kuntotutkimus
- Asbesti- ja haitta-ainetutkimus

Peruskorjauksen yhteydessä:

Alapohjarakenteen korjaus/uusiminen, maanvastaisten seinärakenteiden korjaus, US-rakennetyyppien uusiminen, märkätilojen ja tilapintojen uusiminen, yläpohjarakenteen uusiminen.

Ilmanvaihtokoneen uusimisen tarve arvioidaan tulevan käyttötarkoituksen mukaisesti

MERKITTÄVIMMÄT LÖYDÖKSET

- **ALAPOHJA JA MAANVASTAISET RAKENTEET:** Maanvastaisten seinien ulkopuolista vedeneristettä ei ole. Vedeneristee ja pintarakenteet ovat ylittäneet teknisen käyttöikänsä.
- **ULKOSEINÄRAKENNE:** Js-rappaus paikoin halkeillut, joka aiheuttaa kosteusvaurioita sisätiloihin. US2-rakenteen ja ikkunoiden liitosrakenteet epätiivitä ja lämmöneristee puutteellisesti asennettu.
- **VÄLIPOHJARAKENNE:** Ilmavuotoja kerrosten välillä. parvekelaatoissa kosteusvaurioita aiheuttavia puutteita
- **YLÄPOHJARAKENNE:** Vesikate kunto paikoin huono ja vesikatolla oleva talotekniikka teknisen käyttöikänsä päässä
- **LVV-JÄRJESTELMÄ** on alkuperäinen ja se on ylittänyt teknisen käyttöikänsä

Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Tutkimuskohde

Sairaalarakennus

Tutkimushenkilöt

Mika Haanpää
mika.haanpaa@ihmt.fi
p. 0504409605

Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on rakenne-, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tutkimus tehtiin vuonna 1969 rakennetun sairaalarakennuksen laboratoriotiloihin.

Kuntotutkimuksen tavoitteena oli selvittää sellaiset riskirakenteet, jotka rakennusmateriaalien ikääntymisen, sisäisten tai ulkoisten olosuhteiden vuoksi, tai muiden puutteiden takia voisivat aiheuttaa sisäilmahaittaa.



Tutkimusmenetelmät

Ennen rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen aloitusta, kohteeseen tehtiin käyttäjähaastattelu, asiakirjoihin tutustuminen ja kohdekäynti, sisäilmastokysely, joiden pohjalta laadittiin tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelmassa arvioitiin riskirakenteet sekä mahdolliset rakenteissa olevat vaurioalueet.

Tutkimuksissa rakenteiden kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti ja rakennevausten kautta. Rakenteista kerättiin materiaalinäytteitä mikrobivauriomääritykseen ja VOC-analyyysiin. Sisätilojen puhtautta arvioitiin tiloista kerätyillä kahden viikon mineraalikuitunäytteillä. Paine-eroa sisä- ja ulkoilman sekä rakenteiden välillä seurattiin jatkuvatoimisella paine-eroseurannalla ja sisätilojen olosuhteita seurattiin jatkuvatoimisella olosuhdeseurannalla (CO₂, T, RH). Ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa ja toimivuutta arvioitiin ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastuksella.

Tärkeimmät tulokset

Rakennuksen B1-osan rakenteet olivat pääosin hyväkuntoisia. Rakennusosassa havaittiin paikallisia vaurioita ja rakenteiden epätiivelyksiä sekä rakennuspölyä. Rakenteissa oli viitteitä mikrobivaurioituneisiin eristeisiin, joista todettiin säännöllisiä, pistemäisiä ja osin laajempia ilmapuotoreittejä sisäilmaan. Sisätiloissa ja alakattojen yläpuolella havaittiin laajalti rakennuspölyä. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaudessa ei havaittu merkittäviä puutteita. Tutkimuksen alussa ilmanvaihto aiheutti osittain merkittävää alipaineisuutta ja painesuhteiden vaihtelua, viallisesta säätimestä johtuen.

Havaittujen mikrobivaurioiden, epätiivelyksien ja epäpuhtauslähteiden katsotaan koskevan koko B1-osaa ja vaikuttavan heikentävästi rakennusosien sisäilman laatuun.

Altistumisen vähentämiseksi ja tilojen käytön jatkamisen mahdollistamiseksi tulee ulkovaippa- ja välipohjarakenteiden tiiveyttä parantaa ja poistaa epäpuhtauslähteenä toimiva rakennuspöly alakattojen yläpuolelta. Pidempiaikaisena korjausratkaisuna on rakenteiden peruskorjastasoiset korjaukset.



Pohjapiirustus, laboratoriotilat



Rakenneleikkauskuva



Viitteitä mikrobivaurioista

Altistumisolosuhteiden arviointi

Tehtyjen kosteus- ja sisäilmateknisten tutkimusten perusteella rakennuksen ulkoseinien- ja ryömintätilaisessa alapohjarakenteissa havaittiin viitteitä eritasoisista ja laajuisista mikrobivaurioista sekä muita epäpuhtauslähteitä rakenteista.

Mikrobianalyyseistä, sisäilmayhteyksistä sekä rakenteista tehdyistä havainnoista voidaan päätellä, että tavanomaisesta poikkeava olosuhde on mahdollinen.

Lähdeluettelo

Valviran osumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus 2019. Ympäristöministeriö.

Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen 2017. Työterveystietokeskus.

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Röntgentilat 1969 rakennetussa sairaalassa

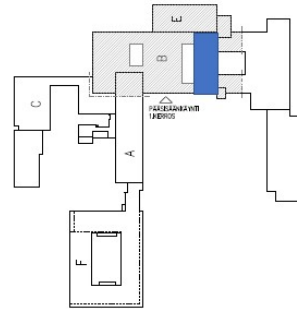
Tutkimushenkilö:

Jouni Koivuniemi
jouni.koivuniemi@investigo.fi
050 4629848

Johdanto:

RTA opintojen lopputyönä tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 1969 rakennetun sairaalarakennuksen 2. kerroksessa sijaitseviin röntgentiloihin, missä on tilan käyttäjillä koettua oireilua sisäilmastossa.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen riskirakenteita, sekä mahdollisia sisäilmaan vaikuttavia epäpuhtauslähteitä.



Tutkimusmenetelmät:

Ennen tutkimusten aloittamista kohdekäynnillä käytiin tilat yleisellä tasolla aistinvaraisesti läpi ja tutustuttiin rakennuksen asiakirjoihin. Käyttäjille laadittiin sisäilmastokysely. Tietojen pohjalta laadittiin tutkimussuunnitelma, missä mahdolliset riskialueet on kartoitettu. Tutkimuksia tehtiin aistinvaraisella tasolla, kuin myös pinta- sekä rakennekosteusmittauksin.

Sisäilmaston olosuhteita tarkasteltiin jatkuvatoimisina olosuhteiden seurantamittauksina 14 vuorokauden ajalta. Tutkittavia suureita olivat hiilidioksidi, lämpötila, sisäilmankosteus sekä paine-ero ulkovaipan yli.

Sisäilmasta otettiin mikrobi- ja VOC-näytteitä sekä niistä tiloista, joissa oli koettua sisäilmahaittaa, että verrokkitiloista.

Rakenteiden kuntoa tarkastettiin myös rakenneavauksin ja rakennusmateriaaleista tehtävin mikrobiviljelyin.

Ilmanvaihto on uusittu, joten tästä tarkastettiin pääosin järjestelmien puhtaustasoa aistinvaraisin tarkastuksin.



Keskeiset havainnot:

Rakennusmateriaalinäytteissä oli viitteitä mikrobivaurioista. Selkeimmät havainnot olivat epätiiveyksiä rakenneosien mm. ikkunoiden ja ulkoseinän karmiliittymissä sekä yläpohjan läpivienneissä.

Paine-erot ovat tiloissa pääosin hieman ylipaineiset, mutta ajoittaista alipaineisuuttakin voi esim. tuuliolosuhteista muodostua. Tuolloin ilmavirtauksien suunta on epäpuhtauslähteistä sisätiloja kohti.

Alakatoissa oli paikallisesti runsaastikin rakennuspölyä ja –jätettä, mitä on mahdollista kulkeutua ilmavirtauksien myötä sisäilmastoon.

Yläpohjassa oli myös jossain määrin rakennusjätettä jäänyt ylälaatan päälle.

Altistumisolosuhteen arviointi:

Tehdyn kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella on mahdollista todeta, että rakenneosissa on epätiiveyksiä ja rakennusmateriaalinäytteiden tulosten perusteella myös mahdollisia epäpuhtauslähteitä sisäilmastoon.

Tehtyjen havaintojen pohjalta voidaan päätellä, että haitallinen altistumisolosuhde on mahdollinen.

Lähteet:

Valvian asumisterveysasetuksen soveltamissuhteet. Osa I-V. Valvira 2016

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus 2019. Ympäristöministeriö.

Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. 2017. Työterveyslaitos.

RAKENNUSFYSIKAALISEN LASKENTATARKASTELUN HYÖDYNTÄMINEN RAKENTEIDEN KOSTEUS- JA MIKROBIVAURIOTUTKIMUKSISSA JA NIIDEN KORJAUSUUNNITTELUSSA

MATTI KILJUNEN

1950-luvulla rakennetun asuinkerrostalon riskirakenteiksi arvioitujen rakenneliittymien kosteus- ja lämpötekni- sen toimivuuden arviointi laskennallisin menetelmin.

Rakenneleikkausten lämpö- ja kosteustekninen laskentatarkastelu suoritettiin Wufi 2D 4.3 ohjelmistolla. Ohjelmistossa laskentatarkastelu tapahtuu epästationääritilassa, jolloin huomioidaan ulkoilman muuttuvat lämpö- ja kosteusolosuhteet. Homeen kasvua tutkittiin laskennallisesti TTY:n ja VTT:n yhdessä kehittämän laskentamallin avulla, jossa homeen kasvua kuvataan homeindeksi-luvulla (M).

Laskentatarkastelujen perusteella voidaan todeta, että kenttätutkimuksissa tehdyt mittaukset ja materiaalinäytteistä todetut puhtaat mikrobiviljelytulokset nykytilanteessa eivät takaa rakenteen kosteustekni- sen toimivuuden olevan riittävä tulevaisuudessa.

Rakenteiden kosteus- ja lämpöolosuhteiden muuttuessa nykyisin toimiviksikin todetut rakenteet saattavat jatkossa olla riskirakenteita.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta myös, että laskentatarkasteluilla ei voida yksistään korvata kenttätutkimuksia ja materiaalinäytteistä tehtäviä mikrobiviljelyjä. Laskentatarkastelut kuitenkin toimivat tutkimuksia ja rakenteiden jatkosuunnittelua tukevinä ja täydentävinä toimina.

LÄHTEET:

Vinha, J., Viitanen, H., Lähdesmäki, K., Peuhkuri, R., Ojanen, T., Salminen, K., Paajanen, L., Strander, T., Iitti, H., Rakennusmateriaalien ja rakenteiden homeutumisriskin laskennallinen arviointi. Tutkimusraportti 143. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. 151 s. + liitt. 2 s.

Vinha, J., Laukkanen, A., Mäkitalo, M., Nurmi, S., Huttunen, P., Pakkanen, T., Kero, P., Manelius, E., Lahdensivu, J., Köliö, A., Lähdesmäki, K., Piironen, J., Kuhno, V., Pirinen, M., Aaltonen, A., Suonketo, J., Jokisalo, J., Teriö, O., Koskenvesa, A., Palolahti, T. 2013. Ilmastomuutoksen ja lämmöneristysten lisäyksen vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 159.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 255-1-2014 Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysiikallinen suunnittelu ja tutkimukset.

Mäkitalo Mikael 2012. Puurunkoisten ulkoseinien kosteustekninen toimivuus nykyisessä ja tulevaisuuden ilmastossa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka

Vinha, J., Valovirta, I., Korpi, M., Mikkilä, A., Käkelä, P., 2005. Rakennusmateriaalien rakennusfysiikalliset ominaisuudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden funktiona. Tutkimusraportti 129. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. 101 s. + liitt. 211 s.

Hukka, A. & Viitanen, H. 1999. A mathematical model of mould growth on wooden material. Wood Science and Technology. Vol. 33, pp. 475-485.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015)

Raskasmetallit ja PCB-yhdisteet vanhoissa rakennusmateriaaleissa

RTA-opinnäytetyö 2021-2022

Marja Saarikko, KT Kuntotutkimus Oy

Ohjaaja Tomi Tolppi, Labroc Oy

Johdanto

Vanhoissa rakennusmateriaaleissa on käytetty asbestin lisäksi mm. raskasmetalleja ja PCB-yhdisteitä. PCB-yhdisteet ovat pysyviä orgaanisia ympäristömyrkkyjä (ns. POP-yhdisteitä.) Raskasmetalli on yleisnimitys eri metalleille ja puolimetalleille, jotka ovat ympäristölle ja terveydelle haitallisia.

Raskasmetalleihin kuuluvat mm. lyijy, antimoni, arseeni, kadmium, koboltti, kromi, kupari, nikkeli, sinkki ja vanadiini. Esimerkiksi vanhoissa maaleissa raskasmetalleja on käytetty korroosionestoaineena ja väripigmenteissä.

Suomessa on tutkittu aiemmin esimerkiksi PCB-yhdisteiden esiintymistä julkisivuelementtien saumamassoissa sekä siihen liittyvää maaperän saastumista. PCB-yhdisteet ja raskasmetallit eivät juurikaan liukene veteen, mutta ne voivat olla esimerkiksi sitoutuneena hiukkasiin. Pienimmät hiukkaset voivat kulkeutua keuhkorakkuloihin asti ja päätyä sieltä verenkiertoon.

Asbesti- ja haitta-ainekartoituksia ja haitta-aineiden purkua sekä työturvallisuutta käsitellään RT-korteissa ja Ratu-ohjeissa. Niitä koskevat myös monet säädökset, kuten jätelaki 646/2011 ja työturvallisuuslaki 738/2002.

Aineisto ja menetelmät

Aineisto on kerätty KT Kuntotutkimus Oy:n tekemien asbesti- ja haitta-ainekartoitusten yhteydessä. Näytteet on otettu haitallisiksi epäillyistä materiaaleista, joiden on arvioitu olevan alkuperäisiä. Pääasiassa näytteet on analysoitu bestLab Oy:n laboratoriossa, joka akkreditoitu testauslaboratorio. PCB-yhdisteiden analyysimenetelmä on akkreditoitu. Raskasmetalleille ei Suomessa ole myönnetty akkreditointia.

Kartoituksen kohteena olivat kerrostalot, koulurakennukset, päiväkodit, omakotitalot ja toimistotalot. Lisäksi on kartoitettu jätteenpuhdistamon mädättäjä. Kohteet on rakennettu vuosina 1907-1991.

Tulokset ja johtopäätökset

- Lyijy ja sinkki ovat yleisiä suomalaisessa rakennuskannassa, 95% tutkituista näytteistä sisälsi lyijyä, 93% sinkkiä.
- Asuntojen kylpyhuoneiden ja erillis-WC:iden maalinäytteet sisälsivät raskasmetalleja, kuten lyijyä ja sinkkiä (Maalinäytteistä 22/28 eli 79% oli vaarallista jätettä, kerrostalot, rakennusvuosi 1907-1973)
- Vesikatolla suurin osa tutkituista pellitysten maaleista oli raskasmetallipitoista vaarallista jätettä (kerrostalo tai toimistorakennus, rakennusvuosi 1954-1991).
- Lämmönjakohuoneessa lattiamaalin lisäksi myös seinä- ja kattomaalit voivat olla raskasmetallipitoisia. (Maalinäytteistä 43% (15/35), kerrostalot ja toimistorakennukset 1907-1991)
- Porrashuoneen maaleissa esiintyy raskasmetalleja (43% oli vaarallista jätettä, rakennusvuosi 1907-1974).
- Korkeimmat lyijypitoisuudet esiintyivät julkisivun pellitysten maaleissa. Korkein asuntojen raskasmetallipitoisuus oli WC:n seinämaalissa (kerrostalo rakennusvuosi 1927, 20 700 mg/kg lyijyä)
- PCB-yhdisteitä löytyi korkeita pitoisuuksia kellarikäytävän lattiamaalin lisäksi kellarin seinämaalista ja talosaunan pukuhuoneen seinämaalista sekä talosaunan lattiamaalista, lisäksi pieni määrä myös porrashuoneen kattomaalista (esim. kerrostalo, rakennusvuosi 1969)
- Jos PCB-yhdisteitä esiintyy kerrostalon lattiamaleissa, yleisistä tiloista kannattaa kartoittaa myös seinä- ja kattomaalien PCB-pitoisuuksia.

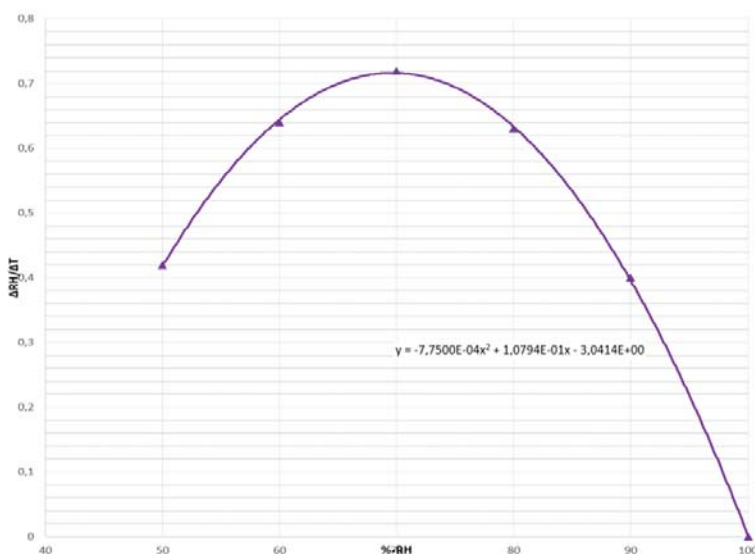
BETONIN LÄMPÖTILAN VAIKUTUS BETONIN SUHTEELLISEEN KOSTEUTEEN

Laura Virtanen, Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Betonirakenteiden kuivuminen on uudisrakentamisessa yleisesti aikataulua tahdistava tekijä, ja betonirakenteen odotettua hitaampi kuivuminen voi aiheuttaa merkittäviä viivästyksiä ja edelleen kustannusten kasvua rakennusprojektille. Perinteisesti suhteellisen kosteuden mittausta tehdään porareikämittauksella, jonka suosituslämpötila (rakenteen päällystettävyyttä arvioitaessa) on nykyään +18...+25 °C. Mittaus suositellaan kuitenkin tehtävän lähellä lattiaan käytönaikaista lämpötilaa, jolloin esimerkiksi lattialämmitettävissä kohteissa porareikämittausmenetelmän suosituslämpötilat voivat olla liian alhaisia. Yksi porareikämittauksen tunnistetuista virhelähteistä on mitattavan betonin lämpötila, jonka vaikutus mittaustulokseen voi olla huomattava. (RT103333, 2021) Lämpötilavaikutuksen suunta yleensä tiedetään, mutta Suomessa vaikutuksen suuruutta ei yleisesti uskalleta arvioida.

Betonin lämpötilan vaikutusta betonin suhteelliseen kosteuteen tutkittiin laboratoriokokein kuudesta eri betonista valmistetuista koekappaleista. Näistä muodostettiin koesarjoja, joiden sisällä yksittäisten koekappaleiden kosteuksia tasapainotettiin välille 50...100 RH-%. Vesihöyrytiivisti suljettujen, eri kosteustasoissa olevien koekappaleiden suhteellisen kosteuden muuttumista seurattiin jatkuvatoimisella mittauksella, kun koekappaleiden lämpötilaa muutettiin askeleittain kylmän ja +30 °C lämpötilojen välillä. Mittaustuloksista laadittiin kuvaaja, jossa esitetään betonin suhteellisen kosteuden muutostekijä $\Delta RH/\Delta T$ suhteessa betonin mitattuun suhteelliseen kosteuteen RH-%.

Tehtyjen tutkimusten perusteella pystytään osoittamaan tarkasteltujen betonien suhteellisen kosteuden ja lämpötilan välinen riippuvuus, mitä tämän ja kirjallisuustutkimuksessa tarkasteltujen aikaisempien tutkimusten perusteella mallintaa parhaiten ensimmäisen asteen polynomiaalinen käyrä.



5 % varmuusmarginaalin sisältävä yhtälö viereisen kuvaajan mukaisesti on:

$$\Delta RH = (-7,75 \cdot 10^{-4} \cdot RH^2 + 0,10794 \cdot RH - 3,0414) \cdot \Delta T$$

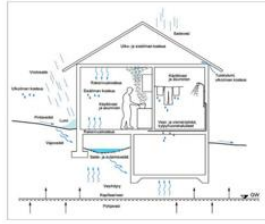
Kaavassa ΔRH [RH-%/°C] on betonin suhteellisen kosteuden korjaustermi verrattuna porareikämittausmenetelmän standardilämpötilaan 20 °C, RH on betonin mitattu suhteellinen kosteus [RH-%] ja ΔT on lämpötilaero [°C] verrattuna 20 °C. Tehdyn tutkimuksen perusteella tarkastelunkaltaisille betoneille pystytään ehdottamaan lämpötilariippuvaisen korjauskertoimen huomioimista suhteellisen kosteuden mittauksissa.

Ikkunaliittymien tutkimustyö

RTA 7, Esa Tuohimaa, 2.6.2022

Miksi ?

Vanhon rakennuksen ja joskus myös melko uusienkin rakennusten ikkunapiilet saattavat aiheuttaa sisäilmaongelmia.



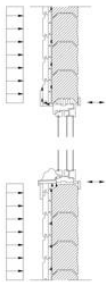
Kuva 2.4. Rakennusta läpäisevät kosteusvirrat.

Tässä työssä tarkasteltavat rakenteet

- ❖ Korjauspuolen ikkunaliittymätarkasteluun valittiin viisi perinteistä varsin yleistä seinärakennetyyppiratkaisua
- ❖ Uudispuolelle valittiin neljä yleistä seinärakennetyyppiratkaisua, joiden ikkunaliittymiä tarkasteltiin yleisten tekotapojen mukaan

Korjausrakentaminen, olemassa olevaa	Uudisrakentaminen, nyt tehtävää
Tiiliverhouk + villa + tiilirakenne	Tiiliverhouk + villa + betonirakenne
Tiiliverhouk + villa + betonirakenne	Tiiliverhouk + villa + puurunko
Tiiliverhouk + villa + puurunko	Lautaverhouk + villa + puurunko
Lautaverhouk + villa + puurunko	Rappausverhouk + villa + betonirakenne
Lautaverhouk + hirsirakenne	

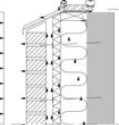
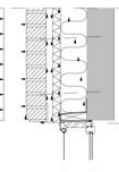
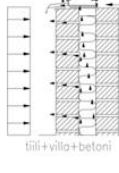
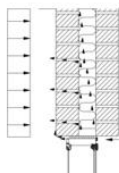
Lautaverhouk + tervapaperi + hirsii



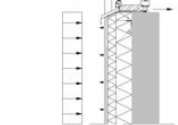
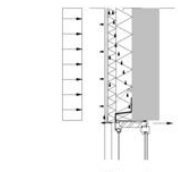
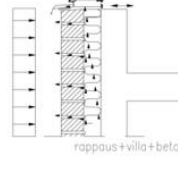
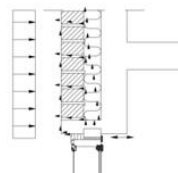
- ❖ Vuotojen seurauksena usein lahovikoja ikkunan ylä- tai alapuolella. Mikrobikasvustoilla lähes suora ilmayhteys sisätilaan villan läpi ilmavirtauksen ollessa ulkoa sisälle päin.



tiili+villo+ti



tiili+villo+betoni

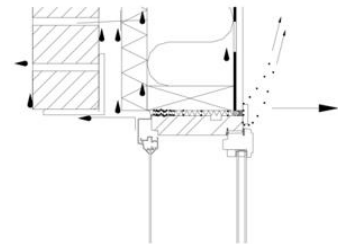


Rakenteiden haasteet

- ❖ Vuotovettä rakenteisiin ulkoa
- ❖ Tuuli voi työntää vettä vaipan pinnalla minne vain.
- ❖ Kosteuskuormaa sisäilmasta
- ❖ Tuuletusvälipuutteet ongelmallisia
- ❖ Sisäilmayhteyksiä
- ❖ Vanhoissa ikkunoissa ikkunalaudat puutteellisia
- ❖ Pystyeliissä puutteelliset detaljit
- ❖ Suomessa talviaikaan ja keväisin ikkunalaudalla on usein sohjolumikasoja..

- ❖ Uudisrakentamisessa julkisivuverhouksen takana yleensä tuuletus
- ❖ Rakentamisessa ei tehdä merkittävästi paremmin liitoksia kuin aiemmin.
- ❖ Sisäilmayhteys on kuitenkin polyuretaanin käytön myötä vähäisempää.
- ❖ Uudisrakentamisessa käytössä myös rakenteita, joissa ei ole tuuletusväliä.
- ❖ Yleisesti ottaen normaaliolosuhteissa sisäilman kosteus ei yksinään riitä aiheuttamaan ongelmia, mikäli rakenne mahdollistaa höyryn läpäisyn.

Vauriot



- ❖ Huoneiston sisäilma suunnitellaan Suomessa lähes poikkeuksetta alipaineiseksi, jolloin ilmavirta on sisälle päin.

- ❖ Jos rakenne mikrobivaurioituu, niin sisäpuolen tiiveyden tehtävä on huolehtia, ettei sisäilmaongelmia synny.



- ❖ Tuulen vaikutuksilla ja paine-eroilla merkittäviä vaikutuksia epäpuhtauksien leviämisen

Vastuut ja asennus ja asenne



- ❖ Vastuukysymyksissä ongelmia. Ikkunoiden toimitus on usein tuotesatoinnituksen, jolloin detaljivastuu on ikkunatoimittajalla.
- ❖ Asennuskäytännöissä ongelmia. Asentajilla ei useinkaan ole edes suunnitelmaa, vaan työ tehdään, niin kuin se on aina tehty.



Parempi tulevaisuus
Paremmat rakenteet
Energiansäästö

- ❖ Vastuut ja ohjeet selkeytettävä.
- ❖ Tiiveyden merkitys nostettava sille vaadittavalle tasolle



- ❖ Laaduntarkastuksessa parannettavaa
- ❖ Tulisiko jokainen ikkuna tarkastaa ulkoa ja sisältä vastaanotetuksi ja tarkastetuksi pesuhuoneen tavoin?



Pähkinänkuoressa:

- Ulkopuolen detaliikka ei ole riittävällä tasolla
- Ikkunaliittymien merkitys vaipan ilmatiiveyteen on tärkeä -> Energiahukka saatava kuriin
- Ikkunaliittymien vuodot aiheuttavat sisäilmaongelmia
- Ohjeita uudistettava, vastuuta selkeytettävä
- Tiiveysvaatimuksia ja laadunvalvontaa lisättävä

KORJAUSHANKKEEN KULKU EPÄONNISTUNEIDEN KORJAUSTEN JÄLKEEN

RTA6, Tuomas Salmela
Entavision Oy
Oulu

Rakennuksen korjaus- ja muutostyön onnistumisen kannalta on hyvin tärkeää, että rakennuksen kunto on tutkittu riittävän tarkasti ennen suunnittelutyön aloittamista. Mikäli rakennuksen kunnosta tehty selvitykset jätetään tekemättä tai ne tehdään puutteellisesti, sillä voi olla pitkälle kantavia negatiivisia vaikutuksia rakennuksen turvallisuuden ja terveellisuuden kannalta sekä sillä voi olla myös taloudellisia vaikutuksia. Mikäli rakennuksen korjaus- ja muutostyö suunnitellaan puuttuvilla lähtötiedoilla, niin silloin on suuri riski korjaustyön epäonnistumiselle.

Lähtötietojen hankinta

Mikäli rakennuksen kunnan selvittäminen laiminlyödään tai se tehdään liian suppeasti, niin siitä voi aiheutua etenkin kosteusvaurion korjauskohteissa monenlaisia ja suuriakin ongelmia. Syitä voivat olla, että tilaaja ei välttämättä ymmärrä tilata tarpeeksi laajoja tutkimuksia tai korjaussuunnittelija ei osaa vaatia laajempia lisätutkimuksia.

Korjaussuunnittelu / Korjaustyövaihe

Tilaaja tekee päätöksen korjausmenetelmien valinnasta yleensä suunnittelijan ehdotusten, rakennuksen jäljellä olevan käyttöiän, rakennuksen käyttötarkoituksen ja hankkeeseen varatun budjetin mukaan. Usein voi tulla vastaan, että tiukan budjetin vuoksi pyritään keventämään, siirtämään tai vaiheistamaan suunniteltuja korjaustöitä. Korjaustapaa keventämällä voidaan päätyä sellaisiin korjausratkaisuihin, joilla vaurioiden aiheuttamia ongelmia ei saada poistettua. Laadunvarmistustoimenpiteitä ei ole määritetty tai niitä ei noudateta.

Epäonnistuneen korjauksen vaikutukset

- Lähtötietojen perusteella tehdään vääriä tai väärän laajuisia korjaustöitä
- Riski, että rakenteisiin jää kosteusvaurioitunutta materiaalia tai kaikkia sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ei saada poistettua.
- Käyttäjien oireilu jatkuu
- Epäonnistuneen korjauksen johdosta korjauskustannukset nousevat ja voivat pahimmillaan olla moninkertaiset
- Väistötilojen hankinta korjaustöiden ajaksi
- Vastuuhenkilöiden vaativuusluokat nousevat (suunnittelijat, työnjohtajat)



ONNISTUNUT KORJAUSTYÖ



Rakennuksen kunnan ja korjaustarpeen selvitys

Riittävän laaja ja perusteellinen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus on kosteusvaurion korjaustyön

suunnittelijalle välttämätön suunnittelun ja korjausten kannalta. Korjaussuunnittelijan tulisi myös osata vaatia tarvittavia lisätutkimuksia suoritettavaksi, mikäli kokee siihen olevan tarvetta. Kuntotutkimuksiin panostaminen voi todennäköisesti tulla halvemmaksi kuin moneen kertaan rakenteiden korjaaminen.

Korjaussuunnittelu

Vaikka korjauksia jouduttaisiinkin kustannussyistä rajaamaan tai korjaustapaa keventämään, niin kattavat tutkimukset antavat korjausvalinnoille realistista pohjatietoa.



Korjaustyöt

Korjaushankkeissa työn aikaista laadunvarmistusta pidetään yhtä tärkeimpänä tekijänä korjaustöiden onnistumisen kannalta.

Korjaustöissä noudatetaan korjaussuunnittelijoiden määrittämiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Tehty korjaukset dokumentoidaan tarkastusasiakirjaan.



Onnistunut korjaus

Terveellinen ja turvallinen rakennus. Noudatetaan korjaustyön onnistumisen seurantasuunnitelmaa.

Kattava lähdeluettelo löytyy opinnäytetyöstä. **Tärkeimmät lähteet:**

Pitkäranta, Miia (toim.) 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Weijo, Inari (toim.) 2019. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus. Ympäristöministeriö. Helsinki.

1930- JA 1950-LUVUILLA RAKENNETUN TERVEYSKESKUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Martti Perikangas

Inspecta Oy



JOHDANTO

Kohteessa tehty runsaasti sisäilmaongelmailmoituksia. Tutkimuksen tavoitteena on saada riittävät tiedot rakennuksen kunnosta, rakenneosiin liittyvistä riskeistä sekä sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä. Kohteeseen on aiemmin tehty ilmanvaihdon kuntotutkimus.



AINEISTO JA MENETELMÄT

- Tutkimussuunnitelma
 - esiselvityskäynti ja haastattelut
 - piirustukset
- Rakenneavauksia
- Kosteusmittauksia
- Näytteenotto (mikrobi, VOC, PAH, kuitu)
- Olosuhdeloggaus
- Tiiveystarkastelu



TUTKIMUSTULOKSET

- Alapohjien ja maanvastaisten seinien kosteustekninen toiminta on osin puutteellista. Alapohjien muovimatot ovat vaurioituneet, maanvastaissa seinissä on lahonnutta puumateriaalia.
- Ulkoseinissä on mikrobivaurioita lämmöneristeissä ja ikkunatilkkeissä.
- Välipohjat ovat alalaattapalkistoja. Välipohjien sisällä on koksikuonaa, muottilautoja ja säkkipaperia. Laajat mikrobivauriot.
- Vesikatto on käyttöikänsä lopulla. Yläpohja on alalaattapalkisto, joka on eristetty kutterinpurulla ja puukuitusementtilevyllä.
- Eri rakenneosissa on käytetty bitumisivelyitä, joissa havaittiin merkittäviä PAH-pitoisuuksia sekä viitteitä kivihiilitervan käytöstä.
- Palo-ovissa avoimia asbestipitoisia tiivistenauhoja, tiloissa on mineraalikuitujen lähteitä.
- Rakenteet ovat epätiivitä. Epäpuhtauslähteistä on ilmayhteyksiä sisäilmaan.
- Painesuhteet ovat pääosin hallinnassa. RH, C° ja CO2 ovat pääosin tavanomaisella tasolla.



ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

A-osa: todennäköinen, B-osa: erittäin todennäköinen



TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

OLOSUHTEIDEN PARANTAMINEN

- Asbestinauhojen ja kuitulähteiden poistaminen
- Rakenneliittymien tiiveyden parantaminen
- Kosteusvaurioituneiden pintamateriaalien poistaminen
- Lämmönjakohuoneen alipaineistaminen

PERUSKORJAUS

- Eri rakenneosien kosteusteknisen toiminnan varmistaminen
- Vaurioituneiden materiaalien, asbestinauhojen, PAH-yhdisteiden ja kuitulähteiden poistaminen
- Uudet ikkunat ja vesikatto
- Rakenneliittymien tiivistäminen