

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuja artikkeleita](#)

Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen

Sari Hildén, DI

Kiinteistöpäällikkö, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskus

sari.hilden@hel.fi

Lähtökohta onnistuneelle sisäilmaongelmaisten koulujen korjaukselle on ongelmien syiden perusteellinen selvittäminen kuntotutkimusten avulla. Yleensä ongelmat ovat monen tekijän summa, joten tutkimuksissa ei pidä tyytyä ensimmäisen vaurion tai sisäilmaongelman havaitsemiseen ja sen syiden selvittämiseen, vaan rakennus tulee tutkia kokonaisuutena. Eri-ikäisissä rakennuksissa on kullekin aikakaudelle tyypillisiä ongelmia, mutta yleisin ongelma kaikenikäisissä rakennuksissa on ilmatiiveyden puutteet, jotka yhdistettynä ilmanvaihdon puutteisiin sekä rakenteiden vaurioitumiseen mahdollistavat epäpuhtauksien kulkeutumisen rakenteista sisäilmaan.

Korjausten teknisen onnistumisen lisäksi on sisäilmaongelmaa korjattaessa huolehdittava myös korjausprosessin onnistumisesta käyttäjän näkökulmasta. Tämä edellyttää toimivaa tiedotusta. Lisäksi koulun toiminnan turvaaminen edellyttää toimivaa yhteistyötä, kun sovitaan esimerkiksi korvaavien tilojen käytöstä tai korjausten vaiheistamisesta koulun toiminnan aikana.

Koulurakennusten sisäilmaongelmien syyt

Suomessa on paljon peruskorjausta odottavia kouluja. Esimerkiksi Helsingin kaupungin koulurakennuksista suuri osa on rakennettu 1960–1970-luvulla ja lisäksi löytyy vielä 1950-luvullakin rakennettuja kouluja, joita ei ole vielä peruskorjattu. Merkittävä syy koulujen sisäilmaongelmiin onkin koulurakennuskannan korjausvelka. Tuossa peruskorjausta odottavassa rakennuskannassa on myös käytetty paljon rakenneratkaisuja, jotka myöhemmin on todettu riskirakenteiksi ja joiden pitkäaikaiskestävyys on osoittautunut puutteelliseksi. Tyypillisiä ongelmia ovat esimerkiksi tuulettamattomat ryömintätilat ja puutteelliset salaoja- ja sadevesijärjestelmät. Paljon ongelmia esiintyy myös tiili-villa-tiili-ulkoseinärakenteissa tai nauhaikkunallisissa betoni-villa-tiilirakenteissa, joissa ikkunoiden yläpuolella on kylmäsiltna leukapalkit ja joissa usein on myös ikkunoiden välissä puisia kotelorakenteita, joista puuttuu yleensä sekä höyrysulku että tuuletusrako. Viistosateille altis tuulettamaton tiiliulkokuori on usein ajan myötä pakkasrapautunut sekä halkeillut, ja lämmöneristeet kastuvat yhä uudelleen ja uudelleen.

Myös koulurakennusten käytössä sekä sisäilman laadulle asetetuissa vaatimuksissa on tapahtunut muutoksia. Nykyisin ei välttämättä mennä enää välitunnilla ulos, oppitunnit ovat pidempiä, opetusryhmien koot ovat muuttuneet. Alun perin muuhun käyttöön tarkoitettuja ”toisarvoisia” tiloja on tilojen käytön tehostamisen myötä otettu opetuskäyttöön mm. maanvastaisista tiloista. Näiden rakenteiden kosteusteknisessä toimivuudessa on puutteita, esimerkiksi maanvaraisen lattian alta puuttuu kapillaarikatkerakke ja lämmöneristeet, ja lattia on nykyistä käyttöä varten päällystetty muovimatolla, tai kellarin seiniin on lisätty sisäpuoliset lämmöneristeet.

Painovoimaisella ilmanvaihdoilla tai koneellisella poistoilmanvaihdoilla toteutetulla ilmanvaihtoratkaisulla ei pystytä vastaamaan nykyisiin sisäilmavaatimuksiin. Painovoimainen ilmanvaihto ei ole riittävä, vaan hiilidioksidipitoisuus nousee oppituntien aikana liian korkeaksi. Koneellisella poistoilmanvaihdoilla varustetuissa kouluissa suurin ongelmien aiheuttaja on rakennuksen alipaineisuus, koska alkuperäisiä korvausilmaventtiilejä ei ole riittävästi tai ne on sijoitettu siten, että ne ovat kylmyys- ja veto-ongelmien takia suljettu. Ongelmia syntyy eri-



Kuva 1. Pakkausrapautunut julkisivumuuraus päästää vedet entistään helpommin läpi. Tiiliseinää kannattava leukapalkki estää veden poistumisen. Rakennetta ei ole suunniteltu tuulettuvaksi eikä vedenpoistoa ole suunniteltu. Lisäksi ikkunoiden välissä olevassa kotelorakenteessa ei ole tuuletusväliä, tuulensuojarakennetta eikä ilman-/höyrynsulkua.



Kuva 2. Monimutkaiset rakennedetaljit vaativat erityistä panostusta detail- ja rakennusfysikaaliseen suunnitteluun.

tyisesti, kun rakenteisiin on vuosien myötä syntynyt kosteusvaurioita ja rakenteiden kautta kulkeutuva korvausilma tuo sisäilmaan vaurioituneista rakenteista epäpuhtauksia. Tämä onkin tällä hetkellä ehkä yleisin koulujen sisäilmaongelmien syy. Näkyvää vauriota ei useinkaan tiloista löydy, mutta käyttäjät valittavat hajuhaitoista, usein ajoittaisesta ummehtuneesta tai homeen hajusta, tai käyttäjillä on sisäilmaongelmaan viittaavia oireita. Samanlaisia ongelmia syntyy myös, kun koulun ollessa tyhjänä siellä toimivat vain liikaisten tilojen poistot, joiden hallittua korvausilman saantia ei ole järjestetty. Tällöin hajuhaitat havaitaan erityisen hyvin aamuisin, kun koneellinen tulo-/poistoilmanvaihto ei ole vielä ehtinyt riittävästi huuhtelemaan sisäilmaa.

Valitettavasti sisäilmaongelmia esiintyy myös uudemmassa rakennuskannassa. 1990– ja 2000-luvulla julkisissa rakennuksissa on suosittu monimuotoi-

sua ja samassa rakennuksessa on käytetty useita julkisivumateriaaleja, myös loivat pitkät peltikattolappeet ovat olleet suosittuja. Niistä on seurannut vaikeita detaljeja, joita on viime kädessä ratkaistu työmaalla. Myös suunnittelijoiden rakennusfysiikan osaamisessa on havaittu puutteita. Lopputuloksena on syntynyt rakennuksia, joissa on jo ensimmäisen 10 vuoden aikana todettu kosteusvaurioita ja sisäilmaongelmia.

Koko rakennuskannassamme, iästä riippumatta, esiintyvä merkittävä ongelma on epätiiveys. Läpivientejä tehtäessä niiden tiiveyteen ei kiinnitetä riittävää huomiota uutta rakennettaessa eikä myöskään rakennuksen elinkaaren aikana uusia putkia ja johtoja lisättäessä. Tämä ei koske vain rakennuksen ulkovaippaa vaan myös erilaisten tilojen välistä tiiveyttä. Ulkovaipan osalta tiiveys tulee parantumaan kiristyvien energiatehokkuusvaatimusten kautta.

Usein syynä ongelmiin on joko yleinen välinpitämättömyys tai ylläpidon puutteet. Ne näkyvät usein sadevesijärjestelmän toimimattomuutena – syöksytorvi voi olla pitkäänkin poikki ja kastella rakenteita, tai sadevesikaivon kansi voi olla tukkeutunut ja aiheuttaa paikallista tulvimista sekä veden pääsyn lähellä oleviin rakenteisiin. Uusissa koulurakennuksissa sisäilmaongelmat johtuvat usein myös siitä, ettei huoltohenkilökunnan osaaminen ole riittävä yhä vaativampien taloteknisten järjestelmien ylläpitoon. Tämä aiheuttaa ongelmia erityisesti ilmanvaihtojärjestelmien toiminnassa.

Sisäilmaongelmaisten koulujen korjaushankkeiden erityispiirteitä

Sisäilmaa korjataan usein huollon toimenpiteillä, kuten ilmanvaihtokanavien puhdistuksella ja siivouksella. Yleisimmin sisäilmaa kuitenkin korjataan kunnossapitokorjauksina ja nykyisin käytännössä aina koulujen peruskorjauksen yhteydessä. Niissä kaikissa on ensiarvoisen tärkeää muistaa, että sisäilma on monen tekijän summa ja että korjauksissa pitää aina hallita laaja kokonaisuus. Lisäksi erityisesti peruskorjauksen osalta korjausprosessin hallintaan liittyy paljon muutakin kuin perinteistä korjauksen suunnittelua ja korjaamista.

Kunnossapitokorjauksissa korjataan yleensä paikallista vauriota, yhtä tai muutamaa rakenneosaa tai järjestelmää rakennuksessa. Nämä korjaukset ovat yhä yleisempiä ja laajempia, koska niillä joudutaan ratkaisemaan ongelmia, kun peruskorjauksia ei ole mahdollista tehdä riittävässä määrin. Näissä korjauksissa etuna on se, että ne voidaan usein tehdä koulun loma-aikoina tai muuten siten, ettei korjauksien ajaksi tarvitse hankkia väliaikaisia ns. väistötiloja. Korjausprojekteissa kuitenkin korostuu yhteistyö



Kuva 3. Tyypillinen epätiivis läpivienti kerrosten välillä tai ryömintätilasta käyttötiloihin mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen.

koulun kanssa, tiedotus sekä työmaan puhtauden ja aikataulun hallinta.

Osittaisia korjauksia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon rakennuksen järjestelmien ja rakenteiden toiminta laajemmin kuin vain korjattavalta osalta. Esimerkiksi ikkunoita uusimalla on ongelmia pahennettu, kun koneellisella poistolla varustetussa koulussa ei ole korvausilman saantia varmistettu. Tai vesikatto on jouduttu uusimaan lyhyellä aikavälillä uudestaan, kun kattokorjauksen jälkeen on koulussa todettu ilmanvaihtojärjestelmän uusimistarve, ja juuri uusitulle katolle on pitänyt rakentaa uudet, isot iv-konehuoneet.

Sisäilmatutkimuksissa havaitaan usein ongelmia, jotka vaativat välitöntä korjaamista. Niissä tapauksissa joudutaan usein turvautumaan ilmanpuhdistimiin terveellisten työskentelyolosuhteiden turvaamiseksi koulussa. Ilmanpuhdistinta valittaessa tulee selvittää mm., että se on riittävän tehokas, ei aiheuta meluhaittoja eikä tuota otsonia. Hankalampia ovat tilanteet, joissa sisäilmaongelmasta aiheutuu niin laaja ja vakava terveyshaaita, että koulurakennuksessa ei voida toimia edes korjausten suunnittelun aikaa, vaan toiminta joudutaan nopealla aikataululla siirtämään väistötiloihin. Näissä ongelmassa yhteistyö kiinteistöistä vastaavien, opetustoimen, terveydensuojeluviranomaisen, työsuojelun, työterveyshuollon ja oppilaiden terveydenhuollon välillä on erittäin tärkeää, jotta kaikki osapuolet voivat sitoutua ratkaisuihin. Näissä tapauksissa myös kustannukset nousevat yleensä erittäin korkeiksi.

Peruskorjaushankkeissa on tärkeää, että vaikka koulussa ei ole tiedossa olevia varsinaisia sisäilmaongelmia, rakennus tutkitaan kunnolla hankesuunnittelun ja kustannusarvion lähtötiedoksi. Kunnallisessa päätöksenteossa kustannuspuite si-
dotaan yleensä hankesuunnitelman pohjalta. Mikäli rakennusta ei ole tutkittu kunnolla, on hankkeen ulkopuolelle jäänyt usein oleellisia korjauksia, kuten salaoja- ja sadevesijärjestelmien tai vesikatteen korjaukset. Koulujen korjaukset joudutaan usein vaiheistamaan, jotta koko koululle ei tarvitse hankkia väistötiloja. Vaiheistamisessa haasteena ovat taloteknisten järjestelmien suunnittelu, pölynhallinta työmaan ja koulukäytössä olevien tilojen välillä sekä työmaan logistiikka koulun piha-alueella.

Kunnallinen päätöksentekoprosessi sekä julkisten hankintojen kilpailuttaminen ovat käytännössä johtaneet siihen, että koulurakennus tutkitaan erittäin perusteellisesti ja suunnitelmat pyritään tekemään mahdollisimman täydellisiksi. Vanhan rakennuksen tutkiminen täydellisesti onnistuu kuitenkin harvoin, eli korjauksissa tulee yleensä purkuvaiheessa jonkin verran yllätyksiä.

Korjaushankkeissa olisi hyvä olla vähintään yksi henkilö, projektinjohtaja tai esimerkiksi sisäilma-asi-

oihin ja kosteusvaurioihin erikoistunut asiantuntija, joka on mukana koko hankkeen ajan tutkimuksesta toteutukseen. Ongelmana on nykyisin hyvin usein ollut tiedon kulku henkilöiden vaihtuessa, kun esimerkiksi tutkimuksia ja suunnittelua hoitavat täysin eri henkilöt. Usein koko projektia hoitava henkilöstö vaihtuu hankesuunnittelun ja varsinaisen suunnittelun välillä, kun hanke päätöksen jälkeen suunnittelijat kilpailutetaan. Jatkuvista henkilövaihdoksista on aiheutunut tiedonhallintaongelmia. Vaikka rakennus olisi tutkittu kunnolla, tieto ongelmien vakavuudesta ei välity riittävän hyvin suunnittelijoille. Hankesuunnitteluvaiheessa suunnitteluryhmässä tehdyt korjausratkaisupäätöksen perustelut eivät kantaudu suunnittelijoille tai ainakaan työmaalle, jossa ratkaisua voidaan muuttaa, koska sen taustaa ei ymmärretä. Sisäilmaongelmien korjaamisessa katkeamaton tiedonkulku tutkimuksesta rakentamisvaiheeseen on erittäin tärkeää.

Selvitykset ja tutkimukset pohjana oikeille korjausratkaisuille

Valitettavan usein sisäilmakorjaukset eivät "paranna" rakennusta, vaan siellä esiintyy korjausten jälkeenkin ongelmia. Usein tähän on synnä se, ettei ongelmien syitä ole saatu selville. Osittain tähän on synnä myös se, ettei vielääkään ole riittävästi tietoa, mitkä tekijät aiheuttavat käyttäjien oireilua ja sairastumista. Virheellisten tai puutteellisten korjaustoimenpiteiden tustalla voi olla tutkimusten puutteellisuus tai tutkimuksen suorittaneiden henkilöiden asiantuntemuksen puute. Tällöin mm. kosteusmittaukset tai muut mittaukset ja näytteenotto voidaan suorittaa väärin tai niiden tuloksia tulkitaan virheellisesti. Erityisesti johtopäätösten tekemisessä tarvitaan monipuolista osaamista ja kokemusta, jotta hallitaan ongelmien syinä usein olevien monien tekijöiden vaikutus. Toimenpide-ehdotuksia esitetään yhä useammin ylikorjaukseen johtavia toimenpiteitä, esimerkiksi pintavesien aiheuttamien ongelmien korjaamiseksi esitetään varmuuden vuoksi myös salaojittusta. Ensiarvoisen tärkeää korjausten onnistumisen kannalta on siis varmistua kuntotutkijoiden ammattitaidosta.

Kuntotutkimus käynnistyy esiselvitysvaiheella, jolloin hankitaan lähtötiedoksi kohteen piirustukset, aiemmat kuntoarvio- ja tutkimusraportit sekä tietoja korjaushistoriasta. Oleellista on myös kar-
toittaa ongelmaa haastattelemalla käyttäjää, huoltomiestä ja kohteen isännöitsijää. Ensimmäisessä vaiheessa koululla tehdään aistinvarainen kohde-
katselmus. Näiden lähtötietojen perusteella laaditaan alustava tilanne- ja riskiarvio. Tässä vaiheessa voidaan yleensä laatia tutkimussuunnitelma ja tutkimuksen mittaushjelma. Lisäksi tilannearvion pe-



Kuva 4. Mikäli kuntotutkimuksen esiselitysvaiheessa havaitaan selviä vaurioiden syitä, tulee korjaustoimet käynnistää välittömästi.

rusteella voidaan tarvittaessa käynnistää kiireellissimät korjaustoimenpiteet.

Varsinaiset tutkimukset voivat koostua käyttäjäkyselystä, kosteusteknisestä, ilmanvaihtojärjestelmän ja/tai putkiston sekä sisäilmaston kuntotutkimuksesta. Yleensä aina tutkimukseen kuuluu olemassa olevien rakenteiden riskianalyysi, jossa selvitetään rakennetyypit, niiden lämmöneristyskyky ja kosteustekninen toimintatapa. Lisäksi aina kartoitetaan rakenteiden toimintaa ainetta rikkomattomilla tutkimusmenetelmillä, kuten rakenteiden kosteustilanteen alustavalla kartoituksella pintakosteustunnistimen avulla. Usein rakenteita kartoitetaan avauksilla ja porauksilla, jotta voidaan varmistaa rakenteiden suunnitelmien mukaisuus ja kunto.

Tarvittaessa tehdään tarkemmat kosteustekniset kuntotutkimukset kosteusmittauksilla, näytteenotoilla ja rakennusfysikaalisilla laskelmilla mahdollisten kosteusvaurioiden syyn ja laajuuden selvittämiseksi.

Ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimuksessa selvitetään mm. ilmanvaihtokoneiden palvelualueet, tutkitaan ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta ja äänenvaimennusmateriaaleja, mitataan ilmamääriä pistokoeluntonisesti, arvioidaan ilmanjakotavan toimivuutta sekä tarkastetaan iv-koneiden kunto. Putkistojen kuntoa arvioidaan kuntotutkimuksissa useimmiten kuvaamalla putkistoa.

Sisäilmaston kuntotutkimuksen perusmittaukset kuuluvat nykyisin yleensä aina osaksi kuntotutkimusohjelmaa, eli lähes aina seurataan paine-eroja

vaipparakenteiden yli sekä seurataan sisäilman suhteellista kosteutta ja lämpötiloja vähintään muutama vuorokauden kestävien mittausjaksojen ajan. Mikäli ilmanvaihdon toimivuudessa epäillään puutteita, seurataan myös hiilidioksidipitoisuuden vaihtelua. Tarvittaessa talvikautena voidaan ottaa myös sisäilman mikrobiinäytteitä. Hyvin usein nykyään selvitetään myös pölyn laatua, kemiallisten yhdisteiden (VOC) ja teollisten mineraalikuittujen esiintymistä. Myös akustisten olosuhteiden selvittäminen tai pintalämpötilojen mittaaminen lämpökamera-kuvausten avulla voi olla osana sisäilmaston kuntotutkimusta.

Kenttätutkimusten, mittausten ja laboratorioanalyysien valmistuttua tehdään johtopäätökset sisäilmaongelmien syistä sekä rakenteissa ja/tai järjestelmissä esiintyvien ongelmien laajuudesta. Johtopäätöksissä esitetään arvio rakenteiden kunnosta ja siihen liittyvistä riskeistä sekä siitä, mistä sisäilmaongelmat tai kosteusvauriot johtuvat, kuinka laaja ongelma tai vaurio on ja miten se vaikuttaa rakenteen kestävytyteen, ilmanvaihdon riittävytyteen tai haittaan tilojen käyttäjille. Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta tehdyissä johtopäätöksissä esitetään esimerkiksi rakennuksen yli- tai alipaineisuus, ilmamäärien riittävyys henkilömääriin nähden, ilmamäärien säädettävyys ja tarvittavien muutosten toteuttamisen laajuus ja laatu (helppo/vaativa).

Johtopäätösten perusteella laaditaan toimenpide-ehdotukset. Toimenpide-ehdotuksissa esitetään korjaustapavaihtoehdot ja/tai jatkotoimenpide-ehdotukset. Kuntotutkimusten toimenpide-esitysten tulee olla niin tarkkoja, että niiden pohjalta voidaan tarkoituksesta ja toimenpiteestä riippuen laskea hankesuunnitteluvaiheen kustannusarvio, tilata korjaussuunnittelu taikka toteuttaa pieniä kunnossapitokorjauksia tai huoltotoimenpiteitä suoraan.

Kuntotutkimusten raportointi

Tutkimuksesta laadittavassa kirjallisessa raportissa esitetään tutkimus- ja mittaustulokset sekä näistä tehtävät johtopäätökset. Raportin tulee olla mahdollisimman selkeä ja yksiselitteinen sekä keskittyä vain oleellisiin tekijöihin. Lisäksi muiden kuin rakennusalan edustajien tulee ymmärtää siitä pääasiat. Raportin tulee olla ymmärrettävissä ilman kohteen rakennepiirustuksiin tai muuhun taustaineistoon tutustumista. Oleellista on, että raportissa on riittävästi valokuvia ja mm. rakenneleikkauksia riskialttiista rakenteista. Mittaustulokset, kuten laajat kosteusmittaukset, ilmamäärämittauspöytäkirjat, paine-eromittaukset, ilmanvuotolumittaukset, lämpötila- ja CO₂-mittaukset sekä laboratoriolausunnot, joissa esitetään paljon mittaustuloksia, kootaan yleensä liitteiksi. Paikannuspiirustuksissa esitetään mm. mittauspisteiden ja näyt-

teidenottokohtien sijainnit ja joko samassa tai eri kuvassa vauriokartta, johon on merkitty vaurioituneeksi todetut alueet.

Vaikeissa ja moniongelmaisissa kohteissa tutkimuksen tekoon voi osallistua rakennustekninen asiantuntija, LVI-asiantuntija, rakennusfysiikka-asiantuntija sekä mikrobiasiantuntija/sisäilma-asiantuntija, jolloin raportti voi muodostua monen eri tutkijan tekemästä tutkimuslaskeluksesta. Raportissa tulee kuitenkin olla tutkijoiden yhteistyössä laatima yhteinen lyhyt tiivistelmä, jossa esitetään päätulokset ja yhteisesti suunnitellut korjaustapa-vaihtoehdot. Yhteistyön merkitys korostuu erityisesti suurissa ja moniongelmaisissa kiinteistöissä heti tutkimustyön alkuvaiheessa.

Raportissa esitetään korjaustapavaihtoehdot vaurion tai sisäilmaongelman ja niiden syyn poistamiseksi. Tarkoitus ei ole laatia yksityiskohtaista korjaussuunnitelmaa vaan periaatteelliset ratkaisut, joilla varmistetaan joko rakenteiden moitteeton rakennusfysikaalinen toiminta ja niihin liittyvät kriittiset rakenneyksityskohdat tai lämmitys- tai ilmanvaihtojärjestelmän paras mahdollinen toiminta käytettävissä olevalla tekniikalla. Ilmanvaihtotekniikassa selvityksissä esitellään suositukset lvi-tekniikan uusimistarpeesta, mm. ilmanvaihtokoneiden uusimis- tai korjaustarve, ilmanvaihtokanaviston korjaus- tai suurennustarve, pääte-elimien korjaus- tai uusimistarve ja teollisten mineraalikuilulähteiden eliminointitarve.

Korjausratkaisujen valinta

Kuntotutkimuksen tuloksena saadaan toimenpideehdotukset. Korjaustoimenpiteistä on usein kuitenkin monia vaihtoehtoja. Useimmiten yhtenä vaihtoehtona on rakenteen tai järjestelmän uusiminen kokonaisuudessaan. Lisäksi usein löytyy vielä pari muuta vaihtoehtoista korjausratkaisua. ”Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen” esittelee koulujen tyypillisimpien kosteusvaurioiden korjaamiseen pääosin kolmen tasoisia vaihtoehtoisia ratkaisuja. Kosteusvaurion syy ja vaurioitunut materiaali tulee yleensä poistaa. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista tai järkevää. Tällöin tulee kuitenkin estää epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan ja ehkäistä rakenteen vaurioituminen jatkossa. Tyypillisesti epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan voidaan estää tiivistyskorjauksilla ja rakennuksen painesuhteiden hallinnalla – alipaineistamalla vaurioitunut rakennusosa käyttötiloihin nähden tai ylipaineistamalla rakennus ulkoilmaan nähden. Vaurioiden piilottamisesta ei kuitenkaan ole kyse, eikä se ole hyväksyttävä korjaustapa. Vielä viime vuosikymmenellä esimerkiksi maanvastaisen seinän kosteusvaurioita ”korjattiin” levyttämällä seinä. Siitä aiheu-

tui yleensä nopeasti ongelmien pahenemista, kun kosteus aiheutti mikrobivaurioita myös levyrakenteeseen.

Korjausratkaisua tehtäessä tulee olla varmuus vaurion aiheuttajasta. Korjaustavan valintaan voivat vaikuttaa myös rakenteen vaurioitumisaste (mm. toksisten homeiden määrä) sekä vaurion sijainti rakenteessa, esimerkiksi keskellä taloa olevia maanpaineeseiniä on mahdollonta korjata uutta vastaaviksi. Korjausratkaisun valintaan vaikuttavat tilojen käytön asettamat vaatimukset, varastotiloihin voidaan valita erilainen korjaustapa kuin luokkatiloihin. Lisäksi tulee ratkaista, kuinka pitkäaikaista korjausta ollaan tekemässä ja mitä liittyviä korjauksia tehdään samalla. Korjaustavan valintaan vaikuttavat tietysti myös korjausten kustannukset. Mikäli korjaustarve on kiireellinen eikä siihen ole voitu varautua taloudellisesti etukäteen, joudutaan usein valitsemaan edullisempi, mutta mahdollisesti väliaikainen korjausratkaisu, jotta toiminta tiloissa voidaan turvata. Myös väistötilat voivat vaikuttaa ratkaisuihin – jos oppilaat voidaan nopeasti siirtää pois vaurioituneista tiloista odottamaan laajempaa korjausta, ei välttämättä tarvitse tehdä nopeita korjausratkaisuja. Usein myös rakennussuojelliset näkökulmat vaikuttavat korjausratkaisuihin.

Korjausratkaisua tehtäessä tulee pyrkiä tiedostamaan valittavaan ratkaisuun liittyvät riskit. Esimerkiksi mikäli ratkaisu perustuu alipaineistukseen tai pumppaamoon, tulee ratkaista, miten ja mihin järjestelmä hälyttää, jos laitteistoon tulee vika. Sisäilmaongelmien terveysvaikutuksista on olemassa paljon tietoa, kun taas ulkoseinärakenteiden mikrobien terveyshaitoista ei ole.

Tyypillinen rakenne, jonka korjaamisesta voidaan esittää monia erilaisia näkemyksiä, on maanvastainen lattia. Ongelmien syynä näissä lattioissa voi olla esimerkiksi kapillaarinen kosteuden nousu, ilmanvuodot maaperästä, putkivuodot, rakennusaikainen kosteus tai diffuusiolla siirtyvä kosteus. Maanvastaisten lattioiden tyypillisin ongelma ovat ilmanvuodot maaperästä eli epätiiviiden läpivientien tai seinän ja lattian liittymien kautta. Näitä ongelmia esiintyy lähes kaikenikäisissä maanvastaisissa lattioissa. Maanvastaisten rakenteiden mikrobiologinen toimivuus -tutkimuksessa todettiin maaperässä esiintyvän mikrobikasvustoa lähes aina ja usein myös maanvastaisen lattian lämmöneristeissä. Mikäli rakennus on alipaineinen ja liittymät lattiasa epätiivittä, pääsee epäpuhtauksia sisäilmaan. Tällöin järkevintä on tiivistää rakenteet ja säätää ilmanvaihto mahdollisimman tasapainoiseksi (myös yöaikaiselle likaisten tilojen poistolle järjestetään hallittu korvausilma). Lattian uusiaan pelkkien alapujalaatan alta otettujen mikrobinäytetulosten perusteella ei tulisi koskaan lähteä.

Lattian kosteusongelmaa ehdotetaan usein hoidettavaksi salaojituksella. Usein maaperän suuri kosteustuotto johtuu kuitenkin puutteellisesta sadevesien ohjauksesta. Salaojituksesta ei välttämättä ole myöskään apua syvärunkoisen rakennuksen keskialueen lattioiden ongelmiin, ainakaan mikäli lattian alta puuttuu salaojituserros. Vanhoissa lämmöneristämättömissä lattioissa ongelmia on yleensä syntynyt, kun kostea maaperä on vuosien myötä lämmennyt lähes samaan lämpötilaan sisätilojen kanssa. Kun tiloihin tilamuutosten yhteydessä asennetaan muovimatto, aiheuttaa diffuusio kosteusongelman maton alapintaan, koska kosteus ei pääse enää haihtumaan vapaasti betonipinnalta. Ongelma voidaan usein korjata pinnoittamalla lattia kosteutta läpäisevällä ja kosteutta kestävällä pinnoitteella, esimerkiksi epoksimaalilla tai keraamisella laatoituksella. Koulutiloissa nämä eivät kuitenkaan usein tule kysymykseen erityisesti niistä aiheutuvien meluongelmien takia, vaan lattiapinnoitteen pitää olla pehmeämpiä, muovimattotyyppisiä. Muovimattoa voidaan käyttää rakentamalla betonilaatan päälle tuulettuva lattia tai tuulettu-

va matoratkaisu. Muovimaton alla voidaan myös käyttää kosteussulkua, joka estää kosteuden pääsyn tasoite-, liima- ja matorakkeihin, jotka voisivat vaurioitua kosteuden vaikutuksesta.

Mikäli lattiaa korjataan peruskorjauksen yhteydessä, jolloin myös putkia uusitaan lattian alta tai tehdään merkittäviä tilamuutoksia, voi lattiarakenteen uusiminen kokonaan aluskerroksineen olla perusteltua.

Ilmanvaihtojärjestelmästä johtuvien sisäilmaongelmien korjauksissa on yleensä vähemmän vaihtoehtoja. Usein järjestelmää puhdistetaan, ilmamääriä säädetään ja mineraalivilkkeitujen lähteenä olevia äänenvaimennuspintoja pinnoitetaan. Väliaikaisesti voidaan korvausilman saantia tehostaa lisäämällä esimerkiksi paikallisia korvausilmahuuhaltimia ja korvausilman lämmittimiä. Tilannetta voidaan näin väliaikaisesti parantaa, kunnes ilmanvaihtojärjestelmä voidaan uusia nykyvaatimukset täyttäväksi. Ilmanvaihtojärjestelmän uusimisessa ongelmia aiheutuu usein liian matalista tiloista sekä rakennussuojelusta, kun esimerkiksi koulujen käytävämiljööt on suojeltu, ilmanvaihdon koneet eivät mahdu koulun nykyisiin tiloihin ja katolle ei suojelusta voi rakentaa konehuonetta. Lisäksi koulun peruskorjauksen vaiheistus ja energiatehokkuus pitää ottaa huomioon suunnittelussa. Usein vaaditaan innovatiivista suunnittelua erilaisten vaatimusten yhteensovittamisessa.

Hankalissa sisäilmaongelmatapauksissa korjausratkaisut kannattaa tehdä moniammatillisissa sisäilmaryhmissä, joissa on ainakin rakennuksen käyttäjien, työsuojelun, terveydensuojeluviranomaisen, rakennuksen ylläpidosta vastaavan ja terveydenhuollon edustus sekä korjausprojektin vastuuhenkilö ja sisäilma-asiantuntija. Tällöin korjausratkaisu tulee arvioiduksi monesta näkökulmasta, ja myös käyttäjät saadaan sitoutumaan korjausratkaisuun. Se parantaa luottamusta korjausten onnistumiseen. Moniammatillinen sisäilmaryhmä seuraa yleensä korjausprosessia sen koko keston ajan.

Sisäilmaongelman korjaukseen tulee sisällyttää usein normaalia rakentamisen loppusivousta perusteellisempi siivous. Lisäksi tiloissa ennen korjauksia olleen irtaimiston puhdistustarve tulee selvittää.

Viestintä ja korjausten onnistumisen seuranta

Oleellista sisäilmakorjauksissa on, että tilan käyttäjät saavat tarvitsemaansa tietoa prosessin etenemisestä säännöllisesti sen kaikissa vaiheissa. Normaleissa kunnossapitokorjauksissa riittää, että esimies tiedottaa asiasta esimerkiksi työyhteisön normaalin kokouksen yhteydessä. On tapauskohtaisesti-



Kuva 5. Koulujen suunnitteluratkaisuissa tulisi kiinnittää enemmän tilojen siivottavuuteen. Oheisessa koulun aulatilassa on erittäin paljon pölyä kerääviä yläpintoja, joiden siivoaminen on erittäin vaikeaa. Korjausten yhteydessä hyvin toteutetulla suojauksella vähennetään pölyn leviämistä ympäröiviin tiloihin.

Taulukko 1. Viestintä osana korjausprosessia.

Käyttäjän rooli	Ilmoittaa ongelmasta	Kommentoii tutkimus-suunnitelmaa, antaa esitietoja tutkimuksen avuksi	Saa tilaisuuden esittää kysymyksiä ja antaa esitietoja tutkimuksen avuksi	Saa tilaisuuden esittää kysymyksiä	Tutustuu korjaustoi-miin paikan päällä työ-maalla	Saa tilaisuuden esittää kysymyksiä	
PROSESSIN VAIHE	HAVAITO	ESISELVITYS	TUTKIMUS	KORJAUSTÖI-DEN SUUN-NITTELU	KORJAUS-TYÖT	SEURANTA	
	→	→	→	→	→	→	
Viestinnän väline	Palaute: puhelimitse, sähköpostitse tms.	Tiedote 1 (tai muu tilanteeseen sopiva väline tai keino)	<i>Tutkimuksen aikaiseen yhteis-työhön liittyvä tiedotus, tarvittaessa alustavat tutkimus-tiedot.</i>	Tiedote 2 Tiedotus-tilaisuus 1	Tiedote 3 Tiedotus-tilaisuus 2 (tarvittaessa)	<i>Korjausten aikaiseen yhteistyöhön liittyvä tiedotus, käytännön toimenpiteiden esitte-ly käyttäjille, esim. työmaa-käynti.</i>	Tiedote 4 Seuranta-tilaisuus (tarvittaessa)
Viestinnän pääsisältö	Kerrotaan, että ilmoitus on perillä ja asian selvitys alkaa.	Tutkimus-suunnitelma, tutkimus-aikataulu.		Raportti julki, tutki-mustulokset ja niiden vaikutus.	Toimen-piteet, aikataulu ja vaikutus käyt-täjien toimin-taan.	Seuranta-tulokset, mahdolliset jatkotoimen-piteet.	

ti varmistettava, että kaikki tarvitsevat saavat tiedon ja että tieto on kaikille samansisältöinen. Kun koulussa on todettu sisäilmaongelma, jolla on huomattava vaikutus koko koulun toimintaan ja joka on saattanut vaikuttaa oppilaiden hyvinvointiin, tulee tutkimuksen tuloksista ja suunnitelluista toimenpiteistä tiedottaa myös oppilaiden vanhemmille. Yleensä se tulee toteuttaa sekä vanhempainil-tana että kirjallisena tiedotteena. Vanhempainillassa tulee olla rakennuksen ylläpidosta vastaava henkilö tai korjausprojektin vastuuhenkilö, terveyden-suojeluviranomaisen, kouluterveydenhuollon ja opetustoimen edustus sekä sisäilma-asiantuntija. Taulukossa 1 on esitetty viestinnän vaiheet ongelmanratkaisuprosessin näkökulmasta.

Sisäilmaongelman korjausprosessilla tulee olla päätepiste. Korjausten tavoitteesta ja seurannan keinoista tulisi sopia viimeistään korjauksia suunniteltaessa. Usein tavoitteena on ongelmien poistuminen. Yleensä tavoitteeksi ei voida asettaa kaikkien käyttäjien oireilun loppumista, sillä ainakin vaikeissa sisäilmaongelmissa rakennuksessa pahasti altistuneet käyttäjät eivät välttämättä pysty palaamaan rakennukseen korjaustenkaan jälkeen.

Sisäilmaongelmissa vaikein kysymys on aina ollut rakennuksen turvallisuuden ja terveellisuuden toteaminen. Sisäilman vaikutus on monen tekijän summa, ja eri sisäilmatekijöillä on erilainen vaikutus tilojen käyttäjien terveyteen. Sisäilmakorjauksissa poistetaan sisäilmahaittaa aiheuttavat tekijät, mut-

ta esimerkiksi sisäilman mikrobimittauksiin liittyvien epävarmuuksien takia sitä ei sisäilmamittauksilla pystytä useinkaan aukottomasti osoittamaan. Korjausten onnistumisen arviointiin ja seurantaan käytettävien mittausten tarve tuleekin aina arvioida erikseen. Mikäli sisäilmamittauksia tehdään, suositellaan niitä tehtävän aikaisintaan 3–6 kuukautta korjausten jälkeisten siivousten jälkeen.

Usein onnistumista tulee arvioida korjausprosessin onnistumisen avulla. Prosessin onnistumista tulisi seurata ja dokumentoida koko korjausprosessin ajan ja panostaa erityisesti valvontaan. Lisäksi esimerkiksi sisäilmaryhmä voi tehdä työmaakäyntejä. Sisäilmaolosuhteita voidaan seurata katselmoimalla tilat säännöllisesti myös korjausten jälkeen sekä voidaan seurata käyttäjien arviota sisäilmasta (haastattelut, kyselyt) ja heidän hyvinvointiaan esimerkiksi terveydenhuollon tilastoja seuraamalla tai ilmoitusmenettelyllä. Sisäilmastokyselyn tuloksia voidaan parhaiten hyödyntää, jos kysely on tehty myös ennen korjaustoimenpiteitä tutkimusten yhteydessä. Seuranta voidaan kytkeä korjausten takuutarkastuksiin.

Kirjallisuus

Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen; Opetushallitus 2008 Osa 1:
http://www.oph.fi/download/46462_sisailmaongelmaisten_koulurakennusten_korjaaminen.pdf

Sisäympäristöongelmien ratkaiseminen kuntien rakennuksissa – Ohje toimintatavoista sisäympäristö-ongelmia hoitaville ryhmille ja henkilöille; Suomen Kuntaliitto, 2010

<http://hosted.kuntaliitto.fi/intra/julkaisut/pdf/p20100826130446553.pdf>

Maanvastaisten rakenteiden mikrobiologinen toimivuus; Virpi Leivo ja Jukka Rantala, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennetekniikan laitos, raportti 139, 2006

Terveelliset tilat -tietojärjestelmä, 2008
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/

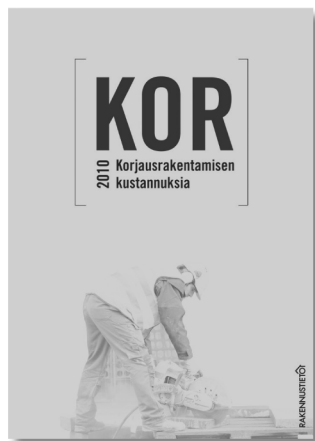
Sisäilman hyväksi. Toimintamalli vaikeiden sisäilma-ongelmien ratkaisuun, Lahtinen Marjaana, Lappalainen Sanna, Reijula Kari, 2008

Selätä sisäilmastokiista – viesti viisaasti, Lahtinen Marjaana ja muut, Työterveyslaitos. 2010

Korjausrakentamisen kustannuksia 2010

Käsikirja täydentää vuosittain ilmestyvää Rakennusosien kustannuksia -kirjaa. Kirjassa esitetään tyypillisten korjausrakennuskohteiden rakenteiden purku- ja kunnostuskustannuksia. Talo 2000 -nimikkeistön mukaisesti jäsennellyt kokonaisuudet käsittävät rakennusosien purkamisen ja alustan valmistelun uudisrakentamisen lähtötilannetta vastaavalle tasolle. Kun rakenne tai sen osia on purettu tai kunnostettu, uuden rakenteen kustannukset lasketaan Rakennusosien kustannuksia -kirjan tietojen avulla.

Rakennustieto Oy, 2010
978-951-682-950-3
60 s., 65 €



*Tilaukset verkkokaupasta kauppa.rakennustieto.fi
Puh. 0207 476 401*

RAKENNUSTIETO