



Mikko Finnilä

Koulurakennuksen kuntoarvio ja PTS

Koulurakennuksen kuntoarvio ja PTS

Mikko Finnilä
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, Talonrakennustekniikka

Tekijä: Mikko Finnilä

Opinnäytetyön nimi: Koulurakennuksen kuntoarvio ja PTS

Työn ohjaajat: Hannu Kääriäinen, Unto Koskinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 2014 Sivumäärä: 33 + 4 liitettä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Ylivieskassa sijaitsevan Raudaskosken koulun kuntoa ja nykytilannetta. Raudaskosken koulun kunnan tutkiminen tuli ajankohtaiseksi syksyllä 2013, kun koulussa tuli esille epäily sisäilmaongelmasta. Työn tilaajana toimii Ylivieskan kaupunki.

Raudaskosken koulun kunnan tutkimisen menetelminä käytettiin kuntoarviota ja lämpökuvausta. Kuntoarvio aloitettiin laatimalla käyttäjäkysely koulun henkilökunnalle sekä tutustumalla koulun piirustuksiin ja korjaushistoriaan. Lähtötietojen ja käyttäjäkyselyn pohjalta koululle suoritettiin kiinteistötarkastus ja laadittiin kuntoarvioraportti. Lopuksi kuntoarvion ja lämpökuvausraportin pohjalta koululle laadittiin pitkän tähtäimen suunnitelma (PTS), johon on ehdotettu koulun korjausten ajankohdat sekä laskettu alustavia kustannuksia.

Yleisiltä osin Raudaskosken koulu on kohtalaisessa kunnossa. Välitöntä korjausta vaatii vanhan rakennuksen alapohja, josta löydettiin sienikasvusto tarkastuksen yhteydessä. Lähitulevaisuudessa muita suuria korjauksia tulevat olemaan molempien rakennusten vesikattojen uusiminen sekä laajennusosan perusmuurin kosteudeneristäminen ja salaojien uusiminen. Koululla on lähitulevaisuudessa odotettavissa myös muita isohkoja korjauksia. Korjausten toimeenpano ja laajuus riippuvat Ylivieskan kaupungin käytettävissä olevista resursseista ja Raudaskosken koulun tulevista oppilasmääristä.

Avainsanat:

kuntoarvio, pitkän tähtäimen suunnitelma, lämpökuvaus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering

Author: Mikko Finnilä

Title of thesis: Condition estimate and long term maintenance plan for School Building

Supervisors: Hannu Kääriäinen, Unto Koskinen

Term and year when the thesis was submitted: spring 2014 Pages: 33+4 appendices

The aim of this thesis was to investigate the condition of a school building which is located in Raudaskoski, Ylivieska. An examination of the condition school became an issue in autumn 2013, when a suspicion about an indoor air problem was raised. The client of this thesis is the city of Ylivieska.

The methods used to examine the condition of the Raudaskoski school included a condition estimate and thermal imaging. The condition estimate was begun by having the school staff answer a survey and by studying the school's blueprints and repair history. Using the output data and the user survey as a basis, a real estate inspection was performed in the school building. Then the condition estimate report was drafted.

Finally, a long-term plan based on the condition estimate and the thermal imaging report was made. The plan included a proposed timing for the school's repair as well as a calculation of the initial costs.

The Raudaskoski school is, generally speaking, in a satisfactory condition. Immediate repairs are required on the base floor of the old building, where fungal growth was found during the inspection. In the near future other major repairs are going to be made in both buildings, including for example roofing replacement, expansion of the foundation wall insulation and a moisture drains renewal. Other large repairs in the school are expected in the near future. Implementation of the repairs depends on the resources available for the city of Ylivieska and the future number of pupils in the Raudaskoski school.

Keywords:

condition estimate, long term maintenance plan, thermal imaging

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Ylivieskan kaupungin kanssa syksyn 2013 ja kevään 2014 aikana. Työn tavoitteena oli tutkia Ylivieskassa sijaitsevan Raudaskosken koulun kuntoa ja korjaustarpeita. Työn tekeminen on ollut mielenkiintoista ja hyödyllistä tulevaisuutta ajatellen.

Haluan kiittää Ylivieskan kaupungin rakennuspäällikköä Unto Koskista ja ohjaajaani lehtori, erikoistutkija Hannu Kääriäistä hyvistä neuvoista ja opastuksesta työssäni. Haluan myös kiittää Raudaskosken koulun henkilökuntaa hyvästä vastaanotosta koululla käydessäni sekä aktiivisuudesta työtäni kohtaan.

Toivon, että työstäni on hyötyä Raudaskosken koululle tehtävien jatkotoimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa.

Keväällä 2014

Mikko Finnilä

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	RAKENNUKSEN KUNNON JA ENERGIATEHOKKUUDEN TUTKIMUSMENETELMÄT	9
2.1	Kuntoarvio	9
2.1.1	Kuntoarvion sisältö	9
2.1.2	Kuntoarvion vaiheet	10
2.1.3	Kuntotutkimus	11
2.2	Lämpökuvauus	12
2.2.1	Lämpökuvauksen periaate	12
2.2.2	Tavoitteet ja kuvauskohteet	12
2.2.3	Mittausolosuhteet	13
3	SISÄILMAN EPÄPUHTAUDET	15
3.1	Mikrobit	15
3.1.1	Yleistä	15
3.1.2	Mikrobien kasvuolosuhteet	15
3.1.3	Mikrobien aiheuttamat oireet	16
3.1.4	Mittausmenetelmät ja viitearvot	16
3.2	Kemialliset epäpuhtaudet	18
3.2.1	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	19
3.2.2	Formaldehydi	23
3.2.3	Sisäilman hiukkaset	24
3.2.4	Hiilidioksidi	25
4	SISÄILMASTO- JA KOSTEUSVAURIOKORJAUSHANKKEEN ETENEMINEN	27
4.1	Korjaushankkeen lähtökohdat	27
4.2	Korjaushankkeen vaiheet	27
4.2.1	Tutkimukset	29
4.2.2	Korjaussuunnittelu	30
4.2.3	Korjaushankkeen toteutus ja laadunvarmistus	30
4.2.4	Suojaus ja loppusiivous	31
5	YHTEENVETO	33

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Ylivieskassa sijaitsevan Raudaskosken koulun kuntoa ja korjaustarpeita. Kohteen kunto selvitetään laatimalla kohteeseen kuntoarvio sekä lämpökuvaus. Lisäksi kohteelle laaditaan pitkän tähtäimen suunnitelma (PTS), jossa käsitellään kohteen jatkotoimenpiteiden kustannuksia ja aikatauluja. Opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa kohteen rakennustekniikkaan, mutta tutkitaan hieman myös rakennuksen LVIA-järjestelmää.

Raudaskosken koulu on rakennettu vuonna 1930, ja koulua on laajennettu vuonna 1963. Vanha rakennus on hirsirunkoinen, ja laajennusosa on ajalle tyypillisesti betonirunkoinen. Koulussa opiskelee lapsia esikoululuokasta 6. luokkaan. Yhteensä oppilaita on noin 130 ja henkilökuntaa noin 20.

Raudaskosken koulun kunnan tutkiminen tuli ajankohtaiseksi syksyllä 2013 koulussa ilmenneiden sisäilmaongelmaepäilyjen vuoksi. Kuntoarvion ja lämpökuvauksen lisäksi koululle tehdään samaan aikaan sisäilmatutkimus toisen toimijan taholta.

Ennen kuntoarvion laatimista kerätään kohteesta tausta- ja korjaushistoriatiedot. Myös aiemmin suoritetuista tutkimuksista käytetään hyväksi. Lisäksi koulun käyttäjille laaditaan käyttäjäkysely, josta saadaan ennakkotietoja mahdollisista ongelmakohdista ennen varsinaista kuntoarviotarkastusta.

2 RAKENNUKSEN KUNNON JA ENERGIATEHOKKUUDEN TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Kuntoarvio

2.1.1 Kuntoarvion sisältö

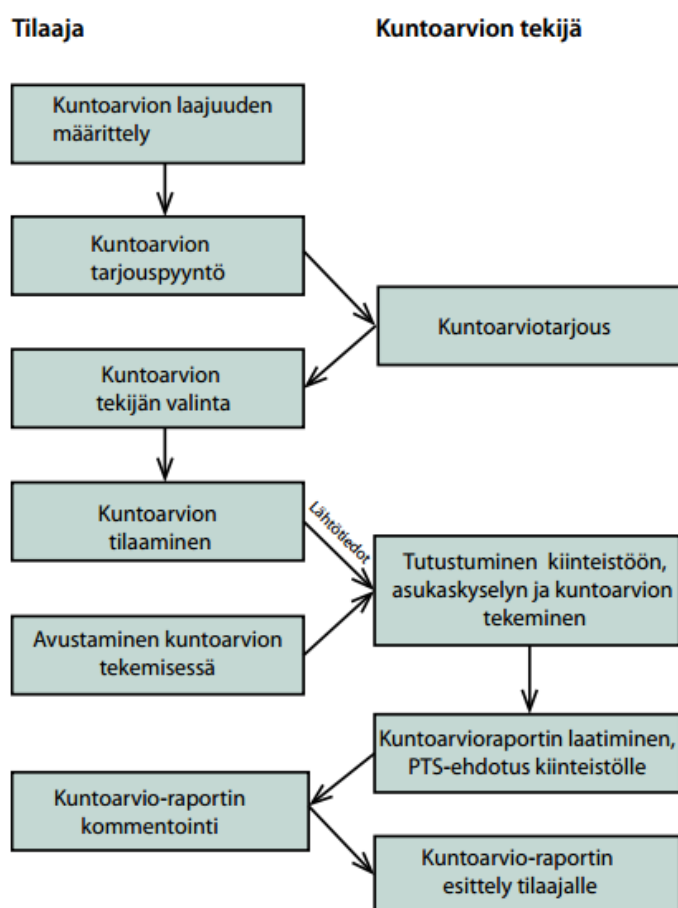
Kuntoarviossa selvitetään kiinteistön tilojen, rakennusosien, järjestelmien ja ulkoalueiden kunto. Kuntoarvio tehdään pääasiassa rakenteita ja materiaaleja rikkomattomin menetelmin aistinvaraisesti sekä kokemusperäisesti. Tarvittaessa voidaan tehdä myös ainetta rikkomattomia mittauksia. Kuntoarvio voidaan tehdä koko kiinteistölle tai vain jollekin tietylle rakennusosalle, rakenteelle, järjestelmälle tai laitteelle. (RT 18 -11131, 1-2.)

Tarvittaessa kuntoarviossa voidaan tehdä tarkempia mittauksia ja menetelmiä. Rakennusteknisiä mittauksia ovat muun muassa kosteuden mittaaminen pintakosteudenosoittimella riskikohdista tai kosteusvaurioituneeksi epäillyistä kohdista. Rakenteiden tyypillisiä riskikohtia voidaan myös tarkastella pistokokein käyttämällä kevyitä apuvälineitä ja käsityökaluja.

Kiinteistön kuntoarvion tavoitteena on kiinteistön kunnossapito- ja korjaussuunnittelun lähtötietojen hankinta. Arvio tulisi tehdä säännöllisin väliajoin, jotta kiinteistön arvosta, teknisestä kunnosta sekä energiataloudesta saataisiin kokonaiskuva ja korjaustoimenpiteet voitaisiin ajoittaa oikein. (RT 18 – 11086, 6-.)

2.1.2 Kuntoarvion vaiheet

Kuntoarvion hyvä valmistelu ja ennakkotietojen kerääminen sekä niihin huolellinen tutustuminen takaavat hyvän lopputuloksen. Kuntoarvion vaiheet pääpiirteittäin on esitetty kuvassa 1.



KUVA1. Kuntoarvion vaiheet (RT 18 – 11131, 3)

Ennen kuntoarvion laatimista selvitetään kohteen perustiedot, korjaushistoria, taustatiedot ja aikaisemmin tehdyt tutkimukset. Kohteen käyttäjille/asukkaille laaditaan käyttäjäkysely, josta saadaan ennakkotietoa mahdollisista ongelma- kohdista ennen varsinaisen kuntoarvion laatimista. Myös kiinteistöhoitajien ja siistijöiden sekä muun pitkän aikaa kiinteistössä toimineen henkilökunnan haastattelu on tärkeää.

Lähtötietoihin ja käyttäjäkyselyyn huolellisen perehtymisen jälkeen kiinteistöön tehdään kiinteistötarkastus. Kiinteistötarkastuksessa kiinnitetään huomioita rakenteiden, rakennusosien, laitteistojen ja järjestelmien kuntoon sekä terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttaviin tekijöihin. Myös korjausten kiireellisyyteen, korjausmenetelmiin ja riskivaikutuksiltaan merkittäviin asioihin kiinnitetään huomiota. Kiinteistön sisäilma, energiataloudellinen kunto ja ympäristövaikutukset ovat myös painotettavia asioita.

Kiinteistötarkastuksen pohjalta laaditaan kuntoarvioraportti. Kuntoarvioraportissa kohde käydään läpi rakennusosittain. Raportissa esitetään rakennusosan kunto ja ongelmakohdat sekä ehdotetaan toimenpiteitä ongelmien korjaamiseksi. Esille tuodaan myös asioiden tärkeysjärjestys ja tarkoituksenmukainen korjausjärjestys, kuten esimerkiksi vauriot, jotka laajentuessaan aiheuttaisivat merkittäviä vaurioita ja kustannuksia. Kuntoarviossa ei välttämättä löydetä piileviä vaurioita. Epäilyttävissä tapauksissa kuntoarvioraportissa suositellaan tarkempia kuntotutkimuksia. (RT 18 – 11131, 4.)

2.1.3 Kuntotutkimus

Kuntotutkimus on kuntoarviota tarkempi tutkimus, jossa voidaan löytää rakennuksen piileviä vaurioita, joita kuntoarviossa ei välttämättä ole löydetty. Kuntotutkimuksessa tutkitaan rakennuksen yksittäistä osaa tai järjestelmää, esimerkiksi rapattujen julkisivujen kuntotutkimus tai sähköjärjestelmien kuntotutkimus. Kuntotutkimuksessa voidaan tehdä laajempia ja tarkempia tutkimuksia sisältäen muun muassa mittauksia, näytteiden ottamisia sekä rakenteiden avauksia. Kuntoarvioija voi suositella kuntotutkimusta, mikäli kuntoarviota laatiessa on ilmennyt syitä tarkemmille tutkimuksille tiettyyn rakennusosaan tai järjestelmään. (RT 18 – 11086, 4.) Kuntotutkimuksen viisi tyypillisintä lähtökohtaa:

- mikrobitutkimuksen tulokset
- haju tai oireet
- tunnettu äkillinen kosteusrasitus, esim. putkivuoto tai tulva
- tiedossa oleva kosteus- tai homevaurio

- ennakoiva selvitys (Kosteusvaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 9).

Kuntotutkimuksessa esitetään tarkastuksessa löydettävät vaurioriskit. Mikäli näkyviä vaurioita löydetään, esitetään kuntotutkimuksessa niiden laajuus, syyt, vaikutukset sekä jatkotoimenpiteet. Kuntotutkimuksessa esitetään myös vaihtoehtoisia korjaustapoja vaurioituneille rakennusosille. (RT 18 – 11086, 4.)

2.2 Lämpökuvaus

2.2.1 Lämpökuvauksen periaate

Lämpökuvauksella tarkoitetaan pinnanlämpötilajakauman määrittämistä ja kuvaamista mittaamalla pinnan infrapunasäteily ja tulkitsemalla lämpökuva. Pinnan lämpötila mitataan lämpökameralla. (RT 14 – 10850, 2.)

Pintalämpötilojen mittaus lämpökuvauksella perustuu materiaalien pinnasta lähtevään lämpösäteilyyn. Pinnasta lähtevän säteilyn voimakkuus riippuu pintalämpötilasta ja pinnan emissiokertoimesta, joka tarkoittaa kykyä lähettää lämpösäteilyä. Materiaalin emissiokerroin voi olla 0-1. Luvulla tarkoitetaan pinnan kykyä säteillä infrapunaenergiaa suhteessa täydelliseen säteilijään eli mustaan kappaleeseen. (Paloniitty - Kauppinen 2006, 16.)

2.2.2 Tavoitteet ja kuvauskohteet

Pääsääntöisesti lämpökuvaus tehdään rakennuksen sisäpuolelta. Rakennus voidaan kuitenkin myös tarvittaessa kuvata rakennuksen ulkopuolelta sekä

lämmöneristyskerroksen ulkopuolelta niiltä osin kuin se on mahdollista. (RT 14 - 10850, 4.)

Lämpökuvauksella voidaan paikantaa rakennuksen lämpövuotokohtat rakenteita rikkomatta ja havaita, onko kyseessä heikko lämmöneristys, eristepuute, ilmavuoto, kylmäsilta tai joissakin tapauksissa kosteusvaurio. Lämpökuvauksella voidaan tutkia myös pinnoitteen kuntoa, esimerkiksi rappauksen kuntoa. (Paloniitty - Kauppinen 2006, 22.)

Lisäksi lämpökameran avulla voidaan selvittää rakennuksen toimivuuteen, asumisviihtyvyyteen ja olosuhteisiin liittyviä tekijöitä, kuten ilman virtausreitit, rakenteiden fysikaalista toimintaa ja LVIS-laitteiden toimintaa.

Tyypillisimmät lämpökuvauuskohdat ovat seinän ja lattian saumat, pistorasiat ja muut ilmansulun reiät, katon ja seinän saumat, ikkunat ja ovet sekä niiden liittymät (RT 14 – 10850, 2).

2.2.3 Mittausolosuhteet

Lämpökuvauksen mittausolosuhteille ei aseteta vaatimuksia, kun lämpökuvauksista käytetään urakoitsijan sisäisessä laadunvalvonnassa työn aikana. Tällöin lämpökuvauksia voidaan toteuttaa yksilöidyllä tavalla, kunhan rakennuksen lämpötekniset puutteet löydetään. Kun tarkastellaan valmiiden rakenteiden lämpöteknistä toimivuutta, vaaditaan seuraavat olosuhteet (Paloniitty - Kauppinen 2006, 49):

- Ulkoilman lämpötila ei saa poiketa yli ± 10 °C lämpökuvauksen aloittamisajan lämpötilasta viimeisen 12 tunnin aikana.
- Vähintään 12 tunnin aikana ennen lämpökuvauksia lämpötilaero ulkovaipan yli ei saa alittaa lukuarvoa $3/U$, missä U on rakennusosan teoreettinen lämmönläpäisykerroin $W/(m^2 \cdot K)$. Lämpötilaero ei saa olla kuitenkaan alle 15 °C.

- Lämpökuvattava osa ei saa olla alttiina auringon säteilylle viimeisen 12 tunnin aikana ennen lämpökuvausta ja lämpökuvauksen aikana. Jos kuvattava osa kuitenkin on ollut säteilylle alttiina, täytyy säteily mahdollinen vaikutus ottaa huomioon lämpökuvauksen tuloksia tulkittaessa.
- Ulkoilman lämpötila ei saa poiketa lämpökuvauksen aikana enempää kuin $\pm 5^{\circ}\text{C}$ eikä sisäilman lämpötila enempää kuin $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Kuvattavan kohteen sisätiloissa tulee olla ulkoilmaan verrattuna lievä alipaine. Alipaine ei saa kuitenkaan olla yli 15 Pascalia. Jos kohteessa on painovoimainen ilmanvaihto, on rakennuksen katonraja yleensä ylipaineinen ulkoilmaan nähden, mikä täytyy ottaa huomioon tuloksia käsiteltäessä. (RT 14 – 10850, 3.)
- Valmiiden rakenteiden ja rakennusten lämpökuvausta ei tule suorittaa poikkeuksellisen kylmissä olosuhteissa eikä myöskään tuulisissa olosuhteissa (yli 10 m/s).

Poikkeamat edellä mainituista olosuhteista tulee kirjata mittausraporttiin, ja ne tulee ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa. Rakennuksen ilmapuotoja voidaan korostaa suorittamalla lämpökuvaus kaksivaiheisena. Ensimmäisessä osassa lämpökuvaus suoritetaan normaalissa käyttöpaineessa, jonka jälkeen rakennukseen ajetaan suuri alipaine, jolla saadaan korostettua rakennuksen ilmapuotoja. (Paloniitty – Kauppinen 2006, 49.)

3 SISÄILMAN EPÄPUHTAUDET

3.1 Mikrobit

3.1.1 Yleistä

Rakennuksen mikrobikasvustolla tarkoitetaan rakenteissa ja pinnoilla olevaa home-, hiiva- tai bakteerikasvustoa. Kasvusto voi olla silminnähtävää tai se voi olla todettu mikrobiologisten analyysien avulla. Mikrobikasvustoa voi esiintyä esimerkiksi asunnon sisäpinnoilla, sisäpuolisissa rakenteissa, lämmöneristeissä sekä puisissa rakennusosissa. (Asumisterveysopas 2009,147 – 148.)

Mikrobikasvun suurin tunnusmerkki on tunkkainen tai maakellarimainen hajua. Myös kosteusläikät seinissä, katossa, lattiassa sekä tummat pisteet ja puun tummuminen ovat mikrobikasvuston tunnusmerkkejä. (RT 05 – 10710,6.)

3.1.2 Mikrobiten kasvuolosuhteet

Mikrobeilla on suotuisat kasvuolosuhteet kun suhteellinen kosteus (RH) on jatkuvasti yli 70 – 75 % sekä lämpötila on +10 - +55 °C. Ihanteellisimmat kasvuolosuhteet mikrobeille ovat, kun suhteellinen kosteus RH on 90 % ja lämpötila 20 °C. Rakennusosan homehtumisriski suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mukaan on kuvattu kuvassa 2. Alle 0 °C:n lämpötilassa mikrobit eivät pääsääntöisesti kasva. Vain joitakin mikrobisukuja voi kasvaa alle 0 °C:n lämpötilassa. Kasvuolosuhteiden kuivumista mikrobit siirtyvät lepotilaan, mutta jatkavat taas kasvua kosteuden noustua riittäväksi. Rakenteiden home- ja lahovaurioihin tarvitaan yleensä pitkäaikainen kosteusrasitus, joka ylittää materiaalin tai rakenteen kosteudensietokyvyn. Lyhytaikainen ja tilapäinen (muutamassa vuorokaudessa kuivuva) kosteusrasitus ei yleensä aiheuta haittaa. (RT 05-10710, 6.)

Rakennusosa	Homehtumisriski			
	suhteellinen kosteus < 70 %	70...80 %	80...90 %	> 90 % ja kapillaarialue
Rakennuksen sisäosat, väliseinät ja välipohjat	vähäinen, vaikka kosteusrasitus on jatkuva	vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina	*vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina	rakennusosa on pääsääntöisesti korjattava, ellei kosteuspitoisuus esiinny vain lyhyinä jaksoina, esimerkiksi märkätilojen sisäpinnoilla
Rakennuksen ulkovaipan ulko-osat	vähäinen, vaikka kosteusrasitus on jatkuva	vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina tai pidempiaikaisesti vuoden kylmimpänä aikana	*vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina tai kylminä vuodenaikoina	*rakennusosa on pääsääntöisesti korjattava, jos kosteuspitoisuus esiintyy pitkänä jaksoina, ellei rakenteen lämpötila olesamanaikaisesti alle 0 °C.

*Edellyttää laskennallista analyysyä.

KUVA 2. Rakennusosien homehtumisriski lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mukaan (RT 05-10710, 6)

Parhaita kasvualustoja mikrobeille ovat orgaaniset aineet, kuten puu, kuitu- ja lastulevyt, kankaat sekä orgaaniset saumamassat. Mikrobit kasvavat myös epäorgaanisten aineiden pinnoille, mutta kasvu ei ole yhtä herkkää kuin orgaanisten aineiden pinnoille. Monet sienet ja bakteerit ovat kasvuedellytyksiltään vaatimattomia. Mikrobin kasvun käynnistymiseen saattaa riittää pelkkä pöly betonin tai teräksen pinnalla, joka sisältää tarpeeksi ravinteita. (RT 05 – 10710, 6; Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus, 65.)

3.1.3 Mikrobin aiheuttamat oireet

Mikrobin aiheuttamia oireita rakennuksen käyttäjille ovat kurkun ja hengitysteiden ärsytysoireet, kuten nuha, tukkoisuus, kurkkukipu, kurkun karheus, nenän kutina ja yskä. Mikrobit aiheuttavat myös ihon ja silmien kutinaa sekä punoitusta. Yleisiä oireita ovat myös väsymys, kuumeilu, pahoinvointi ja nivelkivut. Pahimmillaan mikrobit voivat aiheuttaa muun muassa allergista nuhaa, astmaa sekä keuhkojen-, keuhkoputken- ja poskiontelojen tulehduksia.

3.1.4 Mittausmenetelmät ja viitearvot

Mikrobeja voidaan tutkia materiaali- ja pintanäytteenotolla sekä sisäilmanäytteenotolla. Pintanäyte otetaan noin 100 cm²:n suuruiselta alueelta. Näyte otetaan sivelemällä steriloitua pumpulipuikkoa kolmeen kertaan näytealueeseen. Siveilyn jälkeen pumpulipuikon varsi katkaistaan kiinnipitokohdasta ja loppuosa puikosta laitetaan laimennusliuosta sisältävään koeputkeen. Koeputki suljetaan huolellisesti ja lähetetään kylmiölaukussa laboratorioon saman päivän aikana.

Materiaalinäytteen ottamista suositellaan, kun mikrobikasvustoa epäillään olevan huokoisessa tai helposti irrotettavassa materiaalissa esimerkiksi kipsilevyssä tai eristeessä. Näytteenottokohdat valitaan vaurion laajuudesta riippuen eri puolilta vaurioituneen rakenteen osaa. Näyte otetaan noin 100 cm²:n kokoiselta alueelta materiaalin pinnasta. Näyte pakataan puhtaaseen muovipussiin ja lähetetään laboratorioon saman päivän aikana.

Mikrobien sisäilmanäytteenottoon suositellaan 6- tai 2-vaihekeräimiä, esimerkiksi Andersenin 6-vaihekeräintä. Mittaukset tulisi tehdä talvella, koska silloin ulkoilman sieni-itiöpitoisuudet ja aktinomykeettien pitoisuudet ovat pienimmillään. 6-vaihekeräimessä on 6 steriloitua agrimaljaa, joihin näytteet kerääntyvät. Maljoista avataan yksitellen kannet, ja maljat asennetaan keräimen välikkökannelle nastojen päälle kasvualusta ylöspäin. Kannet asetetaan kannet alaspäin puhtaan alustan päälle. Näytteenoton aikana oleskelua keräimen vieressä tulisi välttää. Ilmanäytettä kerätään pumpun avulla 10 - 15 minuutin ajan. Näytteenoton jälkeen keräin puretaan, ja kannet asetetaan maljojen päälle sekä merkitään vastaava impaktorin vaihe maljoihin.

Asumisterveysoppaan mukaan taajamassa sijaitsevien asuntojen sisäilman sieni-itiöpitoisuus on poikkeava, jos se on talvella 100 - 500 cfu/m³. Jos taajamassa sijaitsevan asunnon sieni-itiöpitoisuus talvella on yli 500 cfu/m³, on se mikrobikasvustoon viittaavaa. Jos sieni-itiöpitoisuutta tutkittaessa on käytettävissä sieni-itiöpitoisuudet vertailuasunnosta, tulkitaan sisäilman sieni-itiöpitoisuus kohonneeksi, jos se on yli 2 kertaa suurempi kuin vertailuasunnon sieni-itiöpitoisuus. Tämä koskee yli 100 cfu/m³:n näytteitä, jotka on otettu talvella. Asumisterveysoppaan mukaan myös aktinomykeetti-itiöiden esiintyminen yli 10 cfu/m³:n pitoisuuksina sisäilmassa talviaikana taajamassa sijaitsevassa asunnossa viittaa mikrobikasvustoon ja sisäilman terveyshaittaan.

Koulurakennuksen kosteus- ja homevauriot kirjassa on myös esitetty talviaikaan otettujen näytteiden tulkintaperusteita (kuva 3).

Taulukko 2. Talviaikaan otettujen ilmanäytteiden tulosten tulkintaperusteet.

VAURIOTON RAKENNUS (näytteiden pitoisuudet)	VIITTAA HOMEVAURIOON (näytteiden pitoisuudet)
Enintään muutama yli 50 cfu/m ³	Useita 50–200 cfu/m ³
Mediaani alle 12 cfu/m ³	Mediaani yli 20 cfu/ m ³
Useita ”nolla”-tuloksia	Harvoja ”nolla”-tuloksia

*KUVA 3. Talviaikaan otettujen ilmanäytteiden tulosten tulkintaperusteet (Koulu-
rakennuksen kosteus- ja homevauriot, 24)*

Jos mikrobipitoisuudet on määritetty sulan maan aikana, niitä tulee verrata ulkoilman mikrobipitoisuuksiin. Tällöin ulkoilman mikrobipitoisuudet ovat yleensä suurempia kuin sisäilman mikrobipitoisuudet. Tässä tapauksessa tulosten tulkinta perustuu lähes kokonaan ulko- ja sisäilmanäytteiden vertailuun. (Asumisterveysopas, 156 – 158, 171; Asumisterveysohje, 74.)

3.2 Kemialliset epäpuhtaudet

Sisäilma voi sisältää terveyshaittaa aiheuttavia määriä kemiallisia epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet voidaan jakaa epäorgaanisiin ja orgaanisiin yhdisteisiin. Kemiallisien epäpuhtauksien lähteitä ovat rakennus- ja sisustusmateriaalit, kosteuden vaurioittamat rakenteet, ihmisen toiminnot tai liikenteen ja teollisuuden päästöt. Yleisimpiä terveyshaittoja aiheuttavia aineita ovat muun muassa haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), formaldehydi, hiilidioksidi ja sisäilman hiukkaset. Muita kemiallisia epäpuhtauksia ovat muun muassa asbesti, ammoniakki, styreeni, hiilimonoksidi ja PAH-yhdisteet.

Epäpuhtauksien pitoisuudet sisäilmassa saattavat vaihdella rakennuksessa ja sen ulkopuolella tapahtuvien toimintojen ja ympäristöolosuhteiden (sääolot, sisäilman lämpötila, kosteus ja ilmanvaihto) mukaan. Samanaikaisesti ilmassa esiintyvillä yhdisteillä voi mahdollisesti olla toisiaan vahvistava vaikutus. (Asumisterveysopas 2009, 128.)

3.2.1 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

3.2.1.1 Lähteet ja aiheuttajat

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden lähteitä ovat rakennus- ja sisustusmateriaalit, ulkoilma (pakokaasut, teollisuuden liuotainepäästöt) sekä ihmisen oma toiminta (muun muassa pesu- ja puhdistusaineet). Kosteuden ja lämpötilan ollessa korkea monien orgaanisten aineiden päästöt lisääntyvät. Rakennusaikainen kosteus tai muu kosteusvaurio voi aiheuttaa rakennusmateriaalien rakenteen kemiallista hajoamista ja siten lisätä sisäilman VOC-pitoisuutta.

VOC-päästöt voivat olla sekä lyhyt- että pitkäaikaisia. Lyhytaikaisia päästöjä aiheuttavat esimerkiksi lakat ja maalit. Pitkäkestoisempia lähteitä voivat olla esimerkiksi teolliset mineraalivillakuidut tai huonolaatuinen PVC-muovimatto sekä sen liima, joista vapautuu muun muassa pehmitinaineita sekä lisä- ja apuaineita. Muovimattojen pehmitinaineita on muutettu vuosien aikana. Vuoteen 2007 asti yleisin pehmitinaine muovimatoissa oli di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti, jonka hajoamistuotteena syntyy 2-etyyli-1-heksanolia. Lisäksi joissakin muovimattojen liimoissa on esiintynyt 2-Etyyli-1-heksanolipitoisuutta. Vuodesta 2007 asti di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti on korvattu muilla pehmitinaineilla, joiden hajoamistuotteena syntyy 2-metyyli-1-oktanolia ja muita hiiliketjuja sisältäviä yhdisteitä. (Asumisterveysopas 2009,136 – 138; Keinänen 2013, 17.)

Muovimatosta saattaa vapautua myös TXIB:tä, joka on muovimattojen valmistuksessa käytetty viskositeetin alentaja. TXIB:n vapautuminen aiheutuu todennäköisesti märästä betonista vapautuvan kosteuden vaikutuksesta. Kuvissa 4 ja 5 on esitetty tyypillisiä sisäilmaan emittoituvia VOC-yhdisteitä ja mahdollisia päästölähteitä. (Asumisterveysopas 2009,136 – 138; Toimiston sisäilmaston tutkiminen, 106 – 107.)

YHDISTERYHMÄ Yleisimmät yksittäiset yhdisteet	ESIMERKKEJÄ MAHDOLLISISTA PÄÄSTÖLÄHTEISTÄ
Aromaattiset hiilivedyt	
Tolueneeni, ksyleenit, trimetyyli-bentseenit	Maalit, lakat, liimat, puhdistusaineet
Bentseeni	Maalit, lakat, liimat, puhdistusaineet
Etylibentseeni	Eristeet, linoleum
Alkoholit	
1-Butanoli	Puhdistusaineet, maalit, liimat, tasoitteet, laastit
2-Etyyli-1-heksanoli	Muovimatot, liimat
2-metyyli-1-propanoli	Puhdistusaineet, maalit, liimat, tasoitteet, laastit, pehmitinaineet
Fenoli	Puhdistusaineet, maalit, liimat, tasoitteet, laastit, PVC-pohjaiset pinnoitteet
Alifaattiset hiilivedyt	
Dodekaani, nonaani, pentadekaani, tetradekaani, undekaani	Maalit, liimat, tiivisteet, linoleum
Heksadekaani, tridekaani	Maalit, liimat, tiivisteet, linoleum
Dekaani	Maalit, liimat, tiivisteet, linoleum
Heptaani	Liimat, polyuretaani, lattiapäällysteet, linoleum
Oktaani	Liimat, polyuretaani, painetut puutuotteet, linoleum
Heksaani	Liimat, polyuretaani
Aldehydit	
Nonanaali, oktanaali, pentanaali	Puutuotteet, lastulevy, lattiavahat, linoleum

KUVA4. Esimerkkejä sisäilmaan emittoituvista yhdisteistä ja mahdollisista päästölähteistä (Toimiston sisäilmaston tutkiminen, 106 - 107)

YHDISTERYHMÄ Yleisimmät yksittäiset yhdisteet	ESIMERKKEJÄ MAHDOLLISISTA PÄÄSTÖLÄHTEISTÄ
Bentsaldehydi	Lastu- ja kuitulevyt, linoleum
Dekanaali	Tasoteaineet, betonit, maalituotteet, lattiapäällysteet (linoleum, PVC-matot), liimat, puupohjaiset rakennusmateriaalit
Heksanaali	Puutuotteet, lastulevy, lattiavahat, linoleum, vesieristeet
2-Furfuraali	Tasoteaineet, betonit, maalituotteet, lattiapäällysteet (linoleum, PVC-matot), liimat
Formaldehydi	Puutuotteet, eristemateriaalit, pintakäsittelyaineet
Glykolit/glykolieetterit	
1,2-Propaanidioli	Lakat, PVC-päällysteiset lattiamateriaalit, liimat, korkkimatto, tasoitteet, vedeneristemassat, laastit, vahat, vahanpoistoaineet, pesuaineet
2-Fenoksietanoli	Liimat, pehmitinaineet, kittausaineet
2-(2-Butoksi-etoksi)etanoli	Puhdistusaineet, pesuaineet, maalit, kittausaineet
1-Metoksi-2-propanoli	Lattialiimat, pehmitinaineet
2-(2-Etoksi-etoksi)etanoli	Mattoliimat, pehmitinaineet, lattiavahat, vahanpoistoaineet, kittausaineet
Terpeenit eli isoprenoidit	
3-Kareeni	Puu- ja puupohjaiset materiaalit, maalit, liuottimet, siivousaineet
Alfa-pineeni, limoneeni	Puu- ja puupohjaiset materiaalit, maalit, liuottimet, siivousaineet
Piiyhdisteet	
Dekametyylisyklopentasiloksaani	Saumausaineet, kosteuseristeet, laastit
Orgaaniset piiyhdisteet	Rakennusmateriaalit, tiivistemassat, siivousaineet
Orgaaniset hapot	
Heksaanihappo	Linoleum, liuotinhenteinen maali (alkydimaali), mäntylauta (puun uuteaineet), lastulevy
Etikkahappo	Tiivistemassat, kittausaineet, linoleum, liimat
Pentaanihappo	Linoleum, puun uuteaineet
Esterit	
n-Butyyliasetaatti, 2-(2-butoksietoksi)etyyli-asettaatti	Muovit, kuidut, maalit, lakat, liimat (liuottimina), kittausaineet
Etyyliasettaatti	Liimat, siivousaineet, tiivisteaineet, kittausaineet
2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentanediolidiisobutyraatti, TXIB	Muovimatot, lattialiimat, pehmitinaineet, maalit
Ketonit	
2-Butanoni	Liuottimet, puun uuteaineet, liimat, kuitulevyt
6-Metyyli-5-hepten-2-oni	Liuottimet, puun uuteaineet, liimat, kuitulevyt, kittausaineet

KUVA5. Esimerkkejä sisäilmaan emittoituvista yhdisteistä ja mahdollisista päästölähteistä (Toimiston sisäilmaston tutkiminen, 108)

3.2.1.2 Oireet ja tutkiminen

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden terveysvaikutuksista sisäilmassa varsinkin alhaisissa pitoisuuksissa on tietoa niukasti. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet aiheuttavat ainakin silmien-, nenän- ja kurkun ärsytysoireita. Yhdisteet havaitaan yleensä normaalista poikkeavana hajuna.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tutkimisessa sisäilmasta tulisi käyttää standardeja ISO/DIS 16000-6 ja ISO 16017 - 2:2003. VOC-yhdisteiden pitoisuuksien mittaamenetelmät ovat ilma-näyte, flec-näyte sekä bulk-materiaalinäyte.

Asumisterveysoppaassa on annettu viitteellinen ohjearvo TVOC-pitoisuudelle sisäilmassa. Asumisterveysoppaan mukaan yksittäisten aineiden tutkiminen sisäilmasta on tarpeen, jos TVOC-pitoisuus on yli $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tavanomaisena pitoisuutena voidaan pitää pitoisuutta $200 - 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Työterveyslaitoksen mukaan kuitenkin yli $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC-pitoisuus toimistorakennuksen sisäilmassa viittaa sisäilman epätavanomaisiin epäpuhtauslähteisiin. (Asumisterveysopas 2009, 140; Toimiston sisäilmaston tutkiminen 2011, 109.)

Myös sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastolla Valviralla on omia viittearvoja yhdisteille. Valviran mukaan käytännön valvontatyössä saatujen kokemusten ja tulosten perusteella TXIB-pitoisuuden viitteellinen ohjearvo sisäilmassa voisi olla $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tolueenin vasteella laskettu tulos) tai $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos). Valviran tulkinnan mukaan vastaavasti 2-etyyli-1-heksanolipitoisuuden ohjearvo voisi olla $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tolueenin vasteella laskettu tulos) tai $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos) (Valvira lausunto 2011, 4).

Helena Järnströmin väitöskirjassa (2007) on annettu sisäilman kemiallisten emissioiden yhdistelmäkohtaisia pitoisuuksia asuinrakennuksiin. Yli vuoden vanhassa asuinrakennuksessa alkoholien osalta pitoisuus yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on epätavallinen. Yhdisteet 1-Butanoli, C-9 alkoholi ja 2-Etyyli-1-heksanolit analyysituksista voidaan laskea tähän alkoholiryhmään. (Järnström 2007, 48.)

3.2.2 Formaldehydi

3.2.2.1 Formaldehydin lähteet

Sisäilman formaldehydin yleisin lähde on liima-aineena käytetty ureaformaldehydihartsi, jota on käytetty lastulevyissä sekä eräissä paneeleissa. Myös hapkovetteiset lakat, maalit, pinnoitteet, itsesiliävät tekstiilit ja kokolattiamatot saattavat sisältää formaldehydiä, joka vapautuu niistä sisäilmaan.

Formaldehydin aiheuttamia oireita ovat silmien ja ylempien hengitysteiden ärsytysoireet. Ihmisten reagoitiherkkyys vaihtelee suuresti formaldehydin ärsytysvaikutuksille. Herkimmillä henkilöillä formaldehydi voi aiheuttaa ärsytysoireita hyvin pienissä pitoisuuksissa (5 - 10 µg /m³). Ihmisen formaldehydin hajukynnys on 35 µg /m³. (Asumisterveysopas 2009, 133.)

3.2.2.2 Tutkiminen

Asumisterveysoppaan mukaa sisäilman tutkiminen on tarpeen, jos formaldehydipitoisuus on yli 100 µg/m³. Sisäilman tutkiminen on tarpeen myös, jos sisäilmassa on havaittavissa formaldehydin hajua tai asukkailla on formaldehydialttitukseen viittaavia oireita. Sisäilman tutkiminen on myös tarpeellista, jos tilassa on käytetty runsaasti lastulevyä rakenteissa ja kalusteissa tai jos tilassa on esiintynyt kosteusvaurioita.

Sisäilman formaldehydipitoisuus tulisi määrittää ensisijaisesti standardin SFS 3862 mukaisesti. Formaldehydin pitkän ajan keskiarvopitoisuuden määrittämiseen käytetään ns. passiivikeräintä. Keräin sijoitetaan tutkittavaan tilaan 1 vuorokauden ajaksi ja toimitetaan tämän jälkeen laboratorioon analysoitavaksi.

Formaldehydipitoisuus voidaan määrittää myös nestekromatografilla asetonitriititiutuksesta, jossa näyte kerätään pumpulilla dinitrofenyylihydratsiinilla päällystet-

tyyn silikageelipatruunaan. Formaldehydin lisäksi näytteestä voidaan määrittää myös muiden aldehydien pitoisuuksia. (Asumisterveysopas 2009, 133 – 134.)

3.2.3 Sisäilman hiukkaset

3.2.3.1 Lähteet

Kokonsa puolesta sisäilmahiukkaset voidaan jaotella kolmeen ryhmään: kokonaisleijumaan (TSP), hengitettäviin hiukkasiin (PM_{10}) ja pienhiukkasiin ($PM_{2.5}$).

Kokonaisleijumalla (TSP) tarkoitetaan kaikkia ilmassa leijuvia hiukkasia ja niiden massasta suurin osa on karkeaa pölyä. Kokonaisleijuman lähteitä ovat liikenteen aiheuttamat päästöt, kuten katupöly sekä ihmisen toiminta. Saapuesaan sisäilmaan suuret hiukkaset eivät jää leijumaan ilmaan, vaan ne laskeutuvat tasopinnoille. Suuret hiukkaset kuitenkin nostavat sisäilman hiukkaspitoisuutta laskeutuneen pölyn resuspendoituessa ilmaan käyttäjien liikkumisen myötä. Terveysten kannalta eniten merkityksellisiä ovat erityisesti mineraalivillakuidut ja orgaaniset hiukkaset.

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) lähteitä ulkoilmassa ovat liikenteen, energiantuotannon ja teollisuuden päästöt, katupöly sekä palamisreaktiot. Sisätiloissa lähteitä ovat muun muassa ulko- ja sisäsiirtymiset, tupakansavu, huonepöly sekä ruuanlaitto.

Oletettavasti pienhiukkaset ovat terveydelle haitallisimpia, koska ne tunkeutuvat syvälle hengitysteihin. Ulkoilman pienhiukkasten on todettu muun muassa lisäävän astmaatikkojen ja lasten oireita. (Asumisterveysopas 2009, 139.)

3.2.3.2 Tutkimusmenetelmät ja ohjearvot

Jos sisäilmaan epäillään kulkeutuvan ulkoa huomattavia määriä hiukkasia tai huonetilassa on merkittäviä sisälähteitä, on aiheellista mitata sisäilman hiukaspitoisuus. Mittaaminen voi olla tarpeen myös, kun selvitetään tuloilmalaitteiston suodatuksen tehokkuutta.

Asumisterveysoppaan asettama sisäilman hiukkasten kokonaisleijuman ohjearvo on enintään $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (keskiarvo 24 tunnin aikana, $20\text{ }^\circ\text{C}$, 1 atm). Hengitettävien hiukkasten pitoisuus saa olla enintään $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (keskiarvo 24 tunnin aikana, $20\text{ }^\circ\text{C}$, 1 atm). Pienhiukkasille ei ole olemassa ohjearvoa.

Hiukkasten määrä sisäilmassa määritetään joko niiden lukumääränä tai massana ilmatilavuutta kohti. Kokonaisleijuman arvioimisessa voidaan käyttää suodatinmenetelmää, jossa näytteet kerätään selluloosa-asetaattisuodattimille, jotka punnitaan ennen ja jälkeen näytteenoton. Myös hengitettävien- ja pienhiukkasten näytteenottoon käytetään suodatinta. Pinnoille laskeutunut pöly voidaan myös määrittää imuroimalla pölyä tietynkokoiselta alueelta suodattimelle tai pussiin. Näytteestä voidaan määrittää muun muassa mineraalivillakuitujen pitoisuus sekä epäorgaanisten ja orgaanisten aineiden osuudet. (Asumisterveysopas 2009, 139 – 140.)

3.2.4 Hiilidioksidi

3.2.4.1 Lähde ja oireet

Ihminen tuottaa sisäilmaan hiilidioksidia ja muita epäpuhtauksia aineenvaihdunnallaan. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus saattaa kohota suureksi esimerkiksi koulun luokkahuoneessa oppituntien aikana tai päiväkodin lepoahuoneessa. Kun sisäilmassa on paljon hiilidioksidia, tuntuu sisäilma tällöin tunkkaiselta. Suuri hiilidioksidipitoisuus voi aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon alentumista.

3.2.4.2 Tutkimusmenetelmät ja ohjeavot

Jos sisäilma tuntuu tunkkaiselta tai ilmanvaihdon riittävyyttä on syytä epäillä, tulisi sisäilman hiilidioksidipitoisuus mitata. Sisäilman suuri hiilidioksidipitoisuus johtuu ilmanvaihdon riittämättömyydestä. Terveysturvallisuuden edellyttämä taso sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on korkeintaan 2700 mg/m^3 . Tyydyttävänä sisäilman hiilidioksidipitoisuutena pidetään arvoa 2160 mg/m^3 .

Hetkellinen hiilidioksidipitoisuus voidaan mitata suoraan osoittavilla ilmaisinputkilla, jotka värjäytyvät imettäessä niiden läpi tietty ilmamäärä. Ilmaisinputken tarkkuus on kuitenkin vain $\pm 25 \%$. Usean tunnin tai vuorokauden hiilidioksidipitoisuuksien vaihteluita suositellaan mitattavan laitteilla, joiden toiminta perustuu sähkökemialliseen kennoon tai infrapunasäteilyn absorptioon. (Asumisterveysopas 2009, 134.)

4 SISÄILMASTO- JA KOSTEUSVAURIOKORJAUSHANKKEEN ETENEMINEN

4.1 Korjaushankkeen lähtökohdat

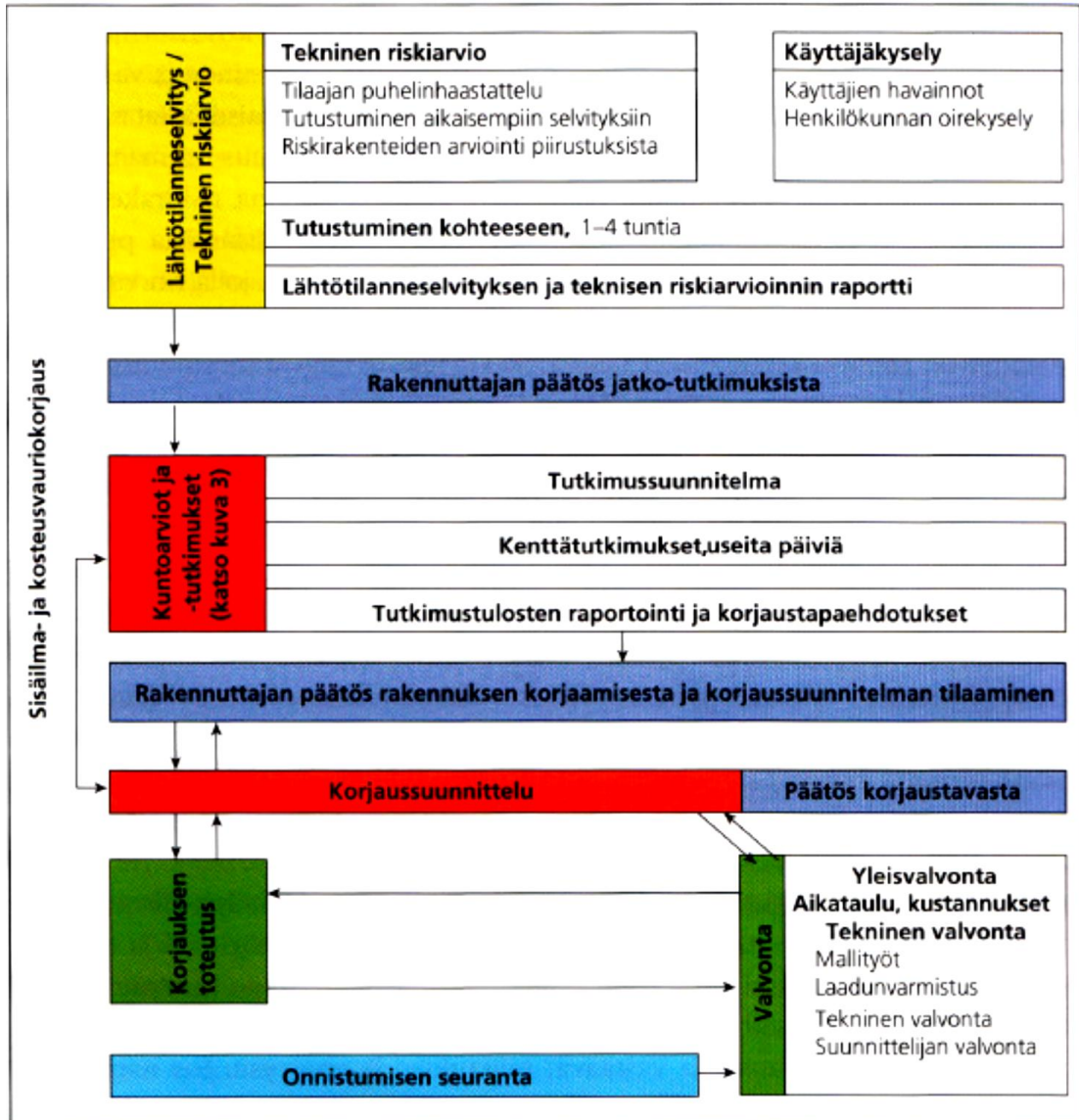
Sisäilmasto- ja kosteusvaurioituneen rakennuksen korjaussuunnittelun lähtökohdaksi on kosteusvaurioon ja huonoon sisäilmaan johtaneiden syiden poistaminen. Korjauksen onnistuminen edellyttää huolellista kuntotutkimusta, korjaussuunnittelua ja korjaustyön toteutusta. Myös vaurioiden ja korjaustarpeiden laajuus tulee arvioida oikein. Riittävän hyvä ja laaja korjauksen jälkeinen laadunvarmistus on tarpeellinen. Laadunvarmistuksen yhteydessä esille tulevia puutteita voidaan vielä korjailla.

Korjaustavan valinnassa tulee huomioida rakenteen vaihtoehtoiset korjausmahdollisuudet, rakenne- ja työtekniset kysymykset sekä varmistaa, että korjaukset eivät aiheuta vaurioriskiä liittyviin rakenteisiin. Sisäilmasto- ja kosteusvauriokorjaussuunnittelu tulee tehdä myös yhteensopivasti muun korjaussuunnittelun kanssa.

Rakennusta tutkittaessa ja korjauksia suunniteltaessa tulee rakennus nähdä rakenteiden ja ilmanvaihtojärjestelmän kokonaisuutena, jossa yhteen osaan tehdyt muutokset vaikuttavat muihinkin osiin. Jokainen rakennus tulee myös käsitellä aina tapauskohtaisesti. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 101.)

4.2 Korjaushankkeen vaiheet

Rakennuksen kunnan tutkimisessa on tärkeää johdonmukainen ja vaiheittainen etenemistapa, joilla varmistetaan kaikkien olennaisten asioiden tutkiminen. Kuvassa 6 on esitetty sisäilmasto- ja kosteusvauriokorjaushankkeen etenemisprosessi.



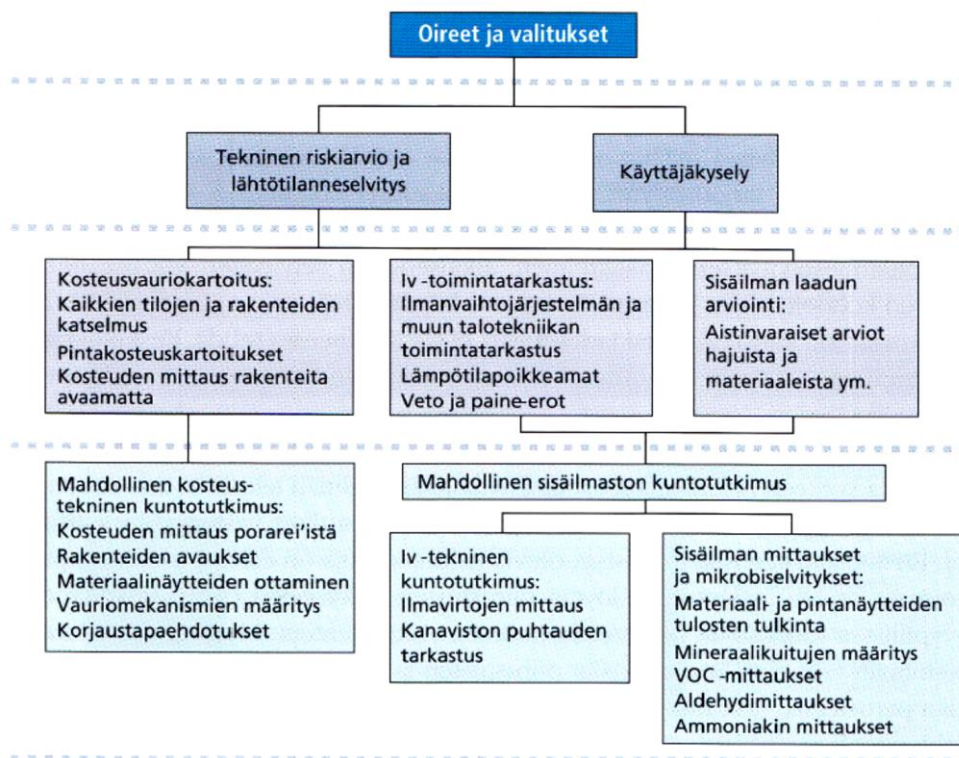
KUVA6. Rakennuksen kunnonarvioinnin ja korjaamisen prosessin eteneminen sisäilma- ja kosteusvauriokorjauksissa (Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen 2008, 16)

4.2.1 Tutkimukset

Ennen korjaushankkeen aloittamista tulee selvittää mahdollisimman kattavasti ja huolellisesti kosteusvaurioon sekä huonoon sisäilmaan johtavat syyt. Kuntotutkijan on myös perehdyttävä rakennuksen vaurio- ja korjaushistoriaan.

Ennen korjauksien aloittamista on hyvä selvittää myös tiloissa oleskelevien käyttäjien oireet, jotta korjausten jälkeen voidaan selvittää, ovatko korjaustoimenpiteet vähentäneet niitä. Kuntotutkija tekee huolellisten kuntotutkimuksiensa perusteella korjaustapaehdotukset. Rakennuksen kunnan tutkimisen vaiheet etenevät kuvan 7 mukaisesti.

Huolimatta huolellisesta kuntotutkimuksesta ja vaurioiden kartoituksesta, korjaushankkeissa on tavallista, että rakenteita purettaessa tulee ilmi uusia vaurioita, jotka heikentävät sisäilman laatua. Tällaisissa tapauksissa joudutaan kuntotutkimuksia täydentämään korjaustyön aikana korjaustavan tarkentamiseksi ja hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. (Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen 2008, 12 – 13.)



KUVA7. Rakennuksen kunnan arvioinnin ja tutkimisen vaiheet (Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen 2008, 14)

4.2.2 Korjaussuunnittelu

Korjaushankkeissa on tavallisesti useita suunnittelijoita, jotka vastaavat kukin omasta osa-alueestaan. Korjaussuunnittelija laatii korjaussuunnitelmat kuntotutkijan tekemien kuntotutkimuksien ja korjaustapaehdotusten pohjalta. Suunnitelmia laatiessaan suunnittelijan tulee ymmärtää tutkijoiden tekemät vauriotulkinnot ja johtopäätökset. (Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen 2008, 12 – 14, 31.)

Korjaussuunnittelun vaikein tehtävä on usein korjaustyön oikean laajuuden määrittäminen. Usein kosteusvauriot myös aiheutuvat monen tekijän summasta, joten yhden syyn poistaminen ei välttämättä takaa hyvää lopputulosta. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 101.)

Korjaushankkeessa on myös tärkeää riittävä tiedon välittyminen. Tietokatkokset hankkeen aikana voivat aiheuttaa puutteellisia korjaustoimenpiteitä. Ääritapauksessa korjaushankkeessa ei saavuteta toivottua lopputulosta, koska korjaustyötä ei toteuteta kuntotutkijan tai suunnittelijan ohjeiden mukaan tai kuntotutkimus on puutteellinen. (Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen 2008, 29.)

4.2.3 Korjaushankkeen toteutus ja laadunvarmistus

Korjaustyön toteuttajaksi valitun urakoitsijan tulee noudattaa suunnittelijoiden laatimia korjaustyösuunnitelmia. Jos työn edetessä urakoitsija havaitsee puutteita suunnitelmissa, uusia ennakoimattomia vaurioita tai jos rakenteet ovat erilaisia kuin ennakkotiedoissa, tulee urakoitsijan ilmoittaa asiasta välittömästi.

Korjaustyöhön valittu urakoitsija vastaa rakennustyön laadusta, joten urakoitsijan tehtäviin kuuluu ensisijaisesti laadunvalvonta. Urakoitsijan tulisi käyttää sisäistä laadunvalvontajärjestelmää, joka tarkoittaa, että edellisen työvaiheen tekijä hyväksyy työnsä seuraavan työvaiheen tekijällä.

Kosteusvaurioita korjattaessa tulee korjaustyön vaiheet tehdä erityisen huolellisesti. Tällaisia työvaiheita ovat muun muassa purkaminen, tiivistäminen, osastoiminen, eristäminen ja siivoaminen. (Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen 2008, 32.)

Korjaustyön aikana tulee seurata, että jokainen toteutunut rakenne ja korjauksen osa on suunnitelmien mukainen. Korjaustyön jälkeen onnistumisen kannalta kriittisiä rakenneosia voidaan seurata esimerkiksi kosteus-, lämpötila- ja paine-eromittauksin sekä aistinvaraisin menetelmin. Onnistuminen voidaan myös arvioida tarkastamalla työmaapöytäkirjoista tai haastattelujen perusteella, että suunnitelmista ei ole poikettu työn toteutuksessa. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, 105.)

4.2.4 Suojaus ja loppusiivous

Purku- ja korjaustöiden aikana tulee estää pölyn leviäminen korjauskohteen ympäröiviin tiloihin, jotta ympäröivien tilojen käyttäjät eivät altistuisi pölylle. Korjattava alue alipaineistetaan ja osastoidaan erilleen muista tiloista, jotta homepöly ei kulkeutuisi muihin tiloihin. Erityisesti osastointiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota rakennusalueen suojauksessa. Esimerkiksi tilojen alaslaskut tulisi suojata huolellisesti, jottei pöly pääse leviämään alaslaskun yläpuolelle. Jos tilojen alaslaskuja ei suojata hyvin, tulee yläpuoliset tilat ja liittymät viereisiin alueisiin puhdistaa.

Ennen purku- ja korjaustöiden aloittamista koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä suljetaan korjausalueelta. Ilmanvaihtokanavien venttiilit ja päätelaitteet peitetään muovikalvolla ja teipataan niin, ettei homepölyä pääse ilmanvaihtokanaviin.

Mahdollisuuksien mukaan korjattavasta tilasta tulisi siirtää kaikki kalusteet ja materiaalit tiloihin, joissa ei ole kosteus- tai homevaurioita. Tavarat ja kalusteet siirretään takaisin korjattuun tilaan vasta loppusiivouksen jälkeen. Ennen takaisin siirtämistä kalusteet ja tavarat tulee puhdistaa huolellisesti.

Korjausten valmistumisen jälkeen korjattavalle tilalle suoritetaan aluksi normaali rakennussiivous. Tämän jälkeen ilmanvaihtojärjestelmän suodattimet vaihdetaan ja päätelaitteet puhdistetaan. Tarvittaessa puhdistetaan ilmanvaihtolaitteet ja kanavat. IV-järjestelmän puhdistuksen jälkeen suoritetaan homesiivous tehosiivouksena, jonka jälkeen käynnistetään tilan ilmanvaihto.

Homepöly saattaa siivouksen aikana siirtyä leijumaan pitkäksi aikaa sisäilmaan, jonka jälkeen se laskeutuu pinnoille. Ilmassa leijuva pöly poistuu tiloista normaalin ilmanvaihdon mukana. Lisäksi pölyn poistamiseen voidaan käyttää ilmanpuhdistajaa. Siivouksen jälkeen tulee korjattua tilaa siivota 1-2 kuukauden ajan normaalia korkeammalla tasolla, jotta korjatun tilan puhtaus saavutetaan normaalille tasolle. (Työterveyslaitos, 2011, 4-7.)

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Ylivieskassa sijaitsevan Raudaskosken koulun kuntoa ja korjaustarpeita. Tarkoituksena oli myös suunnitella korjaustöiden ajankohdat sekä laskea korjausten alustavat kustannusarviot. Raudaskosken koulun kunnan tutkiminen suoritettiin laatimalla kouluun kuntoarvio. Myöhemmässä vaiheessa rakennukseen suoritettiin myös lämpökuvaukset, jonka avulla paikannettiin muun muassa rakennuksen ilmavuotoja. Kuntoarvion ja lämpökuvauksen pohjalta kohteeseen laadittiin pitkän tähtäimen suunnitelma (PTS), jossa esitetään korjausten ajankohdat ja alustavat kustannusarviot.

Kuntoarviossa keskityttiin kohteen rakennustekniikkaan sekä osaksi myös rakennuksen LVIA-järjestelmään. Rakennuksen sähköjärjestelmää ei tarkastettu. Kuntoarviotarkastus suoritettiin pääasiassa aistinvaraisin havainnoin, mutta tarkastuksessa tehtiin myös joitakin rakenneavauksia.

Lähitulevaisuudessa Raudaskosken koululle suositellaan isohkoja korjauksia. Osa korjauksista on välttämättömiä rakennuksen toimimisen kannalta, ja osa on esimerkiksi ulkonäkösyistä mahdollisesti tehtäviä korjauksia. Korjausten laajuus tulee todennäköisesti määräytymään käytettävissä olevien resurssien ja Raudaskosken koulun tulevien oppilasmäärien mukaan. Suurimmat välttämättömät korjaukset ovat rakennuksen vesikaton uusiminen sekä laajennusosan perusmuurin kosteudeneristäminen ja maan kallistaminen rakennuksesta pois päin. Muita mahdollisesti tehtäviä suuria korjaustoimenpiteitä ovat esimerkiksi ikkunoiden uusiminen sekä molempien rakennusten julkisivujen uusiminen.

LÄHTEET

RT – 18 11086. 2012. Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan-ohje. Rakennustieto. Helsinki.

RT 18 - 11131. 2013. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan-ohje. Rakennustieto. Helsinki.

RT 14 – 10850. 2005. Rakennusten lämpökuvaus. Rakennusten lämpötek-ninen toimivuus. Rakennustieto. Helsinki.

RT 05 – 10710. 1999. Kosteus rakennuksissa. Rakennustieto. Helsinki.

Paloniitty, Sauli – Kauppinen, Timo 2006. Rakennusten lämpökuvaus. Ra-kennusteollisuuden Kustannus RTK Oy. Helsinki.

Paloniitty, Sauli 2012. Rakennusten tiiviysmittaus. Suomen rakennusmedia. Helsinki.

Ympäristöopas 28. 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kun-totutkimus. Rakennustieto Oy. Helsinki.

Ympäristöopas 29. 1998. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kor-jaus. Helsinki. Rakennustieto Oy. Helsinki.

Asumisterveysopas Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita. 2009. Ympäristö- ja terveystieteiden tutkimuskeskus. Pori.

Asumisterveysohje Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita. 2003. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Saatavissa: http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf. Hakupäivä: 5.5.2014.

Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. 2008. Opetushallitus. Helsinki.

Työterveyslaitos, 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Tammerprint Oy. Tampere.

Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira, 2011. Lausunto VOC-mittaustulosten tulkinnasta asuntojen terveyshaitta-asioissa. Saatavissa: http://www.valvira.fi/files/tiedostot/v/o/VOC_lausunto_ESAVI.pdf. Hakupäivä 3.5.2014.

Järnström, Helena 2007. Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. Väitöskirja. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2007/P672.pdf>. Hakupäivä 3.5.2014.

Työterveyslaitos, 2011. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/tyokalut/Documents/Homeettomaksi%20siivous%20ja%20irtaimiston%20puhdistus.pdf. Hakupäivä 3.5.2014.

LIITTEET

Liite 1 Raudaskosken koulu kuntoarvio

Liite 2 Lämpökuvausraportti

Liite 3 Raudaskosken koulu käyttäjäkysely

Liite 4 Piirustukset

