Sami Grundström

Sisäilmaongelmat kiinteistöissä: aiheuttajat ja ehkäisykeinot

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

11.1.2019

Metropolia

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Sami Grundström Sisäilmaongelmat kiinteistöissä; aiheuttajat ja ehkäisykeinot 28 sivua 11.1.2019
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	lehtori Jyrki Viranko

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia sisäilmaongelmia ja niiden aiheuttajia erilaisissa kiinteistöissä Suomessa. Sisäilmaongelmat ovat Suomen mittakaavassa hyvin merkittävät, ja niiden rahalliset sekä terveydelliset haitat ovat kohtuuttoman suuret. Kosteus- ja homeongelmat aiheuttavat sisäilman laadun heikkenemistä ja näiden ongelmien kohteena ovat Suomen rakennuskannan kaikki kiinteistötyypit, muun muassa asuinrakennukset, liikekiinteistöt ja oppilaitokset.

Sisäilmaongelmia tutkiessa asetusten, ohjeistuksien ja tutkimusten pohjalta, pyrin löytämään laajan katsauksen ongelmien aiheuttajista. Esittelen työssäni yleisimpiä sisäilmaongelmien aiheuttajia ja avaan näiden vaikutusta ihmisiin sekä rakennusten rakenteisiin. Haastattelin työssäni kahta henkilöä, jotka ovat kärsineet sisäilmaongelmista. Haastattelujen perusteella sain tietooni todistettuja oireita, jotka ovat aiheutuneet sisäilman huonosta laadusta.

Ilmanvaihtoon on keskitytty työssäni laajasti, sillä se yhdistetään usein sisäilmaongelmien päälähteeksi. Ongelmakohtia on kuitenkin paljon muitakin kuin ilmanvaihto; niitä ovat esimerkiksi rakenteiden kosteusvauriot ja rakennusmateriaaleista irtoavat epäpuhtaudet.

Tein opinnäytetyöni itseni kannalta mielenkiintoisesta aiheesta, sillä työskentelen tällä hetkellä ilmanvaihtoon liittyvissä projekteissa saneerauskohteissa. Pyrin löytämään työtäni tehdessä itseäni tulevaisuuden haasteissa työelämässä auttavia uusia näkökulmia liittyen sisäilmaongelmiin. Tavoitteenani oli oppia tunnistamaan riskirakenteita ja puutteellisia ilmanvaihtoratkaisuja, jotta näitä olisi mahdollista välttää jo ennen niiden toteuttamista.

Työn edetessä tein johtopäätöksiä sisäilmaongelmien välttämiseksi. Rakenteet tulisi aina tutkia huolellisesti, mikäli on syytä epäillä kosteusvauriota. Korjaukset tulisi suorittaa niin, että kosteusvaurion uusiutumista ei pääse syntymään. Ilmanvaihtojärjestelmien sammuttaminen yön ajaksi ei ole suotavaa, vaan ilman tulisi liikkua läpi vuorokauden rakenteista irtoavien epäpuhtauksien vuoksi.

Avainsanat	sisäilmaongelma, ilmanvaihto, rakenne

Metropolia

Author Title Number of Pages Date	Sami Grundström Indoor Air Problems; Reasons and Prevention 28 pages 11 January 2019
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Jyrki Viranko, Senior Lecturer

The purpose of this thesis was to study indoor air problems and their causes in various properties in Finland, where they cause financial and health disadvantages. Of the many problems causing bad indoor air, the thesis focused on ventilation because it is one of the major factors behind indoor air problems.

The final year project aimed at providing a wide overview of the causes to indoor air problems, based on a study of regulations, guidelines, and previous studies. The thesis presented the most common causes for indoor problems and discussed their impact on people and building structures. In addition, two people suffering from indoor air problems were interviewed to get to know the symptoms caused by poor indoor air quality.

The thesis offers suggestions on how to avoid indoor air problems: structures should be carefully examined if there is a reason to suspect moisture damage; all repairs should be done so that no moisture damage can; and turning the ventilation system off for the night is not desirable, because the air cannot circulate the right way.

Keywords	indoor air problem, ventilation, structure

Metropolia

Sisällys

Lyhenteet

1 Johdanto 1

2 Sisäilmaongelmat Suomessa 1

3 Sisäilmaongelmien laajuus ja kustannukset 2

4 Sisäilmaluokitus 3

4.1 S1 Yksilöllinen sisäilmasto 3
4.2 S2 Hyvä sisäilmasto 4
4.3 S3 Tyydyttävä sisäilmasto 4
4.4 Sisäilmaluokituksen taulukoita 4

5 Yleisimpiä sisäilmaongelmia ja niiden aiheuttajia 6

5.1 Ulkoiset ja sisäiset aiheuttajat 6
5.2 Huonon sisäilman aiheuttajia 6
5.2.1 Lämpötila 7
5.2.2 Ilman paine 7
5.2.3 Radon 7
5.2.4 Kosteus 8
5.2.5 Aldehydit 10
5.2.6 Formaldehydi 11
5.2.7 Hiilidioksidi 12
5.2.8 Hiukkasmaiset epäpuhtaudet 13

6 Sisäilmaongelmien tunnistaminen 13

6.1 Aistinvarainen tunnistus 13
6.2 Pintapuoliset kartoitukset 14
6.2.1 Kosteusvauriot 15
6.2.2 Ilmanvaihdon toiminta 16

7 Sisäilmaongelmien tutkimusmenetelmät 17

7.1 Rakenteiden kuntotutkimukset 17
7.2 Ilmanvaihdon kuntotutkimus 18
7.3 Sisäilmatutkimukset ja mittaukset 18

8 Sisäilmaongelmien korjaavia toimenpiteitä 19

8.1 Ilmanvaihto 19
8.1.1 Ilmanvaihdon tehottomuus 19
8.1.2 Ilmanvaihdon painesuhteet 19
8.1.3 Ilmanvaihdon asennusvirheet 20
8.2 Rakennusmateriaalit 20
8.3 Vuotovauriot 21
9 Haastattelut 21
9.1 Ensimmäinen haastattelu 21
9.2 Toinen haastattelu 23
9.3 Haastatteluiden johtopäätökset 24
10 Yhteenveto 24
Lähteet 26

Lyhenteet

CO_2	Hiilidioksidi. Hiilidioksidi on hiilestä ja hapesta koostuva kemiallinen yhdiste.
PM10	Pienhiukkaset. Termillä PM10 kuvataan pienhiukkasia, joiden läpimitta on alle 10 mikrometriä.
ppm	Parts per million. Termiä ppm käytetään hiilidioksidipitoisuuksien ilmoittamiseen.
Rn	Radon. Radon on hajuton, mauton ja väritön radioaktiivinen jalokaasu, joka syntyy maaperässä.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä omaa tietämystäni sisäilmaongelmista, näiden aiheuttajista ja mahdollisista korjausmenetelmistä. Työskentelen itse saneerauskohteissa ilmanvaihtoprojektien vetäjänä. Aiheen opinnäytetyölle valitsin omaa etuani sekä työuraani ajatellen.

Sisäilmaongelmat ovat huolestuttavan yleisiä Suomessa. Noin viidennes Suomen väestöstä on tekemisissä sisäilmaoireita aiheuttavien altisteiden kanssa päivittäin, mikä tarkoittaa, että näitä henkilöitä on kymmeniä tuhansia [12]. Sisäilmaongelmille altistutaan usein työpaikoilla, joista isossa roolissa ovat päiväkodit ja koulut. Järvenpään kunnassa puretaan tällä hetkellä kolmatta peruskoulua muutaman vuoden sisään sisäilmaongelmien takia.

Eduskunta julkaisi vuonna 2012 raportin, jonka mukaan Suomen kansanvarallisuudessa eli julkisen sektorin rakennuksissa 6–10 prosentissa on merkittävä kosteus- ja homevaurio. Kyseisen rakennuskannan arvo on 13–28 miljardia euroa. Merkittävää kyseisessä raportissa on, että opetus- ja hoitoalan rakennuksista arviolta 12–26 prosentissa kerrosalasta on huomattavia kosteus- ja homevaurioita. [12]

Sisäilmaongelmien laajuuden sekä kustannusten vuoksi tämän opinnäytetyön aihe tuntui sekä ajankohtaiselta, että tekijäänsä tulevaisuutta ajatellen kehittävänä.

2 Sisäilmaongelmat Suomessa

1970-luvulla rakennetuissa taloissa sisäilma- ja homeongelmat ovat saaneet alkunsa meneillään olleen energiakriisin myötä. Tähän aikaan rakentaminen alkoi teollistumaan, ja uusia materiaaleja tuli laajasti markkinoille, mikä lisäsi riskejä sisäilmaongelmien syntymiselle huomattavasti. Rakennusfysiikan osaaminen sekä rakenteiden vauriotietämys olivat heikkoa. Käyttöön otettiin materiaaleja ja arkkitehtonisia ratkaisuja, jotka osoittautuivat kosteuden keston suhteen huonoiksi tai tuuletuksen osalta riittämättömiksi. [8]

Nykyhetkellä olemme tiedostaneet, että monet 1970–1980-luvun tyypilliset rakentamistavat olivat haasteellisia, alkaen tasakatoista ja valesokkeleista. Rakennuslehti teetti selvityksen, jossa tutkittiin vanhojen rivitalojen korjausmahdollisuuksia. Tässä tutkimuksessa todettiin asiantuntijoiden avustuksella, että monet yllä mainittujen vuosien aikana rakennetuista taloista ovat taloudellisesti korjauskelvottomia. [8]

Valtaosa kyseisten vuosien aikana rakennettujen talojen home- ja kosteusvaurioista on arvioitu johtuvan vääristä rakentamismenetelmistä. 60-luvulla rakennetuissa taloissa isoimmat ongelmat ovat liittyneet yläpohjan ja seinien kosteusvaurioihin. 70-luvun taloissa kiusana on ollut erityisesti yläpohjan kastuminen. 80-luvulla rakennetuista pientaloista on todettu seinärakenteiden kastumisen olevan suuri ongelma, joka johtuu pääasiallisesti valesokkelirakenteesta. Eri vuosikymmenten rakennuksia korjatessa tulevat esiin näiden tyyppivirheiden korjaamisen lisäksi myös ihan puhtaasti rakennusten ikääntymisesti johtuvia korjaustarpeita. [8]

3 Sisäilmaongelmien laajuus ja kustannukset

Rakennusten kosteus- ja homevauriot ovat yksi merkittävimmistä syistä huonoon sisäilman laatuun. Suomessa altistuu arvioiden mukaan päivittäin jopa 600 000–800 000 ihmistä kosteusvaurioiden aiheuttamille, homeesta peräisin oleville sisäilman epäpuhtauksille. [18]

Suomen rakennuskannassa kosteus ja home aiheuttavat ongelmia kaikenlaisissa kiinteistöissä; valtion ja kuntien, sekä ihmisten omistamissa rakennuksissa, kerrostaloissa, omakotitaloissa, laitoksissa ja toimistoissa. Rakennuksen terveellisyys on sen omistajan vastuulla. [18]

Sisäilmaongelmien laajuudesta kertoo sisäilman vuoksi oireilevat ihmiset, joita on Suomessa kymmeniä tuhansia. Heidän joukossa on vakavaksi luokitelluista oireista kärsiviä jopa kymmenen tuhatta. Ammattitauteja, jotka aiheutuvat sisäilmasta, todetaan vuosittain satoja.

Rakennuksissa, jotka kuuluvat Suomen kansanvarallisuuteen, oli vuonna 2013 jopa joka kymmenennessä merkittävä kosteus- ja homevaurio. Näiden rakennusten arvoksi on arvioitu jopa 28 miljardia euroa, joka on Suomen 200 miljardin euron bruttokansantuotteesta jopa 14 prosenttia.

Eduskunnan tarkastusvaliokunta on tehnyt vuonna 2012 laskelmat, joiden mukaan altistuminen sisäilmaongelmille aiheuttaa yhteiskunnalle 403 miljoonan euron kustannukset vuodessa. Nämä kustannukset koostuvat pääasiassa lyhytaikaisista sairauspoissaoloista. 403 miljoonan euron kustannuksista noin 45 miljoonaa euroa koostuu sisäilmaongelmille altistuneiden astmaoireista, jotka vaativat jatkuvaa hoitoa altistuneen henkilön toimesta. [11]

4 Sisäilmaluokitus

Vuonna 1995 otettiin käyttöön maailmanlaajuistestikin ainutlaatuinen sisäilmastoluokitus. Tähän johtivat yleistyneet terveys- ja viihtyvyysongelmat sisätiloissa. Luokituksesta teki ainutlaatuisen sen sisältämät sisäilmaston tavoitearvot, rakennustöiden suorittamisen ohjeet sekä rakennusmateriaalien kemikaaliemissioiden rajoittaminen. [3] Luokitusta on päivitetty tämän jälkeen vuosina 2000, 2008 ja viimeisin julkaistiin vuonna 2018. Sisäilmastoluokitusten takana ovat merkittävimmät rakennusalan järjestöt sekä sisäilmasto-asiantuntijoiden järjestö Sisäilmayhdistys ry. [2]

Sisäilmaston laatua koskevat vaatimukset on jaettu kolmeen luokkaan. Seuraavassa kuvataan kyseisiä luokkia. [2]

4.1 S1 Yksilöllinen sisäilmasto

Yksilöllisessä sisäilmastoluokassa S1 sisäilman laatu tilassa on erittäin hyvä, eikä tiloissa ole havaittavissa hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä epäpuhtauslähteitä tai vaurioita. Lämpöolojen tulee olla viihtyisät eikä ylilämpenemistä tai vetoa esiinny. Tilan käyttäjällä tulee olla mahdollisuus hallita tilan lämpööloja yksilöllisesti. Tiloissa pitää olla käyttötarkoituksen mukaiset, erittäin hyvät ääniolosuhteet ja valaistuksen on oltava säädettävissä yksilöllisesti. [2]

4.2 S2 Hyvä sisäilmasto

Hyvän sisäilmastoluokan S2 tiloissa sisäilman laatu on hyvä, eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Tiloissa ei esiinny yleisesti vetoa ja lämpöolot ovat hyvät mutta ylilämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat tilojen käyttötarkoituksen mukaisesti hyvät. [2]

4.3 S3 Tyydyttävä sisäilmasto

Tyydyttävän sisäilmastoluokan S3 sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja äänitekniset olosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säädökset ja terveydensuojalain perusteella asetetut vähimmäisvaatimukset. S3-luokan tavoitearvojen käyttämistä ei edellytetä asetusten vaatimuksien täyttämiseksi, vaan luokan arvot esitetään tässä ensisijaisesti vertailun tueksi. Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvoja voidaan valita eri sisäilmaluokista. Suureiden arvoja voidaan tarvittaessa määritellä tapauskohtaisesti. [2]

4.4 Sisäilmaluokituksen taulukoita

Sisäilmaluokitus pitää sisällään taulukoita, joissa on esitetty sisäilmaluokkien tavoitearvoja. Kuvissa 1 ja 2 on luettavissa lämpöolojen tavoitearvot sekä ilman laadun mittarina toimivien aineiden ja yhdisteiden tavoitearvot. [2]

Taulukko 1.3.1. Operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 [1)]	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ [1)]	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 [1)]	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	$< 22,5 + 0,166 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$> 20,5 + 0,075 \times t_u$	$> 20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$< 23 + 0,2 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) [2)]
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) [2)]
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) [2)]
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

[1)] S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä t_{op} ±1,5 °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.
[2)] Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

Kuva 1. Kuvan taulukko kertoo lämpötilan tavoitearvoista. [2]

Taulukko 1.3.3. Sisäympäristön laadun tavoitearvot.

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuuslisä* [ppm]	< 350	< 550	< 800
Radonpitoisuus [Bq/m³]	< 100	< 100	< 200
$PM_{2,5}$ [µg/m³]	< 10	< 10	< 25
$PM_{2,5}$ sisällä/ulkona	< 0,5	< 0,7	–
Ilman suhteellinen kosteus [% RH]	–	–	–
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	–
asunnot	90 %	80 %	–

*suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Kuva 2. Kuvan taulukko kertoo ilman laadun tavoitearvoista ja sisäilmaongelmia aiheuttavien kaasujen, hiukkasten ja muiden aineiden enimmäisarvoista sisäilmassa. [2]

5 Yleisimpiä sisäilmaongelmia ja niiden aiheuttajia

5.1 Ulkoiset ja sisäiset aiheuttajat

Sisäilmaongelmat juontavat juurensa ulkoisista sekä sisäisistä aiheuttajista. Ulkoisia aiheuttajia ovat muun muassa liikenteen tuottamat epäpuhtaudet, radon, hiilimonoksidi, tupakansavu ja ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ulkoilmasta tulevia epäpuhtauksia voidaan välttää suodattamalla sisään johdettavaa ulkoilmaa. Ilmanvaihtokoneen suodattimia tulee vaihtaa säännöllisin väliajoin vähintään kaksi kertaa vuodessa. Tällöin suodattimista saadaan käyttötarkoituksen mukainen hyöty irti. [7]

Sisäisiä aiheuttajia ovat muun muassa ihmisisistä peräisin oleva hiilidioksidi, rakennusmateriaaleista irtoavat epäpuhtaudet, sisustusmateriaalit ja rakenteisiin kertynyt kosteus. Uusissa rakennuksissa esiintyy huomattavan paljon rakennus- ja sisustusmateriaaleista peräisin olevaa epäpuhtautta, joka kuitenkin häviää noin puolen vuoden kuluessa, mikäli ilmanvaihto toimii tarkoituksenmukaisesti. Rakenteisiin kertynyt kosteus ja asetusten vastaisesti alipaineiseksi säädetty ilmanvaihto on omiaan aiheuttamaan sisäilmaongelmia. Tämä on vältettävissä korjaamalla vikakohdat, joissa kosteus pääsee rakenteisiin ja tasapainottamalla ilmanvaihtojärjestelmän painesuhteet. [7]

5.2 Huonon sisäilman aiheuttajia

Huonon sisäilman aiheuttajia on lukuisia, ja niitä tullaan löytämään tulevaisuudessa laitteiden kehittyessä sekä määräysten tiukentuessa varmuudella lisää. Seuraavaksi on käsitelty muutamia eri aiheuttajia sekä esimerkkejä siihen, mistä nämä voivat johtua ja miten kyseisiä ongelmia on mahdollista korjata.

5.2.1 Lämpötila

Kiinteistön sisälämpötila vaikuttaa sisäilmanlaatuun merkittävästi. Optimaalinen sisäilman lämpötila on +20–22 ºC. Korkeampi lämpötila ei ole ihmisen terveydelle hyväksi, se nostattaa energiankulusta ja aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta sisätiloihin. [4]

Liian alhainen lämpötila, puhutaan alle +18 ºC:n lämpötilasta, aiheuttaa ilman suhteellisen kosteuden nousua. Kun ilman kosteus nousee liian korkeaksi, antaa se sienille ja mikro-organismeille otollisen olosuhteen pesiytyä rakenteisiin. [3]

Liiallinen huoneilman kosteus aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteiden pintaan ja lisää mikrobien kasvua. Terveyden kannalta 30–40 prosenttinen huoneilman kosteus on optimaalisin. [4]

5.2.2 Ilman paine

Ilmanvaihtojärjestelmien aiheuttamat paine-erot ovat merkittävä tekijä epäpuhtauksien kulkeutumisessa. Erillispoistojärjestelmistä syntyvät suurimmat haitalliset paine-erot. [6]

Oikein mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto on merkittävä edellytys hyvälle sisäilmastolle ja sisäilman puhtaudelle rakennuksissa. Ylempänä olevassa tekstissä kerrotaan, että suurimmat haitalliset paine-erot syntyvät erillispoistoista. Erillispoistolla tarkoitetaan järjestelmää, jossa tuloilmaa ei puhalleta sisätiloihin koneellisesti, vaan huippuimuri toimii rakennuksen ilmanvaihtokoneena. Huippuimurin tehtävä on poistaa ilmaa sisätiloista. Tuloilmana erillispoistojärjestelmissä on ulkoilma, joka johdetaan sisätiloihin korvausilmaventtiilien kautta. Riskinä erillispoistojärjestelmässä on, että ihmiset sulkevat korvausilmaventtiilit vedon tunteen vuoksi, minkä takia huippuimurin aiheuttama alipaine saattaa imeä rakenteista epäpuhtauksia sisäilmaan.

5.2.3 Radon

Radon (Rn) on radioaktiivinen jalokaasu, joka syntyy maankuoressa uraanin ja toriumin hajoamistuotteena. Radonin hajotessa sen hajoamistuotteet voivat kulkeutua hengitettäessä keuhkoihin. Pitkäaikainen altistuminen radonille lisää keuhkosyövän riskiä merkittävästi. [1]

Radonia esiintyy muuhun maailmaan verrattuna Suomessa erittäin paljon maaperän luonteen ja graniittisen kallioperän takia [1].

Radon kulkeutuu sisäilmaan rakennuksen alta monia eri reittejä pitkin, joita ovat muun muassa; maanvaraisen laatan ja sokkelin välinen kutistumarako, maanvastaiset harkkorakenteiset tiivistämättömät seinät, lattialaatan halkeamat ja lattialaatan läpiviennit [1].

Haitallisen radon kaasun hallintaan on kehitetty eri keinoja. Yksi näistä on radonputkisto rakennuksen alle, joka johdetaan katolla sijaitsevalle huippuimurille. Huippuimuri imee rakennuksen alta ilmaa, jolloin radon kaasu ei pääse rakennuksen sisäilmaan.

5.2.4 Kosteus

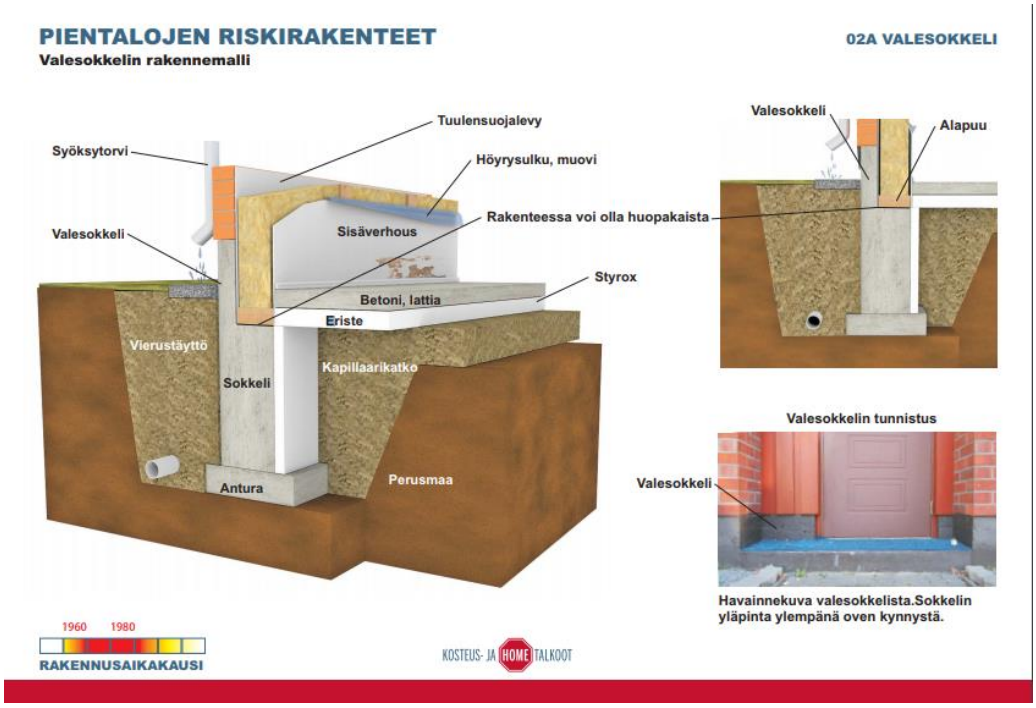
Kosteusvauriot syntyvät, kun rakenteet ja materiaalit eivät kestä niihin kohdistuvia liiallisia kosteusrasituksia [1].

1960–1980-luvuilla rakennetuissa rivi- ja pientaloissa on yleisesti käytetty valesokkelirakennustapaa. Kyseisellä rakenneratkaisulla on tavoiteltu lattian, seinän ja sokkelin tiivistä ja lämpöteknisesti toimivaa ratkaisua. Valesokkelirakenne on kuitenkin myöhemmin paljastunut riskialttiiksi rakenteeksi. Mikäli rakennuksen maakosteudenhallinta ei ole hallinnassa, voi rakennuksen omistajalle koitua ongelmia. Kuvassa 3 on valesokkelin rakennemalli, josta on nähtävissä, kuinka syöksytorvesta laskeva sadevesi pääsee kastelemaan valesokkelirakenteen. [13]

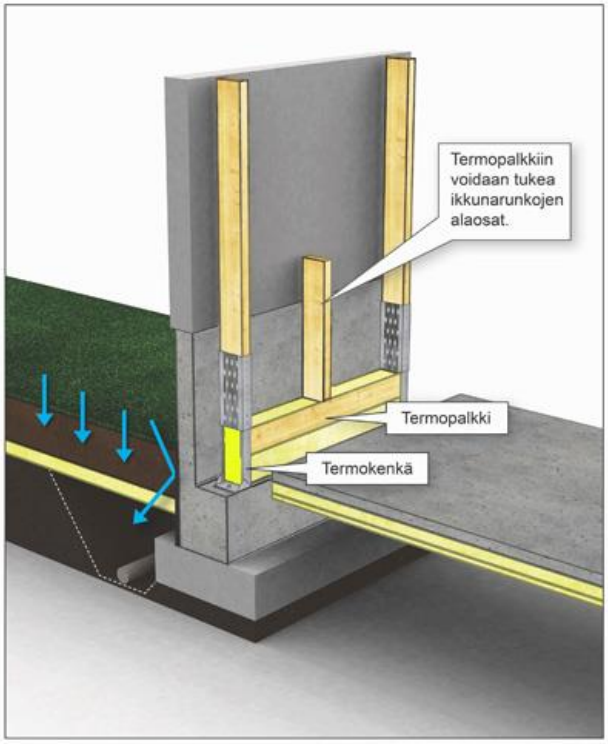
Kun kosteudenhallinta ei ole hallinnassa, pääsee kosteus tekemään tuhoaan puurungon alajuoksuun sekä pystytolppiin. Tämä on omiaan aiheuttamaan sisäilmaongelmia kiinteistöön.

Kosteudesta johtuen puuhun syntyy mikrobivaurioita, joka pääsee rakenteiden läpi sisäilmaan. 60–80-luvuilla rakennetuissa taloissa ei tyypillisesti ole koneellista ilmanvaihtoa. Kyseisiä kiinteistöjä saneerattaessa on yleistä päivittää ilmanvaihto koneelliseksi. Tämän saneerauksen jälkeen talo ajetaan alipaineiseksi ilmanvaihtokoneen avulla, jolloin vaurioituneista puurakenteista leviää mikrobikasvustoista ilmaa sisätiloihin entistä voimakkaammin. Tällöin voidaan puhua sisäilmaongelmasta, joka aiheuttaa erilaisia reaktioita ihmisessä.

Valesokkelin kosteusvaurioon on kuitenkin kehitetty erilaisia korjausmenetelmiä, joista esimerkkinä Lamox Oy:n kehittämä Termotuote-menetelmä. Termotuotteilla korvataan vaurioituneet seinärungon puurakenteet, alajuoksu ja pystytolppien alaosat. Lamox Oy ja Finnfoam Oy aloittivat vuoden 2015 lopussa yhteistyön Lamoxin kehittämien Termotuotteiden kanssa [17]. Termotuotteilla valesokkelin kosteusvaurion korjaaminen on helppoa ja nopeaa, ja se onnistuu yhden miehen voimin vaivattomasti. Kuvassa 4 on nähtävissä Termopalkkimenetelmän rakenne.



Kuva 3. Valesokkelin rakennemalli



Kuva 4. Lamox Oy:n ja Finnfoam Oy:n Termopalkkimenetelmä

5.2.5 Aldehydit

Sisäilmassa useimmiten esiintyviä aldehydejä ovat

- asetaldehydi
- formaldehydi
- propanaali
- butanaali
- pentanaali
- heksanaali
- oktanaali
- bentsaldehydi.

Yleisempiä aldehydien lähteitä sisäilmassa ovat erilaiset rakennusmateriaalit, tekstiilit, kosmeettiset aineet, desinfiointi- ja torjunta-aineet sekä tupakansavu ja palamiskaasut. Sisäilmassa esiintyvä runsas aldehydien määrä voi viitata esimerkiksi mineraalivillaeris-

teiden kosteusvaurioon, jonka seurauksena mikrobit erittävät aldehydejä sisäilmaan. Aldehydeistä useimmat ärsyttävät silmiä sekä limakalvoja. Pienissäkin pitoisuuksissa aldehydit voivat olla pistävän hajuisia. Ärsytysvaikutusten vuoksi olisi perusteltua kiinnittää huomioita myös muiden aldehydien esiintymiseen. [7]

5.2.6 Formaldehydi

Suomessa tavatun formaldehydin (CH_2O) pääasiallinen lähde on ollut lastulevy, jossa valmistuksen yhteydessä sidosaineena on käytetty ureaformaldehydiliimaa. Lämpötilan ja kosteuden vaikutuksesta ureaformaldehydi hajoaa ureaksi ja formaldehydiksi siten, että mitä kosteampia ja lämpimämpi ilma on, sitä enemmän formaldehydiä vapautuu. Markkinoille on tänä päivänä tuotu myös SFS-standardin mukaiset A- ja B-luokan lastulevyt, joissa formaldehydipitoisuus on enintään 40 mg levyn 100 grammaa kohden. Lisäksi uudentyyppisten lastulevyjen valmistuksessa käytetään fenoliformaldehydi- tai isosyanaattipohjaisia liimoja, jolloin levyjen formaldehydipäästöt jäävät merkityksettömäksi. [7]

Nykypäivän laminaateista, parketeista ja paneeleista saattaa vapautua formaldehydiä ilmaan, mikäli näiden liimaukseen on käytetty formaldehydipitoista liimaa. Formaldehydiä käytetään lähtöaineena karbamidi-melamiinipohjaisiin lakkoihin ja maaleihin. Kodin erilaiset tekstiilit saattavat olla myös joissain tapauksissa formaldehydin lähteitä.

Formaldehydi kykenee imeytymään helposti limakalvoihin, jolloin sen pääasialliset terveydelliset haitat ovat ylähengitysteiden ja silmän sidekalvojen ärsytys. Nenän tukkoisuus, jatkuva yskä, nuha ja silmien kirvely ovat yleisiä oireita. Päänsärkyä, pahoinvointia ja väsymystä voi ilmaantua hengitysilman formaldehydipitoisuuden noustessa. [7]

Formaldehydi on haistettavissa herkästi, hajukynnyksen ollessa noin 60–70 µg/m³. Jotkut henkilöt ovat herkempiä oireilemaan formaldehydin vaikutuksesta. Silmän sidekalvo on herkin formaldehydin ärsytysoireille. [7]

Formaldehydi on osoittautunut soluperimän muutoksia aiheuttavaksi aineeksi, niin sanotuksi mutageeniksi. Eläinkokeissa on todettu sen aiheuttavan nenäsyöpää. Tutkimukset eivät ole vielä pystyneet todistamaan, että formaldehydin vaikutukset lisäisivät ihmisen syöpäriskiä. [7]

5.2.7 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi (CO_2) on hiilestä ja hapesta koostuva kemiallinen yhdiste. Normaaleissa olosuhteissa hiilidioksidi on hajuton, väritön, myrkytön ja heikosti reagoiva kaasu, joka on suurina pitoisuuksina terveydelle haitallista. Puhtaana kaasuna hiilidioksidi syrjäyttää hapen ja voi tukehduttaa ihmisen. [7]

Sisäilmaan vaikuttava hiilidioksidi on pääosin peräisin ulkoilmasta, missä hiilidioksidin pitoisuus on noin 400 ppm. Sisätiloissa syntyvän hiilidioksidin merkittävin lähde on ihmisen hengitysilma. Hiilidioksidipitoisuutta voidaan pitää ilmanvaihdon riittävyyden mittarina. [7]

Hiilidioksidipitoisuutta käytetään yleisesti ilmanvaihdon mitoituksen perusteena. Tilojen käyttötarkoitus sekä henkilömäärät määritetään, minkä pohjalta saadaan kokonaisilmamäärät ja ilman vaihtuvuuden tarpeet selville. Mikäli ulkoilmavirtojen mitoitus tapahtuu sisäilman hiilidioksidipitoisuuden perusteella, mitoitusarvona käytetään pitoisuutta 800-ppm. [7]

Sisäilman korkea hiilidioksidipitoisuus kuvastaa ilmanvaihdon riittämättömyyttä suhteessa ihmisten aiheuttamaan kuormitukseen. Hiilidioksidipitoisuuden noustessa riittävän korkeaksi, alkaa se vaikuttamaan ihmisen hengitykseen, jonka seurauksena hengitys kiihtyy sillä ilmaa on liian vähän huoneessa [7].

Suuri hiilidioksidipitoisuus sisäilmassa voi aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä, päänsärkyä ja näiden seurauksena ihmisen toimintojen, yleisesti työtehon alenemista. [7]

Suomessa vain harvojen sisäilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudesta on tehty viranomaispäätös. Hiilidioksidi on yksi näistä harvoista, joista on päätös tehty. Hiilidioksidipitoisuus sisäilmassa voi olla enintään 800 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus, eli sisäilman hiilidioksidipitoisuuden raja on 1 200 ppm. [19]

Sisäilmaluokituksessa on määritetty sisäilman hiilidioksidipitoisuuden enimmäisarvot luokittain, jotka ovat

- yksilöllinen sisäilmasto S1 < 350 ppm
- hyvä sisäilmasto S2 < 550 ppm
- tyydyttävä sisäilmasto S3 < 800 ppm [2].

5.2.8 Hiukkasmaiset epäpuhtaudet

Sisäilmaan vaikuttavat pienhiukkaset ovat yleisimmin peräisin ulkoilmasta. Taajamissa pakokaasuja tuottava liikenne on pienhiukkasten merkittävin lähde. [7]

Sisäilma ja huonepöly pitävät sisällään niin orgaanisia kuin epäorgaanisia hiukkasia. Epäorgaaniset kuitumaiset hiukkaset ovat esimerkiksi mineraalivillakuidut ja asbesti. Orgaanisia hiukkasmaisia epäpuhtauksia ovat esimerkiksi bakteerit, homeitiöt, punkit ja virukset. [7]

Hiukkasmaisiin epäpuhtauksiin luetaan muun muassa huonepöly, joka on leijuvaa ja laskevaa pölyä. Tämä koostuu epäorgaanisista sekä orgaanisista hiukkasista. Leijuva pöly voidaan jakaa hienopölyyn sekä karkeapölyyn. Leijuvaa pölyä voidaan poistaa ilmanvaihdon poiston avulla ja laskeutunutta pölyä siivoamalla pintoja tarpeeksi usein. [7]

6 Sisäilmaongelmien tunnistaminen

6.1 Aistinvarainen tunnistus

Aistinvaraisella tunnistuksella voidaan havaita esimerkiksi haistamalla kosteita rakenteita. Tästä hyvänä esimerkkinä toimii valesokkelin aiheuttama kosteus rungon puurakenteessa. Kun puurakenteet ovat märkänä rakenteen sisällä, aiheutuu tästä makeahko, maakellarimainen haju. Tällöin on syytä tehdä tarkempaa tutkimusta hajun aiheuttajasta.

Näköaisti on myös toimiva sisäilmaongelmien tunnistamiseen. Kosteuden aiheuttamia jälkiä on nähtävissä monissa tapauksissa. Tästä erimerkkinä alakatossa niin sanottuja valumajälkiä, jotka kertovat esimerkiksi katon yläpuolella kulkevan tekniikan vuodoista. Nämä aiheuttavat herkästi sisäilman laadun heikkenemistä.

Aistinvarainen tunnistus toimii myös kuuntelemalla kiinteistöä säännöllisesti käyttäviä muita henkilöitä. Mikäli kuulee seuraavista oireista, on syytä ryhtyä tarkempiin tutkimuksiin; hengitysteiden, silmien tai ihon ärsytys, päänsärky, väsymys, kuumeilu tai astmaoireiden pahentuminen. [9]

6.2 Pintapuoliset kartoitukset

Jos epäillään sisäilmaongelmien johtuvan esimerkiksi kosteusvauriosta, voidaan kiinteistössä suorittaa pintapuolisia kosteusmittauksia kuvan 5 mukaisella kosteusmittarilla. Mitattaessa kosteutta tällaisella mittarilla, ei rakenteita tarvitse availla. Mittari paljastaa, mikäli on syytä ryhtyä tarkempiin kosteusmittauksiin.

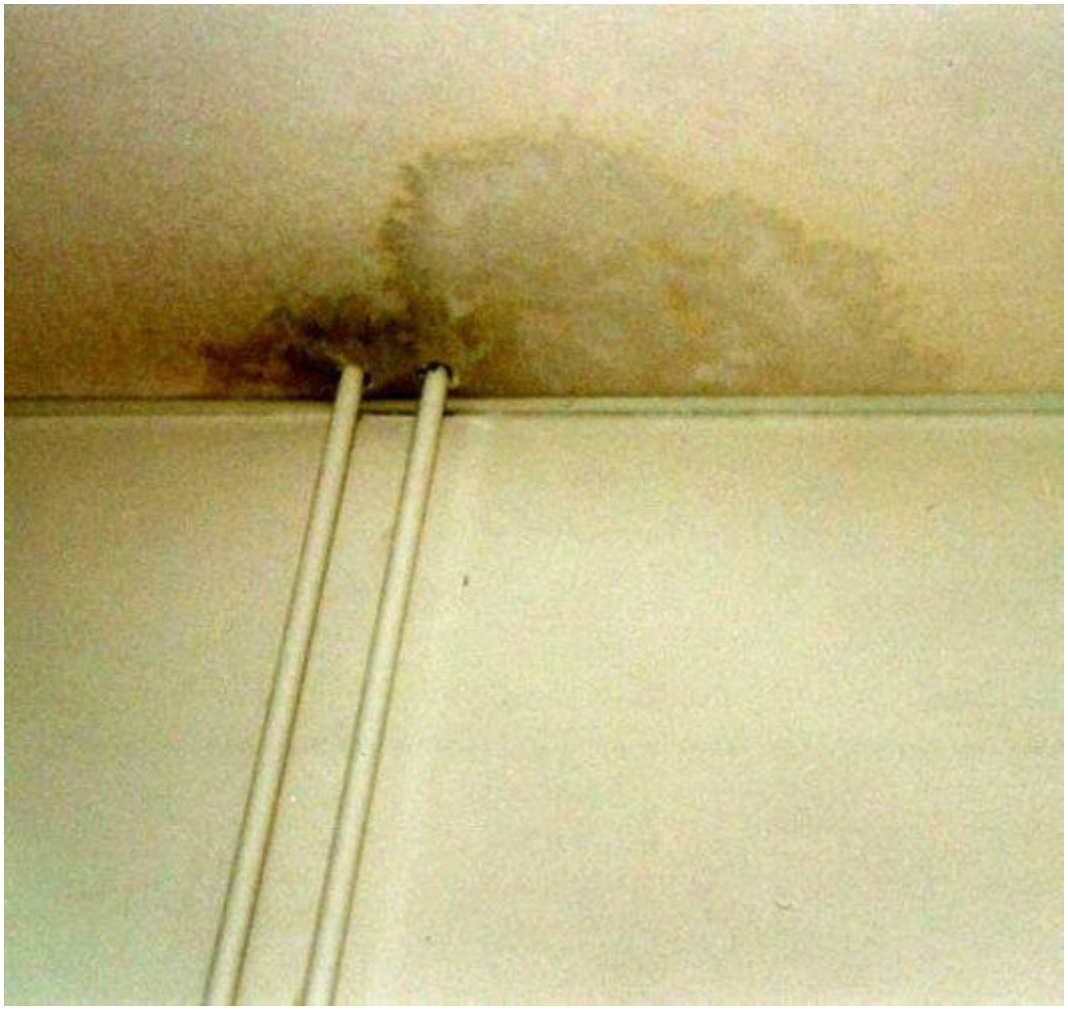
Kuva 5. Gann Hydromette BL Compact B2- rakennekosteusmittari.

Myös rakennuksen ulkopuolelta voi aiheutua haittaa sisäilman suhteen, mikä on nähtävissä pintapuolisella tarkastelulla. Rakennuksen pihamaan kaadot voivat olla huonosti tehtyjä, jolloin piha viettää rakennuksen perustuksia kohti. Kuva 6 esittää pihan kaatojen puutteellisuutta. Tämä ja puutteelliset salaojitukset ovat merkittävä riski rakenteiden kastumiselle ja sitä kautta sisäilmaongelmien aiheutumiselle.

Kuva 6. Pihan kaadot puutteelliset, vesi lammikoituu seinustalle.

6.2.1 Kosteusvauriot

Kosteusvauriot ovat tunnistettavissa sisätiloissa yleisesti visuaalisesti. Mikäli katto-, seinä- tai lattiapinnoissa on havaittavissa tummia läikkiä, maalin hilseilemistä tai lattiapinnoitteen kohoilua, on mahdollisuus kosteusvaurioon useimmiten huomattava. Kuvassa 7 näkee tyypillisien tumman läikän vesivuodosta johtuen. Mikäli rakennuksessa on havaittavissa tällaisia kosteusvaurioita, on sisäilmaongelmat voinut edetä jo pitkälle.



Kuva 7. Kuvassa näkyy ylemmässä kerroksessa tapahtunut putkivuoto, joka on kastellut alemman kerroksen katon.

6.2.2 Ilmanvaihdon toiminta

Ilmanvaihdon toiminnan voi tarkastaa helposti ilman mittauksia, joten sen myös huomaa helposti, mikäli ilmanvaihto ei toimi kunnolla. Työhuoneeseen tai asuntoon tultaessa ilman pitäisi tuntua raikkaalta. Tunkkaisuus ja hajut ovat merkki puutteellisesta ilmanvaihdosta. Mikäli kosteutta tiivistyy ikkunoihin tai peileihin, on se merkki liian vähäisestä ilmanvaihdosta. Jos pyykit eivät kuivu asunnossa alle vuorokaudessa, on tämä myös merkki siitä, että ilmanvaihto on riittämätön. [14]

Jos yllämainittuja ongelmia havaitsee ilmanvaihdon suhteen, on tarpeellista ryhtyä tutkimaan sen toimintaa tarkemmin.

7 Sisäilmaongelmien tutkimusmenetelmät

7.1 Rakenteiden kuntotutkimukset

Mikäli rakenteissa havaitaan kosteusmittauksien yhteydessä liiallista kosteutta, on tarpeen ryhtyä tarkempiin kuntotutkimuksiin. Varmin tapa selvittää rakenteiden kunto on avata ne näkyville.

Rakenteiden avaamiselle on tietynlaisia tavoitteita. Näitä ovat muun muassa varmistua mitä materiaaleja rakenteessa on käytetty, selvittää erilaisten liitosten toteutusratkaisut ja rakenteen kunto silmämääräisesti ja tarpeen vaatiessa ottaa materiaalinäytteitä kosteuspitoisuus-, mikrobi- ja kemiallisiin määrityksiin. [15]

Ylä- sekä alapohjan tutkimuksissa ei aina ole tarpeen avata rakenteita. Tällöin pitää löytyä kulku yläpohjaan eli vintille sekä alapohjan mahdolliseen ryömintätilaan. Kuvassa 8 on nähtävissä alapohjarakenteen muottipuutavaraa. Tämä tulisi purkaa pois hyvissä ajoin, mieluiten niin pian valamisen jälkeen kuin rakenne antaa myöden. Kuvan tapauksessa on jo tapahtunut mittava mikrobivaurio, jonka vuoksi haitallisia mikrobeja pääsee sisäilmaan rakenteiden raoista puutteellisesti säädettyjen paine-erojen takia.

Kuva 8. Alapohjarakenteen muottipuutavara.

7.2 Ilmanvaihdon kuntotutkimus

Ilmanvaihdon kuntotutkimuksessa helpoin tapa aloittaa on tarkastaa ilmanvaihtokoneiden toiminta. Tämän pystyy tarkastamaan silmämääräisesti: puhaltimien tulisi pyöriä koneissa. Mikäli koneet toimivat halutulla tavalla, on hyvä tarkastaa koneen ja kanaviston puhtaus. Koneissa ei saisi olla ylimääräistä likaa, lunta tai vettä. Mikäli kanavisto on pölyinen, se tulee nuohota puhtaaksi. Kuvassa 9 on nähtävissä pölyinen kanava, joka on ehdottomasti puhdistettava.

Kanaviston nuohouksen jälkeen tulee suorittaa ilmamäärien mittaus- ja säätötyö. Tällä varmistetaan, että painesuhteet ovat oikeat ja että tilojen ilmamäärät täyttyvät määräysten mukaisesti rakennuksessa.

Kuva 9. Pölyinen kanava.

7.3 Sisäilmatutkimukset ja mittaukset

Sisäilmamittaus halutaan useimmiten tehdä silloin, kun rakennuksessa aistitaan homeen hajua tai saadaan homevaurioon tyypillisesti liittyvää oireilua.

Tyypillisin sisäilmatutkimus tehdään ottamalla sisäilmasta mikrobinäyte, jossa näytteestä tutkitaan sisäilman mikrobien määrä ja lajisto. Sisäilmamittaus tehdään suoraan ilmasta keräimellä tai avonaisella viljelymaljalla. Sisäilman mikrobinäyte on myös otettavissa tasopinnoille kerääntyneestä pölystä. Tilastollisesti parempi tulos saadaan tasopinnoilta otettavasta näytteestä kuin suoraan ilmasta otettavalla. [10]

8 Sisäilmaongelmien korjaavia toimenpiteitä

8.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon puutteellisuudella ja asennusvirheillä on merkittävä rooli sisäilmaongelmien yhteydessä.

8.1.1 Ilmanvaihdon tehottomuus

Alimitoitettu ilmanvaihtolaitteisto, toisin sanoen liian tehoton ilmanvaihtokone, voi aiheuttaa sisäilman kosteuspitoisuuden nousun haitallisen korkealle tasolle. Tällöin rakenteiden pinnat ovat sisätiloissa vaarassa vaurioitua eritoten kylpyhuoneessa, jossa kosteutta on huomattava määrä peseytymisen johdosta. Eräissä julkisissa rakennuksissa on usein nähtävissä, että suihkut ovat suuren käytön takia aiheuttaneet kattopaneelien kosteusvaurioita. Tämänlaisia rakennuksia ovat esimerkiksi jäähallit. [16]

Nämä ongelmat ovat vältettävissä jo rakentamisen suunnitteluvaiheessa, jolloin rakennukseen tulisi suunnitella tarpeeksi tehokas ilmanvaihtokone. Myös asennusten jälkeen on tärkeää säätää ilmamäärät ja sen yhteydessä painesuhteet oikeiksi, jolloin vahinkoa ei pääse syntymään.

8.1.2 Ilmanvaihdon painesuhteet

Ilmanvaihdon painesuhteet, yleisesti ylipaine, aiheuttavat rakennuksen ulkovaipparakenteille merkittävän kosteusvaurioriskin kosteuskonvektion seurauksena. Tämän johdosta lämmin ja kostea sisäilma voi virrata rakenteisiin, ja kosteus voi kylminä vuodenaikoina tiivistyä rakenteiden kylmiin osiin vaurioittaen niitä. [16]

Ilmanvaihdon säätäminen ylipaineiseksi auttaisi siihen, että rakenteiden mahdollisista kosteusvauriosta ei imeytyisi epäpuhtauksia sisäilmaan. Tämä kuitenkin aiheuttaa edellisessä kappaleessa mainitun kosteusvaurioriskin ulkovaipparakenteisiin, minkä vuoksi se ei ole suotavaa. [16]

Nämä ongelmat ovat korjattavissa säätämällä ilmanvaihdon painesuhteet siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. [5]

8.1.3 Ilmanvaihdon asennusvirheet

Ilmanvaihtokanavien puutteellinen lämmöneristys aiheuttaa kosteuden tiivistymisen lämpimien kanavien sisäpinnoille ja kylmien kanavien ulkopinnoille, josta vettä pääsee mahdollisesti rakenteisiin tai ilmanvaihtokoneeseen. Tämä voi aiheuttaa kosteusvaurion. Kosteusvaurion riskiä lisää myös se, että kanavistot on useimmiten asennettu rakenteiden sisään piiloon, esimerkiksi välikatolle. Tällöin yläpohjan puurakenteet voivat päästä kostumaan, mikäli eristeiden puutteesta johtuvaa kosteuden tiivistymistä syntyy. [16]

Tämä on vältettävissä huolehtimalla, että ilmanvaihtokanavien eristykset ovat määräysten mukaiset ja huolella asennettu.

Ilmanvaihtokoneen suodattimiin pääsevä vesi tai lumi voi aiheuttaa mikrobivaurioita koko rakennuksessa. Kun kosteus pääsee tarpeeksi pitkään muhimaan suodattimissa, siinä alkaa kasvamaan mikrobeja. Mikrobit pääsevät leviämään tuloilmakanavistoa pitkin koko rakennuksen laajuudelta, jolloin sisäilmaongelmien oireet tulevat esiin. [16]

Tämä voidaan välttää käyttämällä asianmukaisia raitisilma- ja jäteilmasäleikköjä tai ulospuhallushajottajia, jotka eivät päästä kanavistoon vettä tai lunta.

8.2 Rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaaleja valittaessa rakennettaessa esimerkiksi omakotitaloa on hyvä huomioida materiaalien vaikutukset sisäilmaan. Kuten aiemmin työssä on mainittu formaldehydin vaikutuksesta sisäilmaongelmiin, on tässä tapauksessa hyvä tutustua muun muassa lattiamateriaalien valintaan.

Valittaessa oikeat materiaalit rakennusvaiheessa ei tarvitse korjailla rakenteita sisäilmaongelmien vuoksi, vaan vasta käyttöiän tullessa täyteen.

8.3 Vuotovauriot

Rakenteiden kosteusvaurioihin ovat usein syynä erilaisten vesi-, viemäri- tai lämpöputkien vuodot. Näiden putkistojen vuodot aiheutuvat virheellisen asennuksen, materiaalin vaurioitumisen tai vanhentumisen johdosta. [16]

Putkivuoto voi olla esimerkiksi vaikeasti havaittava pieni vuoto, joka vuotaa rakenteisiin pitkässä ajassa paljon vettä. Näiden vuotojen huomaamiseen voi mennä pitkäkin aika. Äkillisiä, suuria vuotoja voi syntyä esimerkiksi putken jäätymisestä johtuvasta halkeamisesta tai putkiliitoksen pettämisestä. [16]

Useimmiten pienet vuodot aiheuttavat suurempia ongelmia rakennuksissa, sillä niitä ei havaita välttämättä pitkään aikaan. Tällöin rakenteet ovat kauan korkeassa kosteuspitoisuudessa ja mikrobivaurioiden riski kasvaa, eikä pelkkä rakenteiden kuivaaminen riitä korjausratkaisuksi. Tällaisen putkivuodon jälkeen on tarpeellista tehdä tarkemmat tutkimukset rakenteiden kunnosta. [16]

9 Haastattelut

Haastattelin opinnäytetyötä varten kahta henkilöä, jotka olivat aiemmin kertoneet kokeneensa sisäilmaongelmista johtuvia terveydellisiä oireita. Haastatteluissa tiedustelin tiloja, joissa ongelmia on esiintynyt ja miten näiden kanssa on edetty. Toisen haastatteluista suoritin sähköpostin välityksellä ja toisen puhelimitse.

Ensimmäinen haastateltava oli noin 50-vuotias nainen, joka kärsi sisäilmaongelmien aiheuttamista terveydellisistä haitoista työpaikkansa toimistotiloissa. Haastateltava työskentelee valtion laitoksessa.

9.1 Ensimmäinen haastattelu

1. Minkälaisia oireita sisäilmaongelmat aiheuttivat sinulle?

Haastateltavalla ilmeni sisäilmaongelmista johtuen päänsärkyä, jatkuva kuumeinen olo, refluksioireita, väsymystä sekä silmien vuotoa. Oireet alkoivat säännöllisesti tunnin kuluessa työpaikalle saapumisesta ja menivät ohitse hetken kuluttua kotiin tultua.

2. Kärsikö muut työpaikallasi sisäilmaongelmien aiheuttamista oireista?

Terveydellisistä haitoista kärsiviä oli useita, joista osalla oli lievempiä oireita ja osalla taas vastaavia ja jopa pahempia. Yksi kollega muutti toiselta toimistolta kyseiseen toimistoon, jossa hän alkoi oireilemaan välittömästi muuton jälkeen.

3. Kävitkö työterveyshuollossa johtuen oireista?

Haastateltava kävi lääkärin haastateltavana ja tutkimuksissa. Tutkimuksissa todettiin olevan perusterve, jonka johdosta lääkäri epäili, että kyseessä on työolosuhteiden aiheuttama limakalvoärsytysoire. Lääkärin suositus oli työpisteen vaihto toiseen toimistoon, joka sijaitsi toisessa kaupungissa. Suositusta noudatettiin ja työpiste vaihdettiin naapurikaupunkiin.

4. Vaivasivatko oireet toisessa toimistossa?

Oireet olivat hävinneet työpisteen muuton yhteydessä, ja ne pysyivät poissa koko sen ajan, kun haastateltava työskenteli siellä.

5. Tutkittiinko toimistonne sisäilman laatua ja kerrottiinko teille avoimesti tuloksista?

Toimistolla oli käynyt sisäilma-asiantuntijoita tutkimassa ja mittaamassa sisäilman laatua. Haastateltavan mukaan asiantuntijat olivat kiertäneet toimiston mittarin kanssa. Tutkimustuloksista selvisi, että kellarikerroksen lattiasta haihtuu sisäilmaan haitallisia mikrobeja sekä ilmanvaihdon mukana kulkeutuu villaa. Tutkimusten jälkeen kellarikerroksen lattia vaihdettiin ja ilmanvaihtojärjestelmä puhdistettiin.

6. Muutitko takaisin kyseiseen toimistoon ja hävisivätkö oireilut remontin myötä?

Haastateltava muutti remontin jälkeen takaisin aiemmin oireilua aiheuttaneeseen työpisteeseen. Oireita ei enää ilmaantunut tehtyjen korjaustoimenpiteiden jälkeen.

7. Kuinka kauan jouduit kärsimään sisäilmaongelmien aiheuttamista oireista?

Haastateltava työskenteli näissä olosuhteissa useamman kuukauden. Vasta siinä vaiheessa, kun oireilevia henkilöitä oli useita, alettiin toimiston tiloja tutkimaan.

9.2 Toinen haastattelu

Toisessa haastattelussa haastateltavana oli noin 30-vuotias mies, joka kärsi sisäilmaongelmien aiheuttamista oireista työpaikkansa toimistotiloissa. Haastateltava työskentelee yksityisessä rakennusyrityksessä.

1. Minkälaisia oireita sisäilmaongelmat aiheuttivat sinulle?

Haastateltavalla ilmeni sisäilmanlaadusta johtuen jatkuvaa päänsärkyä, silmien kirvelyä ja ihon kuivumista. Iho kuivui erityisesti käsivarsista, jotka muistuttivat kuivumisen johdosta krokotiilin nahkaa.

2. Kärsikö muut työpaikallasi sisäilmaongelmien oireista?

Työpaikalla oireilevia oli useita, mutta näistä ei kovin avoimesti puhuttu toisten kesken. Vierustoverilla oireet olivat samankaltaisia: hänellä kasvojen ihon kuivuminen oli pääroolissa. Kasvoista lähti kuivumisen takia ihoa.

3. Kävitkö työterveyshuollossa oireidesi vuoksi?

Haastateltava kävi näyttämässä lääkärin vastaanotolla käsissä olevaa iho-ongelmaa. Lääkärin suosituksena oli välttää työskentelyä oireita aiheuttavissa tiloissa. Pian tämän lääkärikäynnin jälkeen yritys muutti toiseen kiinteistöön.

4. Helpottivatko oireet poistuessasi työpaikalta tai toimiston muuton yhteydessä?

Oireet helpottivat ja poistuivat kokonaan pidemmillä ajanjaksoilla, jolloin haastateltava ei toimistolla viettänyt aikaa. Lomien aikana iho-ongelmat poistuivat, mutta viikonlopun poissaolo ei riittänyt ihon paranemiseen. Yrityksen muuton jälkeen oireet poistuivat, joskin tästä on jäänyt pieni muisto kädessä olevan pienen ihottuman merkeissä.

5. Kerrottiinko teille koskaan mikä aiheutti sisäilmaongelmat kyseisessä kiinteistössä?

Yleisesti oli kerrottu, että kiinteistö on homeessa, mutta tätä ei missään vaiheessa puitu kaikkien kesken läpi. Taukotiloissa olivat sisäilmatutkimukset olleet kaikkien luettavissa, joskaan haastateltava ei näiden sisällöstä haastattelun yhteydessä muista.

9.3 Haastatteluiden johtopäätökset

Haastatteluiden perusteella voidaan tulkita sisäilmaongelmien aiheuttamista oireista, että ne voivat vaikuttaa ihmisiin hyvin eri tavoilla. Oireet voivat vaikuttaa heti epäpuhtauksille altistumisen yhteydessä mutta samalla tavalla ne myös poistuvat, kun altistunut poistuu epäpuhtaista tiloista. Toiset oireet voivat viedä aikaa parantuakseen, kuten haastattelussa esiin tulleet ihoon vaikuttavat tapaukset.

Pitkäaikainen altistuminen sisäilmaongelmille voi aiheuttaa myös palautumattomia vaurioita ja erilaisia kroonisia sairauksia. Näitä ei onneksi haastateltaville aiheutunut.

10 Yhteenveto

Opinnäytetyötä tehdessäni löysin paljon itseäni hyödyttävää tietoa sisäilmaongelmien laajuudesta sekä niiden aiheuttajista. Erilaisia tutkimuksia, asetuksia sekä ohjeistuksia oli todella mittavasti useissa eri lähteissä.

Sisäilmayhdistyksen sivustoja voin tässä vaiheessa kehua vuolaasti, sillä siellä oli kerrottu asioita todella hyvin selostettuna sekä kuvin pohjustettuna.

Loppupäätelminä sisäilmaongelmien suhteen on useampia erilaisia näkemyksiä. Kerron seuraavassa muutamia esimerkkejä.

Energiansäästösyistä voi vieläkin tapahtua jossain kiinteistöissä, että ilmanvaihtokoneet sammutetaan kokonaan yön ajaksi. Tähän on onneksi panostettu rakennusautomaation voimin. Rakennusautomaatiojärjestelmällä ohjataan koneiden toimintaa niin, että koneet pysyvät jatkuvasti päällä mutta energiaa säästääkseen koneet säädetään toimimaan kuormituksen mukaan. Huonesäätimillä voidaan ohjata tilojen ilmanvaihtoa hiilidioksidipitoisuuksien perusteella. Yöaikaan, kun kiinteistöissä ei ole toimintaa, koneet pyörivät

pienemmällä teholla, joka edesauttaa huomattavasti energiansäästössä mutta sisäilma pysyy kuitenkin hyvänä.

Rakenteiden kosteusvaurioista puhuttaessa on ensiluokkaisen tärkeää, että vaurioituneet rakenteet tutkitaan ja paikallistetaan kokonaisuudessaan mahdollisimman pikaisesti. Tämä estää vaurioiden leviämisen, ja sitä kautta sisäilmaongelmat saadaan kuriin.

Lähteet

1 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y Luettu 15.12.2018

2 Sisäilmastoluokitus 2018. RT-kortti RT 07-11299. Rakennustieto Oy.

3 Kukkonen Esko. 2008. Sisäilmaluokitusta uudistettiin. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020303.pdf Luettu 13.12.2018

4 Asumisterveysohje. 2003. Verkkoaineisto. Sosiaali- ja terveysministeriö. https://www.finlex.fi/data/normit/14951/asumisterveysohje_pdf.pdf Luettu 25.12.2018

5 Ympäristöministeriön asetus 1009/2017. 2017. Ympäristöministeriö.

6 Hallitsemattomat paine-erot voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia. 2016. Verkkoaineisto. Sisäilmauutiset. https://www.sisailmauutiset.fi/tutkimus/hallitsemattomat-paine-erot-voivat-aiheuttaa-sisailmaongelmia/ Luettu 25.11.2018

7 Kemialliset epäpuhtaudet. 2008. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Kemialliset-epapuhtaudet Luettu 3.12.2018

8 Mölsä, Seppo. 2017. Verkkoaineisto. Kiinteistö Blog. https://kiinteisto.messukeskus.com/2017/09/15/nain-suomi-homehtui-ja-nain-sisailmaongelmat-saadaan-pois/ Luettu 29.12.2018

9 Sisäilmaongelmien ratkaiseminen. Verkkoaineisto. Kosteus- ja hometalkoot. file:///C:/Users/sami.grundstrom/Downloads/Hometalkoot_Sis%C3%A4ilmaongelman_ratkaiseminen_ohjekortisto.pdf Luettu 3.1.2019

10 Sisäilmatutkimukset ja sisäilmamittaukset. Verkkoaineisto. Novorite Oy. http://www.novorite.fi/sisailmatutkimukset.php Luettu 25.12.2018

11 Kosteus maksaa miljoonia. 2017. Verkkoaineisto. Tehy-lehti. https://www.tehylehti.fi/fi/uutiset/kosteus-maksaa-miljoonia Luettu 1.1.2019

12 Suomessa valtava sisäilmaongelma. 2016. Verkkoaineisto. Kauppalehti 15.1.2016. https://www.kauppalehti.fi/uutiset/yle-suomessa-valtava-sisailmaongelma/1407661e-9cab-31e3-b3b2-cf82b7bba2ee Luettu 28.12.2018

13 Mistä tunnistan vale- eli piilosokkelin? Verkkoaineisto. Raksystems Insinööritoimisto Oy. https://www.raksystems.fi/fi/ajankohtaista/valesokkeli Luettu 21.12.2018

14 Hyvän ilmanvaihdon tuntomerkit. 2008. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. http://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Sisailmaston-tarkastuslistat/Hyvan-ilmanvaihdon-tuntomerkit Luettu 17.12.2018

15 Rakenteiden avaukset. 2008. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Rakenteiden-avaukset Luettu 17.12.2018

16 LVI-järjestelmien vaikutus. 2008. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/LVI-jarjestelmien-vaikutus Luettu 10.12.2018

17 Valesokkelin korjaus. Verkkoaineisto. Finnfoam Oy. https://www.finnfoam.fi/kayttokohteet/seinat/valesokkelin-korjaus/ Luettu 7.1.2019

18 Kosteus- ja homevauriot. Verkkoaineisto. Sosiaali ja terveysministeriö. https://stm.fi/ymparistoterveys/kosteus-ja-homevauriot

19 Maankäyttö- ja rakennuslaki 1009/2017. 2017.

Kuvien lähteet

Kuva 1. Sisäilmastoluokitus 2018. RT-kortti RT 07-11299. Rakennustieto Oy.

Kuva 2. Sisäilmastoluokitus 2018. RT-kortti RT 07-11299. Rakennustieto Oy.

Kuva 3. Tunnista ja tutki riskirakenne. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. https://www.hometalkoot.fi/ Luettu 17.12.2018

Kuva 4. Valesokkelin korjaus. Verkkoaineisto. Finnfoam Oy. https://www.finnfoam.fi/kayttokohteet/seinat/valesokkelin-korjaus/ Luettu 20.12.2018

Kuva 5. Glann Hydromette BL Compact B2. Verkkoaineisto. Kosteusmittari.fi. https://www.kosteusmittari.fi/tuotteet.html?id=39112/386490 Luettu 20.12.2018

Kuva 6. Sisäilmayhdistys ry. Verkkoaineisto. http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kuvasarjat/Tyypillisia-ongelmakohtia/1 Luettu 25.12.2018

Kuva 7. Sisäilmayhdistys ry. Verkkoaineisto. http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kuvasarjat/Alkavia-kosteusvaurioita/22 Luettu 25.12.2018

Kuva 8. Sisäilmayhdistys ry. Verkkoaineisto. http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kuvasarjat/Perustus-ja-alapohja/38 Luettu 15.11.2018

Kuva 9. Suomela.fi. Verkkoaineisto. https://www.suomela.fi/lammitys-lvis/Ilmanvaihto/Ilmanvaihtokanavien-puhdistuksella-puhtaampaa-sisailmaa-62824 Luettu 4.1.2019