



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Sisäilmaongelmat Suomessa ja niiden ehkäisy

Miro Suominen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018

Rakennusalan työnsäilytyksen koulutusohjelma



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Suominen Miro
Sisäilmaongelmat Suomessa ja niiden ehkäisy

Opinnäytetyö 52 sivua
Toukokuu 2018

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin sisäilmaongelmien aiheuttajia Suomessa sekä vaikutuksia ihmisten terveyteen ja kansantalouteen sekä toimivia ratkaisumahdollisuuksia ongelmiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota kattava yksinkertainen kokonaisuus sekä ratkaisusta sisäilmaongelmien syntymisen ehkäisemiseen uudisrakentamisessa, että jo syntyneiden sisäilmaongelmien korjaustavoista saneerauskohteissa. Tavoite on, etteivät ongelmat enää uusiutuisi korjausten jälkeen tai syntyisi uusia ongelmia. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena internetiä ja aiheeseen liittyviä kirjoja hyödyntäen, suosien uusimpia lähteitä.

Tutkimuksessa ilmeni, että sisäilmaongelmiin ollaan kehittämässä ratkaisuja ja tutkimuksia tehdään sekä se, että ongelmien vakavuus ja syyt nykyään tiedostetaan huomattavasti paremmin kuin ennen. Esimerkiksi märkätilojen uudet vedeneristysratkaisut sekä rakentamisen aikainen tarkempi valvonta ovat oivia edistysaskeleita kohti kosteusvauriottomampia rakennuksia. Tutkimus myös osoitti, että todella paljon asioita on tehty väärin, mutta niihin suureen osaan löytyy toimivia korjauskeinoja. Ennen on esimerkiksi vedeneristeitä levitetty märkätiloissa vain lattiaan, muovimattoja on luvan kanssa saanut asentaa suoraan liian kovan betonin päälle ja rakenteissa on surutta käytetty terveydelle haitallisia aineita, kuten asbestia ja VOC-yhdisteitä sisältäviä rakennusmateriaaleja. Tällaiset asiat ovat kuitenkin nykytiedon valossa korjattavissa nykysäädösten mukaisiksi, toimivammiksi ja terveydelle turvallisemmiksi.

On kuitenkin perusteltua olettaa, että vanhojen riskirakenteiden ja virheiden tilalla tehdään tänä päivänä uusia virheitä. Kehitysehdotuksina tutkimuksen pohjalta voisi mainita, että kiirettä on syytä välttää ja huolellisuutta vaalittava, erityisesti kosteus- ja haitta-aineongelmaisten rakennusten korjauksessa. Lisäksi uusia lupaaviakin materiaaleja tulisi arvioida kriittisesti varsinkin terveysvaikutusten kannalta tarkemmin kuin tähän asti.

Asiasanat: mikrobit, asbesti, VOC-yhdisteet, PAH-yhdisteet, aldehydit

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Construction Site Management

Suominen Miro
Indoor air problems in Finland and preventions to them

Bachelor's thesis 52 pages
May 2018

This thesis addressed the causes of indoor air problems in Finland and the effects of them to human health and the national economy and effective solutions to the problems.

The aim of the thesis was to compile a comprehensive simple set of both solutions for the prevention of indoor air problems in new construction, and repair methods for renovation construction with indoor air problems that have already arisen. The goal is that the problems will no longer be renewed after repairs or new problems would arise. The work was carried out as a literature review using the Internet and related books, favoring the latest sources.

The study showed that solutions are being developed and studies are being done for indoor air problems and that the severity and causes of problems are now much better known than before. For example new waterproofing solutions for wet rooms and more detailed surveillance during construction are great advances towards less moisture-damaged buildings. The study also showed that a great deal of things have been done wrong, but there is effective remedies to remedy them. Before, for example water insulation have been applied only to the floor in wet rooms, it has been lawful to install plastic mats directly over too wet concrete floor and there has been used health hazardous substances to the structures such as building materials containing asbestos and VOCs. However, according to current knowledge, such things can be remedied to the line with current regulations, more effective and safer for health.

However, it is justifiable to assume that the existing risk structures and mistakes are now being replaced by new mistakes. As a development suggestions it could be mentioned that there is a need to avoid haste while repairing buildings with moisture and contaminants, and care should be treasured, and new hopeful materials should be critically surveyed, especially in terms of health effects.

Key words: microbes, asbestos, VOCs, PAHs, aldehydes

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	SISÄILMAONGELMIEN ONGELMALLISUUS	10
2.1	Ongelmien monimutkaisuus	10
2.2	Sisäilman laadun pilaajia on monenlaisia	10
3	HIUKKASMAISET ILMAN EPÄPUHTAUDET	11
3.1	Asbesti	11
3.1.1	Mitä asbesti on?.....	11
3.1.2	Asbestin käyttö Suomessa.....	11
3.1.3	Asbestin käyttökohteet ja syyt	11
3.1.4	Asbestin terveyshaitat ja vaikutukset sisäilmaan	12
3.1.5	Asbestin purkumenetelmiä.....	12
3.2	Epäorgaaniset kuidut.....	14
3.3	Huonepöly.....	15
3.4	Mikrobit	15
3.4.1	Mitä mikrobit ovat?.....	15
3.4.2	Homeet ja lahottajasisienet	15
3.4.3	Mikrobit rakennuksissa	15
3.4.4	Mistä mikrobeja tulee sisäilmaan?.....	16
3.4.5	Mikrobien aiheuttamat terveyshaitat.....	16
3.4.6	Mykotoksiinit	17
3.4.7	Mikrobivaurion ilmeneminen.....	17
3.4.8	Kosteusvaurioindikaattorit	17
4	KEMIALLISET EPÄPUHTAUDET	18
4.1	Aldehydit	18
4.1.1	Formaldehydi	18
4.2	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC-yhdisteet.....	19
4.3	Hiilidioksidi	20
4.4	Hiilimonoksidi eli häkä.....	20
4.5	Otsoni.....	20
4.6	PAH-yhdisteet.....	21
4.7	Radon	22
4.8	Styreeni	23
5	SISÄILMAONGELMIEN LAAJUUS JA KUSTANNUKSET SUOMESSA	24
6	SISÄILMAONGELMIEN SYITÄ JA RATKAISUMAHDOLLISUUKSIA	26
6.1	Vanhojen rakennusten muokkaaminen energiatehokkaiksi.....	26
6.1.1	Ongelmat.....	26

6.1.2	Ratkaisumahdollisuuksia	27
6.2	Ilmasto	27
6.2.1	Ongelmat	27
6.2.2	Ratkaisumahdollisuuksia	27
6.3	Hiilimonoksidi eli häkä.....	28
6.3.1	Ongelmat	28
6.3.2	Ratkaisumahdollisuuksia	28
6.4	Vastuu	28
6.4.1	Ongelmat	28
6.4.2	Ratkaisumahdollisuuksia	28
6.5	Putkivuodot.....	29
6.5.1	Ongelmat	29
6.5.2	Ratkaisumahdollisuuksia	29
6.6	Sisäilman kosteuden tiivistyminen	30
6.6.1	Ongelmat	30
6.6.2	Ratkaisumahdollisuuksia	30
6.7	Märkätilat.....	31
6.7.1	Ongelmat	31
6.7.2	Ratkaisumahdollisuuksia	31
6.8	Pohjarakenteet ja perustukset.....	32
6.8.1	Ongelmat	32
6.8.2	Ratkaisumahdollisuuksia	34
6.9	Yläpohja.....	34
6.9.1	Ongelmat	34
6.9.2	Ratkaisumahdollisuuksia	36
6.10	Kiire	37
6.10.1	Ongelmat	37
6.10.2	Ratkaisumahdollisuuksia	39
6.11	Ilmanvaihto	40
6.11.1	Ongelmat	40
6.11.2	Ratkaisumahdollisuuksia	40
6.12	Rakennusmateriaalien toimitukset ja varastointi	41
6.12.1	Ongelmat	41
6.12.2	Ratkaisumahdollisuuksia	41
6.13	Haitallisia aineita sisältävien materiaalien käyttö.....	42
6.13.1	Ongelmat	42
6.13.2	Ratkaisumahdollisuuksia	42
6.14	Tiedon puute ja uusien rakennusmateriaalien liian vähäinen tutkiminen ja kyseenalaistaminen	43

6.14.1 Ongelmat	43
6.14.2 Ratkaisumahdollisuuksia	43
6.15 Viranomaisvalvonta	43
6.15.1 Ongelmat	43
6.15.2 Ratkaisumahdollisuuksia	44
6.16 Väärälaisten materiaalien käyttö kosteissa olosuhteissa.....	44
6.16.1 Ongelmat	44
6.16.2 Ratkaisumahdollisuuksia	45
7 MUITA SISÄILMAONGELMIEN RATKAISU- JA EHKÄISYKEINOJA.	46
7.1 Ehkäiseminen.....	46
7.2 Mikrobiston muokkaaminen	46
7.3 Siivoaminen	47
7.4 Aikataulutus	48
7.5 Ilmansuodattimet	48
8 POHDINTA.....	49
LÄHTEET.....	50

ERITYISSANASTO

Ligniini	Ligniini on selluloosan ja hemiselluloosan ohella puun tärkeimpiä ainesosia. Ligniini on puussa kuitujen sidosaineena, ja sen vuoksi puun väri on yleensä kellertävä.
Diffuusio	on ilmiö, jossa molekyylejä, esimerkiksi vesimolekyylejä siirtyy väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan
Hiiva	on yleisnimitys sienille, jotka eivät muodosta rihmastoja tai itiöemiä
Otsanaattori	on hajuja neutraloiva laite, jonka toiminta perustuu uv-säteilyyn, joka hapen ja kosteuden kanssa reagoidessaan muodostaa otsonia
Kosteusvaurioindikaattori	on mikrobi, jota ei yleensä tavata terveessä rakennuksessa ja jonka esiintyminen rakennuksesta otetussa näytteessä viittaa siihen, että rakenteessa on tai on ollut kosteusvaurio
Pintakosteusindikaattori	eli pintamittari on rakenteen kosteutta mittaava laite, jonka toiminta perustuu yleensä rakenteen sähkönjohtavuuteen
Kapillaari-ilmiö	nesteen pintajännityksen aiheuttama ilmiö, jossa neste nousee pinnan vettymisen seurauksena kapeassa rakenteessa tai putkessa
Itiö	on tiettyjen aitotumallisten eliöiden suvuton lisääntymis- ja leviämisosanen. Tavallisimmat itiöitä tuottavat eliöitä ovat sienet ja itiökasvit
Mykotoksiinit	ovat sienien myrkyllisiä aineenvaihduntatuotteita

1 JOHDANTO

Tällä opinnäytetyöllä tarkoitukseni on lisätä tietämystä sisäilmaongelmien aiheuttajista sekä niiden ehkäisy- ja korjaustavoista.

Sisäilmaongelma on Suomessa merkittävä. Noin joka viides suomalainen on päivittäin tekemisissä sisäilmaoireita aiheuttavissa tiloissa. Sisäilman takia oireilevia on Suomessa kymmeniä tuhansia, ja vakavaksi luokiteltuja oireita on noin kymmenellä tuhannella suomalaisella. Sisäilman aiheuttamia ammattitautteja todetaan vuosittain satoja.

Suomen kansanvarallisuuteen kuuluvista rakennuksista jopa joka kymmenennessä oli vuonna 2013 merkittävä kosteus- ja homevaurio. Kyseisten rakennusten arvo oli arviolta jopa 28 miljardia euroa. Osviittaa ongelman taloudelliseen suuruuteen saa siitä, että Suomen bruttokansantuote on tällä hetkellä vajaa 200 miljardia euroa vuodessa, eli vaurioituneiden rakennusten arvo on jopa 14 prosenttia bruttokansantuotteesta. Kertaluonteiset korjauskustannukset olisivat olleet noin 1,4 miljardia euroa ja kosteus- ja homevaurioihin liittyvien terveyshaittojen kustannusten arvioidaan olevan 450 miljoonaa euroa vuodessa.

Aihe on tärkeä, sillä se vaikuttaa sekä ihmisten terveyteen, että kansantalouteen. Sisäilmaongelma on Suomessa laaja ja eniten ongelmia on kouluissa ja päiväkodeissa, joissa altistutaan terveyttä pilaavalle ilmalle jo lapsena. Suomalaiset myös viettävät paljon aikaa sisätiloissa syksyllä ja talvella, mikä lisää huonon sisäilman aiheuttamia haittoja ja ongelmia. Lisäksi kylmässä ilmastossa homevaurioiden merkitys korostuu, kun rakennetaan niin tiiviitä rakenteita. Ongelmat laimenevat entisestään ilmastossa, jossa ikkunat ja ovet voidaan pitää auki läpi vuoden.

Aihe on myös ajankohtainen, sillä huono sisäilma on yhä edelleen vuosikymmenien tutkimisen, kehittämisen ja korjaamisten jälkeen laaja ongelma Suomessa ja siihen olisi tärkeää saada oikeasti toimivia ratkaisuja mahdollisimman pian.

Rajasin työn aiheen siten, että kerron eri sisäilmaongelmista riittävän tarkasti, jotta ymmärtää miksi ne ovat haitallisia terveydelle, miten haitalliset aineet joutuvat sisäilmaan, miten ongelmia voidaan korjata ja mitä on tehtävissä, jotta ongelmia ei

syntyisi. Tarkoitus ei ole kertoa yksityiskohtaisesti esimerkiksi eri homeista tai VOC-yhdisteistä, sillä käytännössä yksinkertaisempaa on tämän hetken tietojen mukaan ajatella, että niitä ei haluta asuntoon ollenkaan. Rakennusten mikrobikantojen muokkaaminen terveellisemmäksi hyviä mikrobeja lisäten ja eri VOC-yhdisteiden tarkempi erottelu ovat kuitenkin tutkimusten alla ja mahdollisesti lähitulevaisuudessa käytäntöönkin otettavia asioita.

Asbestin osuus on laajin, sillä se on sisäilman pilaajista tappavin ja se voi olla terveydelle erittäin haitallista, jopa hengenvaarallista jo hyvin lyhyenkin altistuksen takia. Mikrobin ja niiden aineenvaihduntatuotteiden aiheuttamat ongelmat ovat kuitenkin yleisimpiä ja niitäkin käsitellään paljon. Myös erilaiset rakennusmateriaaleista haihtuvat kemikaalit ovat olleet jo pitkään merkittävä sisäilmaongelmien aiheuttaja, ja niitä tutkitaan aina vain enemmän ja perusteellisemmin.

Oletan, että tämän tutkimuksen lopputulos tulee olemaan jotakuinkin sellainen, että paljon enemmän olisi tehtävissä jo nykytiedon avulla, jos tahtoa riittäisi tarpeeksi. Uskon kuitenkin, että tulevaisuudessa uusien parempien tutkimusmenetelmien, tiedon paremman saatavuuden ja ihmisten tietoisuuden avulla tullaan saavuttamaan vielä paljon enemmän.

Olen myös itse tehnyt saneeraustöitä sisäilmaongelmaisissa kouluissa ja päiväkodeissa, joten täysin pelkän teorian varassa en ole tätä opinnäytetyötä laatinut.

Työssä kerron sisäilmaongelma aiheuttajista ja niiden terveysvaikutuksista, ongelmien syntymisen syistä ja niihin ratkaisumahdollisuuksia sekä hiukan ongelman vakavuudesta ja ongelmallisuudesta.

2 SISÄILMAONGELMIEN ONGELMALLISUUS

2.1 Ongelmien monimutkaisuus

Sisäilmaongelmien tutkiminen on usein kuin salapoliisityötä. Monesti on kyse monien aiheuttajien ongelmavyyhdistä, jonka ymmärtämistä vaikeuttavat suorien mittaus- ja arviointimenetelmien osittainen puuttuminen, syyseuraussuhteiden epävarmuus ja huono viestintä. Tiloissa olevien ihmisten oireita ja sairauksia voi olla vaikeaa tyhjentävästi varmistaa. Lisäksi ratkaisukeinoista ei usein ole riittävästi tietoa, eikä niitä aina voi sellaisenaan ilman kohteeseen sopivaksi soveltamista käyttää. (Lahtinen & Lappalainen & Reijula 2005.)

2.2 Sisäilman laadun pilaaajia on monenlaisia

Hyvä sisäilmasto edellyttää riittävää ilmanvaihtoa ja toimivia rakenteita, joilla voidaan vaikuttaa suurimpaan osaan sisäilmastotekijöistä. Sisäilmastoon vaikuttavia tekijöitä ovat sisäilman kaasumaiset yhdisteet, joita ovat ammoniakki, formaldehydi, haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC-yhdisteet, materiaalien kemialliset yhdisteet, otsoni ja tupakka, kuten myös sisäilman hiukkasmaiset epäpuhtaudet eli huonepöly, eristevillapöly, liikenteen ja teollisuuden hiukkasmaiset epäpuhtaudet, mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet, ihmisten vaatteissaan kantamat sekä eläimistä irtoava hilse, tupakan savu ja asbesti. Lisäksi sisäilmaan vaikuttaa fysikaaliset tekijät eli ilmankosteus, lämpötila ja pintojen lämpötilaerot, ilman virtaus, radonsäteily, kuten myös valaistus ja melu. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Kosteusvaurio lisää ja muuttaa sisäilman mikrobistoa, kun siellä alkaa viihtyä homeet ja bakteerit sekä myös kemiallista koostumusta, kuten VOC-yhdisteiden määrää tavanomaisesta. Myös rakennuksen käyttötarkoitus ja sään, lähinnä lämpötilan ja kosteuden, vaihtelu vaikuttavat sisäilman laatuun. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

On myös huomioitava, että aina sisäilmaongelmat eivät johdu rakennuksesta, vaan syynä voi hyvin olla myös ihmisen toiminta rakennuksessa, kuten sisustusmateriaalit, tupakointi, harrastukset, siivoamattomuus, lämpötila ynnä muu. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3 HIUKKASMAISET ILMAN EPÄPUHTAUDET

3.1 Asbesti

3.1.1 Mitä asbesti on?

Asbesti on yleisnimitys kuitumaisille silikaattimineraaleille ja se on hiukkasmaisista sisäilman epäpuhtauksista tappavin. Sitä on käytetty Suomessakin rakennusmateriaaleissa ja se on aiheuttanut ja aiheuttaa tänä päivänäkin työperäisiä sairauksia ja kuolemia. Ylivoimaisesti suurimmassa riskiryhmässä altistumiselle ovat Suomessa tänä päivänä purkutyöntekijät, mutta myös sisäilmassa voi olla asbestia erilaisten syiden vuoksi. (Ekman 2011, 4.)

3.1.2 Asbestin käyttö Suomessa

Suomessa on käytetty arviolta noin 300 000 tonnia asbestia. Vaikka vaarallisuudesta on tiedetty jo kauan, alettiin käyttöä rajoittaa vasta 1970-luvulla. Ruiskutettu, eniten pölyävä asbesti kiellettiin vuonna 1976. Asbestituotteiden valmistus Suomessa lopetettiin vuonna 1988, mutta sen jälkeenkin vanhoista varastoista päätyi asbestia rakennuksiin. Maahantuonti ja valmistus kiellettiin Suomessa vuonna 1993, käyttö ja myynti vuonna 1994. (Mälkki 2016, 9.)

3.1.3 Asbestin käyttökohteet ja syyt

Vanhoissa rakennuksissa on usein asbestia. Sitä on käytetty muun muassa putkieristeissä, paloluukuissa, palo-ovissa, iv-kanavien tiivistyksessä, betonin lisäaineena, vesikatteissa, levyissä, liimojen ja laastien lisäaineena, tasoitteissa, akustiikkalevyissä, vedeneristeissä kaukolämpöputkistoissa, tiivisteissä, punoksissa, kankaissa sekä muovi- ja kumimatoissa. Sitä on myös voitu lisätä joihinkin tuotteisiin työmaalla parannusaineena. (Ekman 2011, 16; Mälkki 2016, 11.)

Jotta ymmärtää, missä asbestia on voitu käyttää, on myös tärkeää tietää, miksi asbestia

ylipäättään on käytetty. Syitä asbestin käyttöön eri materiaaleissa on erilaisia, sillä asbestilla on monia erinomaisia ominaisuuksia. Yksi niistä on sen kuitumaisuus, minkä ansiosta levyistä saadaan kestävämpiä ja pinnoitteista, maaleista ja liimoista saadaan pitävämpiä ja kestävämpiä. Lisäksi sen kemiallisen kestämissen vuoksi se toimii hyvin muovimatoissa, kuumuuden keston vuoksi massapaloeristeissä, lämmöneristävyyden ansiosta putkieristeissä ja edullisen hintansa vuoksi täyteaineena esimerkiksi akustiikkalevyissä. (Ekman 2011, 15.)

3.1.4 Asbestin terveyshaitat ja vaikutukset sisäilmaan

Pitkäaikainen altistuminen asbestipölylle voi aiheuttaa todella vakavia ongelmia terveydelle. Näkymättömän pienet asbestikuidut kulkeutuvat syvälle keuhkojen kudoksiin, kun pölyä hengittää. Tutkimusten mukaan monet asbestipölylle altistuneet henkilöt sairastuvat vakaviin keuhkosairauksiin, kuten esimerkiksi asbestiplakkitautiin tai keuhkosityöpään. Sairaudet eivät puhkea heti, vaan ne kehittyvät hiljalleen vuosien kuluessa. (Asbestikartoitus 2017.)

Asbestin aiheuttamia sairauksia ovat muun muassa keuhkopussin paksuuntumat eli pleuraplakit, asbestoosi eli asbestipölykeuhko, keuhkosityöpä sekä keuhkopussin ja vatsakalvon kasvain eli mesoteliooma. (Asbestikartoitus 2017.)

Ehjä asbestia sisältävä materiaali on vaaraton, mutta rikkiäinen asbesti on vaarallista, sillä siitä pääsee hengitysilmaan terveydelle todella haitallisia kuituja, jotka pääsevät hengitettäessä ilman kautta keuhkorakkuloihin. (Asbestikartoitus 2017.)

3.1.5 Asbestin purkumenetelmiä

Uudisrakentamisessa ongelma vältetään tietysti sillä, että asbestia ei käytetä rakentamisessa ollenkaan. Saneerauskohteissa, jossa sitä rakenteista jo löytyy, se on poistettava tai koteloitava ja merkittävä asianmukaisesti ja tarkasti. Jos johonkin sisäilmaan yhteydessä olevaan paikkaan jää pienikin määrä rikkonaista asbestimateriaalia, kuituja vapautuu sisäilmaan ja usein kulkeutuu ilmanvaihdon mukana koko rakennukseen. Tällöin puhutaankin asbestin aiheuttamasta sisäilmaongelmasta.

Asbestin poistaminen/koteloiminen aloitetaan kunnollisella asbestikartoituksella, jossa kartoitetaan kaikki asbesti. (Ekman 2011, 15.)

Osastointimenetelmä on asbestipurkutyön yleisin menetelmä. Jollei hankeasiakirjoissa ole sanottu, että jokin muu menettely on riittävä, tai ellei hankkeelle ole määritelty tarkempia vaatimuksia, on tämä tapa myös minimivaatimus suojaustasolle. Karkeasti selitettynä menetelmässä kohde eristetään muoviseinillä ja tila alipaineistetaan. Kulkuun käytetään 3-osastoista erikoisovea. (Ekman 2011, 20.)

Pussipurkumenetelmä on tarkoitettu vain pieniin kohteisiin, esimerkiksi asbestia sisältävällä eristeellä eristettyjen putkien katkaisemiseen. Menetelmässä kohde suljetaan ehjän, kestävän muovisen purkupussin sisään ja se puretaan pussissa pussin ulkopuolelta käsin. Purkupussi alipaineistetaan ja purkujäte toimitetaan pussissa pois purkukohteesta. (Ekman 2011, 22.)

Kohdepoistomenetelmäkin on tarkoitettu vain pieniin ja vähäpölyisiin töihin. Siinä pölyt imuroidaan suoraan kohdepoistolla. Usein tämän menetelmän kanssa käytetään myös työskentelytilan alipaineistusta ja tila siivotaan työn jälkeen, sillä harva haluaa edes sitä pientä määrää kuituja hengittää ja asbestin näkymättömyyden takia levinnyttä määrää on vaikea arvioida. (Ekman 2011, 23.)

Asbestisementtilevyjen kokonaisena poistaminen ei ole enää sallittua sellaisenaan, vaan sisätiloissa yhdistettynä kohdepoistomenetelmään. Soveltuu vain ruuveilla kiinnitettyihin levyihin, koska vain silloin ne on mahdollista oikeasti saada ehjänä irti.

Ulkona voidaan edelleen käyttää menetelmää ilman kohdepoistomenetelmän liittämistä, mutta siihenkin tarvitaan tänä päivänä asbestipurkuluvan. (Luukkonen 2016, 26.)

Upotusmenetelmässä asbestia sisältävä pölyämätön kohde irrotetaan asbestiosaa vahingoittamatta, yleensä siihen ollenkaan koskematta. Tämän jälkeen osa upotetaan vesiastiaan, jossa asbesti poistetaan. Upotusallas tulee olla varustettu kohdepoistolla ja asbestipitoinen materiaali erotetaan nesteestä suodattamalla suodatinkankaalla tai muulla vastaavalla suodattimella. (Mälkki 2016, 20.)

Märkäpurulla tarkoitetaan esimerkiksi märkähiekkapuhallusta tai muuta vastaavaa

menetelmää, jossa rakenne kastellaan ennen purkutyön tekemistä. Se on tarkoitettu ensisijaisesti massaeristeiden purkutyön pölynhallintaan, mutta sitä voidaan käyttää myös esimerkiksi asbestipitoisen liiman poistoon liuottamalla liima nesteeseen, vaahtoon tai muuhun liottavaan aineeseen. Märkäpurku on aina tehtävä tilassa, joka on helposti suljettavissa ja alipaineistettavissa. Purkutyön jälkeistä ilmamittausta ei tarvitse tehdä, mikäli kastelu on onnistunut, eli kun rakenteesta ei ole vapautunut ilmaan asbestikuituja. (Luukkonen 2016, 27.)

Purkutyön jälkeen alipaineistusta pidetään päällä kunnes tila tilasta otettu näyte on puhdas. Näytteiden ottoa on syytä seurata, sillä niissä saatetaan käyttää epärehellisiä keinoja taloudellisten etujen saavuttamiseksi. (Luukkonen 2016, 27.)

Jokaisessa purkumenetelmässä on käytettävä vaadittuja henkilösuojaimia ja kaikki työmenetelmät on aina hyväksyttävä viranomaisella ennen kuin työt voidaan aloittaa.

3.2 Epäorgaaniset kuidut

Epäorgaanisia kuituja sisäilmassa ovat yleisimmin lasikuidut ja mineraalivillakuidut kuten vuorivilla, lasivilla ja kuonavilla. Mineraalivillakuituja käytetään rakennusten kuorien lämmöneristemateriaaleissa ja ilmanvaihtokanavien eristemateriaaleissa, ilmanvaihtosuodattimissa ja akustiikkalevyissä ja -paneeleissa ynnä muissa. Sisäilmasta löytyvät kuidut ovat yleisimmin peräisin vanhoista ilmanvaihtojärjestelmien äänenvaimentimista. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Kun karkeiden kuitujen pitoisuus sisäilmassa ylittää 100 kuitua/m³, saattavat ne olla syynä ylähengitysteiden, ihon tai silmien ärsytysoireille. Koska karkeat kuidut laskeutuvat nopeasti, ovat pinnoille laskeutuneet kuidut merkittävämpi altistumisen syy kuin ilmassa leijuvat kuidut, sillä ihmisten toiminta nostaa pinnalla olevia kuituja ilmaan ja sitä kautta ylähengitysteihin. Lisäksi pinnoilta kuidut tarttuvat ihmisten iholle ja aiheuttavat ihoärsytystä ja käsistä ne voivat myös kulkeutua silmiin. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Kuitujen esiintymistä voidaan arvioida pinnoilta kerättävien laskeumanäytteiden avulla. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.3 Huonepöly

Huonepölyä on muun muassa öljy-, noki- ja raskasmetallihiukkaset. Nokihukkasiin kuuluvat myös polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH -yhdisteet. Lisäksi sisäilmassa on ihmisen tuottamia tai ulkoilmasta peräisin olevia karkeita pölyjä, joista koostuu pinnoille laskeutuva pöly. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4 Mikrobit

3.4.1 Mitä mikrobit ovat?

Mikrobeja on kaikissa eliökunnissa. Kaikki bakteerit ovat mikrobeja, lisäksi jotkut mikrokooppiset sienet, kasvit ja eläimet ovat mikrobeja. Niitä ovat pääasiassa homeet, hii-vat, pienet viherlevät ja alkueliöt. Mikrobeilla on erinomainen kyky sopeutua uusiin ja erilaisiin olosuhteisiin, joten ne pääsevät leviämään lähes kaikkialle. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4.2 Homeet ja lahottajasienet

Homeet ovat niin kutsuttuja rihmasieniä, ja ne lisääntyvät niistä leviävien itiöiden avulla. Yleisimmin ne kasvavat materiaalien pinnoilla, joten ne eivät vaikuta rakennusmateriaalien lujuusominaisuuksiin. Homeet toimivat usein niin sanottuina alkuvaiheen hajottajina ennen varsinaisten lahottajasienien muodostumista, jotka lahottavat selluloosaa ja ligniiniä. Lahottajasienet toisin sanoen ”syövät” puuta, ja siten heikentävät sen lujuusominaisuuksia. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4.3 Mikrobit rakennuksissa

Jatkuvasti tai lähes jatkuvasti kostuvissa rakenteissa ja niiden pinnoilla kasvaa homeita, hiivoja tai bakteereja. Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvuston aiheuttaa kosteusvau-

rio, joka johtuu huonosta toteutuksesta tai rakennuksen puutteellisesta huollosta ja kunnon seurannasta. Joskus syynä voi olla myös suunnitteluvirhe. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4.4 Mistä mikrobeja tulee sisäilmaan?

Mikrobi-itiöitä voi kulkeutua sisätiloihin rakenteiden läpi, esimerkiksi alustan maaperästä tai seinän eristetilasta, jos rakenteet eivät ole riittävän tiiviitä ja sisätilassa vallitsee liian suuri alipaine. Mikrobikasvustosta saattaa kulkeutua sisäilmaan ilmavirtauksen mukana mikrobeja, kuten esimerkiksi itiöitä ja niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita eli VOC-yhdisteitä ja toksiineja. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4.5 Mikrobin aiheuttamat terveyshaitat

Mikrobeille tai mikrobin aineenvaihduntatuotteille altistuneet ihmiset kärsivät tyypillisesti silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytyksestä, sekä erilaisista yleisoireista kuten lämpöilystä. Yleensä oireet helpottavat tai katoavat, kun altistus keskeytyy tai loppuu. Altistuksesta voi aiheutua myös toistuvia hengitystieinfektioita tai jopa kehittyä pitkäaikaisia sairauksia, kuten esimerkiksi astma. Altistus myös lisää poskiontelo- ja keuhkoputkentulehduksen saamisen riskiä. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Mikrobien tuottamat haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC-yhdisteet ärsyttävät limakalvoja. Lisäksi jotkut mikrobit tuottavat tietyissä olosuhteissa toksiineja eli myrkyjä. Mikrobin tuottamat toksiinit aiheuttavat myös silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita, mutta lisäksi eläinkokeissa mykotoksiinien on havaittu aiheuttavan niille muun muassa maksa-, munuais- ja hermokudosvaurioita. Lisäksi jotkut mykotoksiineista on eläinkokeissa todettu karsinogeenisiksi eli syöpää aiheuttaviksi. Mykotoksiinien elinvaikutuksista ihmisillä ei kuitenkaan ole tällä hetkellä vielä tarpeeksi tutkimustuloksia. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4.6 Mykotoksiinit

Mykotoksiinit ovat sienien myrkyllisiä aineenvaihduntatuotteita. Jotkin mikrobit muodostavat myrkyllisiä yhdisteitä kasvun aikana, toiset eivät. Toksiineja on mahdollista syntyä, kun lämpötila ja kosteus ovat tarpeeksi lähellä tietyn lajin optimaalisia kasvuolosuhteita. Lisäksi kasvualusta sekä hiilidioksidin ja hapen määrä vaikuttavat toksiinin muodostumiseen. Tavallisimpia mykotoksiinien aiheuttamia oireita ovat iho- ja hengitystieoireet. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4.7 Mikrobivaurion ilmeneminen

Kosteus- ja homevaurion tunnistaa useimmiten kellarimaisesta tai pistävästä hajusta. Haju lähtee mikrobikasvustojen aineenvaihduntatuotteista, joten haju vaihtelee sen mukaan, mikä mikrobilaji ja kasvualusta on kyseessä. Liiallinen kosteus rakenteissa ilmenee usein myös maali- ja rappauspintojen hilseilynä, puumateriaalien tummumisena, lattia-pinnoitteiden pullistumisina tai joskus mahdollisesti silmin nähtävänä mikrobikasvustona rakenteen pinnalla. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

3.4.8 Kosteusvaurioindikaattorit

Kosteusvaurioindikaattorien löytyminen mikrobinäytteistä viittaa useimmiten kosteusvaurioon ja homekasvuun. Kosteusvaurioindikaattorien vaatimatonkin esiintyminen ja myös niin kutsuttujen tavallisten mikrobien esiintyminen erityisen suurina pitoisuuksina mikrobinäytteissä voi viitata kosteusvaurioon, mutta myös muihin lähteisiin, kuten polttopuihin tai kotieläimiin. Suomessa on laadittu useita indikaattorimikrobilistoja eri laboratorioiden kokemusten perusteella ja niitä päivitetään tarvittaessa. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

4 KEMIALLISET EPÄPUHTAUDET

4.1 Aldehydit

Sisäilmassa yleisesti esiintyviä aldehydejä ovat asetaldehydi, formaldehydi, propanaali, butanaali, pentanaali, heksanaali, oktanaali ja bentsaldehydi. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Sisäilman aldehydit ovat yleensä peräisin erilaisista rakennusmateriaaleista kuten kostuneista seinä- ja kattotasoitteista, mutta myös tekstiileistä, desinfiointi- ja torjunta-aineista sekä palamiskaasuista ja tupakansavusta. Jos sisäilmanäytteessä on paljon aldehylejä, saattaa kyseessä hyvinkin olla mineraalivillaeristeiden kosteusvaurio, jonka seurauksena eräät mikrobit erittävät aldehydejä sisäilmaan. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Suurin osa aldehydeistä ärsyttävää silmiä ja limakalvoja ja monista niistä voi huomata pistävän hajun pienissäkin pitoisuuksissa. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

4.1.1 Formaldehydi

Formaldehydi on sisäilman yksi yleisimpiä aldehydejä. Se on orgaaninen alifaattinen hiilivety, joka on ihmiselle näkymätön ja pistävän hajuinen kaasu ja sen haistaa herkästi. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Suomessa formaldehydiä sisäilmaan pääsee lähinnä lastulevyistä, joissa on usein sidosaineena ureaformaldehydiliimaa. Lastulevyä on muun muassa huonekaluissa ja kiintokalusteissa varsinkin uusina. Lämpötila ja kosteus hajottavat ureaformaldehydin ureaksi ja formaldehydiksi. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Formaldehydiä voi vapautua sisäilmaan myös laminaattien, parkettien ja panelointien liimoista. Myös karbamidi- ja melamiinipohjaisissa lakoissa ja maaleissa käytetään lähtöaineena formaldehydiä. Myös joistakin tekstiileistä ja kodin kemikaaleista sitä voi haihtua sisäilmaan. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Formaldehydi imeytyy herkästi limakalvoihin, joten sen haitat painottuvat silmien sidekalvojen ja ylähengitysteiden limakalvojen ärsytykseen. Oireita ihmisellä ovat muun muassa jatkuva yskä, nenän tukkoisuus, nuha ja silmien kirvely. Korkeammissa pitoisuuksissa saattaa ilmaantua väsymystä, päänsärkyä ja pahoinvointia. Lisäksi formaldehydi on niin sanottua mutageenista eli soluperimän muutoksia aiheuttavaa ainetta ja se aiheuttaa eläimille eläinkokeissa nenäsyöpää. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

4.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC-yhdisteet

VOC-yhdisteitä ovat erilaiset orgaaniset haihtuvat yhdisteet. Suurin osa niistä on liottimia. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pääasiallisia lähteitä ovat rakennus- ja sisustusmateriaalit, mutta ulkoilman saasteet ja liikenteen pakokaasut kuitenkin lisäävät näitä yhdisteitä sisäilmassa sekä väliaikaisesti myös kemikaalien käyttö sisätiloissa. Materiaaliperäisiä päästöjä on eniten vastavalmistuneissa rakennuksissa. Yleensä ne laskevat normaalitasolle noin puolessa vuodessa, jos asunnon ilmanvaihto on riittävä. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Yksi ongelma on niin sanotut MVOC-yhdisteet eli mikrobien aineenvaihduntatuotteina ilmaan pääsevät kaasumaiset yhdisteet. Niistä saadut tutkimustulokset ovat kuitenkin vielä hyvin rajallisia. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

VOC -yhdisteiden aiheuttamia oireita ovat muun muassa silmien limakalvojen ärsytys, hajuaihimukset ja päänsärky. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Tänä päivänä mitataan VOC -yhdisteiden kokonaispitoisuustasoa ja se on vain suuntaa antava arvio sisäilman laadusta. Yksittäisten yhdisteiden erottelu, tunnistaminen ja tunteminen on tulevaisuudessa todella tärkeää erityisesti terveyshaittoja arvioitaessa, sillä eri VOC-aineilla on erilaisia ja erisuuruisia vaikutuksia ihmisen terveyteen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

4.3 Hiilidioksidi

Sisäilman hiilidioksidi koostuu ulkoilmasta ja ihmisen uloshengitysilmosta ja hiilidioksidipitoisuus on ilmanvaihdon riittävyuden mittari, ja sen perusteella ilmanvaihto tavallisimmin mitoitetaan. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Kun ilman hiilidioksidipitoisuus on liian korkea, ihminen ei saa riittävästi happea. Tämä aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä ja päänsärkyä. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

4.4 Hiilimonoksidi eli häkä

Häkä on näkymätön, mauton ja hajuton kaasu, mutta yleensä sen kaverina on muitakin palokaasuja, joista voi päätellä ilmassa olevan myös häkää (Sisäilmayhdistys ry 2008).

Hiilimonoksidi on vaarallista sen takia, että se sitoutuu vereen 200 kertaa happea tehokkaammin ja se syrjäyttää hemoglobiinissa hapen (Sisäilmayhdistys ry 2008).

Hään aiheuttamia oireita ovat pääasiassa päänsärky, pahoinvointi ja hengenahdistus. Kun häkää on veressä riittävästi, alkaa iholle ja limakalvoille tulla kirsikanpunaista väriä ja muut edellä mainitut oireet voimistuvat. Häkämyrkytyksen saaneet kärsivät yleensä pitkään altistumisen jälkeen keskushermoston ja sydänlihaksen oireilusta. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

4.5 Otsoni

Otsoni on voimakas hapetin ja pienetkin pitoisuudet ovat terveydelle haitallisia. Otsonia voi syntyä sisätiloissa esimerkiksi kopiokoneista, lasertulostimista, UV-lampuista tai ilmanpuhdistimista, mutta tavallisen asunnon otsonipitoisuudet ovat huomattavasti pienemmät kuin ulkoilman. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Otsoni on reaktiivisin hengityselimiin vaikuttava kaasu, ja se ärsyttää silmiä ja hengitysteiden limakalvoja. Otsoni tuottaa kudoksissa vapaita radikaaleja, jotka aiheuttavat niissä haitallisia hapetusreaktioita. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Kuitenkin joskus käytetään otsanaattoreita tuottamaan ilmaan otsonia ja näin tappamaan huoneilmasta homeita, bakteereita sekä hajuja. Otsoni ei kuitenkaan nykytiedon mukaan ole kovinkaan tehokas homeitiöiden tai bakteerien tappaja, ja otsonipitoisuuksien tulee olla todella suuria, jotta homeitiöt ja bakteerit kuolevat. Menetelmää käytetään kuitenkin esimerkiksi savuvahinkojen yhteydessä hajujen poistamiseen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Jos laitetta kuitenkin käytetään, esimerkiksi savuvahingon yhteydessä, on riittävästä ilmanvaihdosta ja oikeasta käyttöajasta ehdottoman tärkeää pitää huolta. Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon pinnoilla olevat materiaalit ja niiden ominaisuudet, sillä otsoni reagoi joidenkin pintamateriaalien kanssa tuottaen haitallisia yhdisteitä. (Sisäilmayhdistys ry.)

4.6 PAH-yhdisteet

Polttoaineiden palaessa epätäydellisesti syntyy polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä eli PAH-yhdisteitä. Puun polttamisesta peräisin olevat PAH-yhdisteet hajoavat nopeammin kuin dieselnokkeen sitoutuneet vastaavanlaiset yhdisteet. Tämän tiedon perusteella voidaan arvioida eri päästölähteiden ilmansaasteiden leviämistä. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Sisäilmaan PAH -yhdisteitä päätyy lähinnä saastuneesta maasta ja rakennuksissa ennen käytetystä kivihiilipiestä eli kreosootista. Saastuneesta maasta PAH-yhdisteet pääsevät sisäilmaan pääasiassa alapohjarakenteiden epätiivien kohtien kautta. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

PAH-yhdisteet lisäävät hengitettäessä keuhkosyövän riskiä, sillä niiden on todettu olevan karsinogeenisiä aineita. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Ilmassa PAH-yhdisteet hajoavat auringonvalon ansiosta. Lisäksi ne voivat reagoida toisten ilmansaasteiden kanssa ja näin muodostaa yhdisteistä, jotka voivat olla terveydelle vaarallisempia kuin lähtöaineet. Esimerkkinä PAH-yhdisteiden ja typen oksidien

reagoiessa toistensa kanssa syntyy nitro-PAH-yhdisteitä, jotka ovat todella karsinogeenisia aineita. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

PAH-yhdisteiden määrää sisäilmassa voidaan vähentää tiivistämällä alapohjaa ja poistamalla PAH-yhdisteitä eli pääasiassa kreosiittia sisältävät materiaalit rakennuksesta. (Sisäilmayhdistys ry.)

4.7 Radon

Radon on hajuton, mauton ja silmälle näkymätön radioaktiivinen jalokaasu. Sisäilmaan se pääsee kulkeutumaan maaperästä ja kiveä sisältävistä rakennusmateriaaleista. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Radonia syntyy koko ajan maankuoressa ja kiviaineksissa. Radon pääsee kaasumaisen olomuotonsa ansiosta liikkumaan maaperän huokosten kautta ilmaan ja sisäilmaan. Radonia kulkeutuu sisäilmaan lähinnä rakennuksen alla olevasta maa- ja kallioperästä, mutta myös talousveden mukana ja kivipitoisista rakennusmateriaaleista. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Radon aiheuttaakseen tumavaurioita, joka taas aiheuttaa solun kasvua syöpäsolun lailla. Lisäksi radon vaikuttaa kromosomeihin aiheuttaen mutaatioita eli soluperimän muutoksia. Nämä tekijät lisäävät keuhkosyövän mahdollisuutta. Tupakointi lisää tätä riskiä. Radon ei aiheuta allergisia reaktioita, huimausta, väsymystä tai muuta helposti havaittavaa oiretta. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

STM:n päätöksen n:o 944/1992 mukaan asunto tulee suunnitella ja rakentaa siten, että radonpitoisuus ei ylittäisi arvoa 200 Bq/m³. Vanhoissa taloissa raja-arvo on 400Bq/m³. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

4.8 Styreeni

Styreeni eli vinyylibentseeni on helposti haihtuvaa palavaa nestettä ja se sitä käytetään teollisuudessa liuotinaineena. Se on uusimpia tuotteita sisäilman pilaajana ja se on jo aiheuttanut vaikeita sisäilmaongelmia eripuolilla maailmaa yksittäistapauksina. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Normaalisti styreenistä ei ole ongelmaa sisäilmassa, mutta jos polyesterihartsipohjaista rakennusmateriaalia on käytetty virheellisesti, voivat pitoisuudet kohota huomattavan korkeiksi. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Välittömiä terveyshaittoja styreenille altistumisessa ovat silmien sidekalvojen ja hengitysteiden limakalvojen ärsytys, mutta se voi aiheuttaa myös häiriötä hermoston toiminnassa. Styreenin on todettu myös aiheuttavan koe-eläimille syöpää. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

5 SISÄILMAONGELMIEN LAAJUUS JA KUSTANNUKSET SUOMESSA

Sisäilmanongelman laajuus Suomessa on valtava. Arvioiden mukaan noin joka viides suomalainen on päivittäin tekemisissä sisäilmaoireita aiheuttavissa tiloissa, Turun yliopiston työterveyshuollon ja ympäristölääkätieteen professori Tuula Putus sanoi Ylen haastattelussa. (Schönberg 2016.)

Sisäilman takia oireilevia on Suomessa kymmeniä tuhansia, ja vakavaksi luokiteltuja oireita on noin kymmenellä tuhannella suomalaisella. Sisäilman aiheuttamia ammattitauteja todetaan professorin mukaan vuosittain satoja. (Schönberg 2016.)

Vuonna 2012 lokakuussa julkaistun tutkimusraportin mukaan Suomen kansanvarallisuuden kuuluvista rakennuksista 6-10 prosentissa on merkittävä kosteus- ja homevaurio. Kyseisten rakennusten arvo on arvion mukaan vähintään 13 miljardia, jopa 28 miljardia euroa. (Schönberg 2016.)

Merkittävien kosteus- ja homevaurioiden kertaluonteiset korjauskustannukset olivat noin 1,4 miljardia euroa. Summa on noin 0,4 prosenttia Suomen rakennuskannan kokonaisarvosta ja noin kuusi prosenttia vuosittaisen talonrakentamisen arvosta.

Merkittävien kosteus- ja homevaurioiden osuus rakennusten kerrosalasta on omakoti-, pari- ja rivitaloissa 7–10 %, kerrostaloissa 6-9 %, päiväkodeissa ja kouluissa 12-18 %, hoitolaitoksissa 20-26 % ja toimistoissa 2,5-5 %. (Sisäilmautiset 2013.)

Vaurioituneissa omakoti-, pari- ja rivitaloissa asuu 224 500 – 336 900 ja kerrostaloissa 103 000 – 154 000 ihmistä. Tilojen käyttäjiä vaurioituneissa kouluissa ja päiväkodeissa on 172 000 – 259 200, työntekijöitä hoitolaitoksissa 36 000 – 46 800 ja toimistoissa 27 500 – 55 000. (Sisäilmautiset 2013.)

Saman tutkimuksen mukaan kosteus- ja homevaurioihin liittyvien terveyshaittojen kustannusten arvioidaan olevan 450 miljoonaa euroa vuodessa. Arviossa on otettu huomioon oireiden ja sairauksien tutkiminen, sairastuneiden työkyvyn menettäminen sekä työtehon sekä tuottavuuden laskusta aiheutuvat kustannukset. (Sisäilmautiset 2013.)

1990-luvusta lähtien sisäilmaongelmien tultua laajaan tietoisuuteen tutkijoiden ansiosta, Suomessa ongelmiin on tartuttu hyvällä intensiteetillä. Syy on lähinnä suomalaisten korkeat odotukset rakennusten laadusta ja lainsäädäntökin on ennaltaehkäisevässä mielessä kohtalaisen tiukka, ainakin hyvin monien jo tiedostettujen asioiden kohdalla. Myös lehdistö on tuonut sisäilmaongelmia tiuhaan esille ja sitä kautta ihmisten tietoisuus on asiasta parantunut huomasti. Ongelmiin nykyään pääsääntöisesti tartutaan, kun niitä havaitaan, ja tilanne on jonkin verran parantunut aiempaan verrattuna. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

6 SISÄILMAONGELMIEN SYITÄ JA RATKAISUMAHDOLLISUUKSIA

6.1 Vanhojen rakennusten muokkaaminen energiatehokkaiksi

6.1.1 Ongelmat

Ympäristölääketieteen professori Tuula Putus kertoi Ylen haastattelussa, että nykyisen sisäilmaongelman synty ajoittuu 1970-luvun niin kutsuttuun energiakriisiin. Silloin nimittäin Suomessa alettiin säästää innolla energiaa tiivistämällä rakennuksia ja lisäämällä eristyksiä. (Schönberg 2016.)

Eristeitä ja eristemuoveja laitettiin vanhoihin taloihin ja tuloksena saatiin niin sanottuja pullotaloja, joissa ilma ei enää vaihtunut ja kosteus jäi rakenteisiin. Samasta syystä myös ilman sisältämä vesi saattoi kondensoitua rakenteisiin, kun rakenne ja sen lämmöneristävyyserrokset muuttuivat. Se oli hyvinkin useassa tapauksessa hyvin toimineelle rakennukselle tuhoisa. (Schönberg 2016.)

1970-luvusta eteenpäin energiansäästö ja tiivistämisvimma on Suomessa vain lisääntynyt entisestään. Rakentamisen ja korjaamisen laatu ei kuitenkaan ole pysynyt mukana vaativammaksi muuttuvien rakennusten tekemisessä, eikä tiivistämisen haittapuolia ole osattu neutraloida tai edes minimoida. (Schönberg 2016.)

Aina on tähän mennessä menty energiansäästö ja raha edellä, terveyden kustannuksella. Terveydelliset seikat tulevat arvojärjestyksessä aina perässä, sitten kun uusien ratkaisujen jälkeen havaitaan, että terveyshaittoja syntyy. Suomessa ollaan todennäköisesti tälläkin hetkellä jälleen tekemässä rakennusteknisiä ratkaisuja, jotka ovat tuhoisia sisäilman kannalta. (Schönberg 2016.) Pitää kuitenkin muistaa, että jo yksi vakava sisäilmaongelma tulee huomattavasti kalliimmaksi kuin pienehkö säästö energialaskussa (Valtavaara & Mölsä 2017).

Energiaa säästäviä rakennusnormeja on entisestään kiristetty ja ideaalina ovat tällä hetkellä niin kutsutut nollaenergiatalot, eli rakennuksia joudutaan lämpöeristekerrosten vah-

vistamisen ja lämmöntalteenottojärjestelmien parantamisen lisäksi tiivistämään. Ongelmana on se, että talot pitäisi rakentaa erittäin ammattitaitoisesti ja ottaa huomioon paljon asioita, jotta ongelmia ei myöhemmin syntyisi. Urakoitsijoiden yhä tiukemmilla aikatauluksilla tämä kuitenkin on käytännössä todella usein todella haastavaa. (Schönberg 2016.)

6.1.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Energian säästäminen on toki tärkeää, mutta se ei saisi mennä terveyden edelle. Aina, kun uusia materiaaleja ja rakenteita otetaan käyttöön ja muutetaan vanhoja rakenteita, tulisi tutkia todella tarkasti niiden vaikutusta kosteudenhallintaan, tuuletukseen ja sisäilmaan. Energiansäästön takia ei siis pitäisi ottaa riskejä sisäilman kustannuksella ja yksinkertaista ajattelutyyliä pitäisi välttää ja miettiä asioita kokonaisuuksina, pitäen ihmisten terveys säästöä tärkeämpänä.

6.2 Ilmasto

6.2.1 Ongelmat

Suomessa on tunnetusti kylmä ilmasto. Tästä syystä täällä pyritään rakentamaan energia-
tehokkaampia rakennuksia, mikä aiheuttaa edellisessä osiossa (6.1.1) mainittuja ongelmia. Kylmän ilmaston takia meillä on myös varsinkin talvisin erittäin kuiva sisäilma, mikä saattaa voimistaa oireita, sillä se jo itsessään ärsyttää limakalvoja. (Valtavaara & Mölsä 2017.) Lisäksi Suomessa kylmässä ilmastossa luonnollisesti vietetään enemmän aikaa sisätiloissa, mikä lisää ihmisten oireilua ja näin ongelman vakavuutta.

6.2.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Kuivan ilman aiheuttamia oireita voidaan vähentää esimerkiksi kostuttamalla ilmaa hal-
litusti erilaisilla ilmankostuttimilla.

6.3 Hiilimonoksidi eli häkä

6.3.1 Ongelmat

Hiilimonoksidia eli häkää muodostuu hiilipitoisten aineiden epätäydellisestä palamisesta. Sisäilmaan häkää voi syntyä muun muassa rakennuksessa olevista kiukaista, takoista, kaasuliesistä ja -lämmittimistä, tupakoinnista, tai ulkoa pakokaasujen mukana. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.3.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Kun takkaa tai kaasulietettä käytetään, on varmistettava että palamisilmaa on riittävästi eli käytännössä että ilmanvaihto on riittävä. Lisäksi palokaasujen ohjautuminen ulos on varmistettava ennen käyttöä. Takan savupellin saa sulkea vasta sitten, kun hiillos on kokonaan sammunut. Parkkipaikkojen siirtämisellä voidaan vähentää pakokaasujen mukana tulevan hään määrää sisäilmaan. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.4 Vastuu

6.4.1 Ongelmat

Sisäilmaongelmien ratkaisemisen ja ehkäisemisen tiellä on myös se, että Suomessa harvoin saadaan ketään loppujen lopuksi vastuuseen rikkeistä ja virheistä rakentamisessa ja rakennusten huollossa. Lisäksi väärinrakentamista ei ole kriminalisoitu ja lakeja ei aina noudateta. (Schönberg 2016.)

6.4.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Lakien kehittäminen ja parempi valvonta olisi tärkeää, mutta myös osapuolten välisten sopimusten tarkentaminen olisi yksi keino.

6.5 Putkivuodot

6.5.1 Ongelmat

Vesivuodot ovat yleisin kotivakuutuksesta haettavista korvauksista. Vanhemmissa omakotitaloissa ne ovat todennäköisimpiä, sillä niiden vanhat vesiputket ovat yleensä lattian alla tai seinien sisällä, jolloin vuotoa on usein lähes mahdotonta havaita ajoissa. 1970-luvun omakotitaloissa usein käytetyt rautaputket ovat tällä hetkellä elinkaarensa lopussa, sillä ympäristöministeriön mukaan vesiputkien käyttöiäksi arvioidaan 20–50 vuotta. (Kortela 2016.)

Lämpöputket ovat usein betonissa lattian sisällä, ja ne usein vähitellen ruostuvat, eivätkä liitosmenetelmäkään olleet niinä aikoina kovin hyviä, mynämäkeläinen LVI-yrittäjä ja kauppias Petri Iso-Kouvola kertoi Turun Sanomien haastattelussa. (Kortela 2016.) Lattiarakenteissa on normaalisti myös riittävästi lämpöä ja aikaa erilaisten kosteusvaurioiden muodostumiselle. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Vakuutusalan keskusliiton mukaan vesivahinkojen aiheuttamia kulukorvauksia maksetaan 157 miljoonaa euroa vuodessa noin 36 000 eri vahingosta. Ne ovat yleisimpiä vahinkoja, eritoten liitosvuodot esimerkiksi lämminvesiputkissa, poistoilmalämpöpumpuissa, vesikalusteissa, hanoissa ja käyttövesiputkien yhdistämisliitoksissa, kertoi Turun sanomien haastattelussa vahinkovakuutusyhtiö Ifin omaisuuskorvausten asiantuntija Juha Virtanen. (Kortela 2016.)

6.5.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Suunnittelijan ja putkiurakoitsijan tehtävä on pitää huoli siitä, että verkostossa on määrysten ja käytön kannalta riittävä määrä sulkuventtiilejä. Petri Iso-Kouvolan mukaan putkiremontti kannattaa tehdä jo 1980-luvun ja sitä vanhempiin taloihin, jos sitä ei vielä ole tehty. (Kortela 2016.) Tarve kannattaa kuitenkin erikseen kartoittaa ammattilaisen toimesta.

Putkiremontissa vanhat putket vaihdetaan komposiitti- tai kupariputkiin ja ne vedetään pintavetona, jotta mahdolliset vuodot havaitaan nopeasti ja voidaan helposti korjata. Yleensä käytetään komposiittiputkia. Vanhat putket jätetään pääsääntöisesti paikoilleen, ne tarvitsee vain imeä tyhjiksi vedestä ja sulkea. Remontin yhteydessä kannattaa tarkistaa myös lattiakaivojen ja hanojen liitännät. (Kortela 2016.)

Jos rakennuksessa on vanhoja rauta- tai kuparikäyttövesiputkia, kannattaa ne uusia ennen kuin vuotoja syntyy, sillä putkissa oleva jatkuva verkostopaine ja sulkuhanojen käytöstä johtuvat paineiskut aiheuttavat niitä vanhoihin putkiin yleensä ennemmin tai myöhemmin. (Kortela 2016.)

Remontin yhteydessä kannattaa uusia myös lämmitysputket, sillä niissäkin on paljon painetta. Viemäriputkilla ei ole kiirettä, koska niissä ei ole suuria paineenvaihteluja. Eri asia on 1950–1960-luvun valurautaputket, jotka syöpyvät ja voivat vuotaa jätevettä talon alle. (Kortela 2016.)

Astianpesukoneiden alla tulee aina käyttää vuotosuojaa, mikä onkin Suomessa nykyään pakollista, ja lisäksi koneen asennus on aina hyvä teettää ammattilaisella.

6.6 Sisäilman kosteuden tiivistyminen

6.6.1 Ongelmat

Sisäilman kosteus tiivistyy vedeksi vesiputkien ja ilmanvaihtokanavien pintaan, kun ne ovat liian kylmiä, eikä niitä ole eristetty sisäilmasta riittävän hyvin. Ilmiötä kutsutaan kondenssi-ilmiöksi.

6.6.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Putkien ja kanavien riittäväällä lämmöneristämällä ongelmia ei pitäisi syntyä. Ongelmia asian kanssa on lähinnä vanhoissa rakennuksissa, ja niiden saneerauksien yhteydessä asia olisi tärkeää tarkistaa ja tarvittaessa korjata.

6.7 Märkätilat

6.7.1 Ongelmat

Peseytymisestä aiheutuu rakenteille merkittävä kosteuskuorma. Normaalitilanteessa asunnoissa käytetään peseytymiseen satoja litroja vettä melkein joka päivä, ja kaiken veden pitäisi poistua vaurioita aiheuttamatta. Pieni osa tästä vedestä haihtuu ilmaan ja nostaa sisäilman kosteuspitoisuutta, joka poistuu ilmanvaihdon mukana. Suurin osa pesuvestistä kuitenkin poistuu vapaana vetenä vedeneristettyjä pintoja pitkin viemäriverkostoon, joten vedeneristeiden puutteellisuudet ovat olleet äärimmäisen suuri kosteusvaurioiden aiheuttaja. Jos vesi valuu puutteellisen tai vaurioituneen vedeneristeen läpi rakenteisiin, se ei pääse poistumaan sieltä tarpeeksi nopeasti. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Tyypillisiä havaittavia ongelmia ovat muovimattojen ja tapettien kupruileminen, niiden saumojen aukeaminen, laattojen irtoileminen ja niiden saumausten irtoilu ja homehtuminen, veden lammikoituminen ja rakenteiden vaurioituminen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Kaikille märkätiloille tyypillisiä kosteusvaurion syitä ovat esimerkiksi seuraavat: ei ole käytetty vedeneristystä, vedeneristyksen reuna päättyy lattian sisään, vedeneristeenä toimiva muovimatto on kutistunut ja rikkoutunut saumoistaan tai irronnut, vedeneristyksen liitos lattiakaivoon on epätäydellinen tai lattiakaivon rakenne on puutteellinen, seinän ja lattian liitoskohdan veden- tai kosteudeneristyksessä on rako, muovimaton ja seinän vedeneristeen sauma on epätiivis seinäläatoituksen alla on vain kosteussively, muovitapettien saumakohdat eivät pidä, huonosti tiivistetyt putkiläpiviennit, huono ilmanvaihto märkätiloissa, puutteelliset kaadot, rakenteen sisällä olevien putkien vuotaminen, kosteuden toistuva kondensoituminen kosteutta huonosti kestäville pinnoille. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.7.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Vedeneristys tulee aina tehdä ohjeiden ja määräysten mukaan. Jos vedeneristyksen kunnosta ja riittävydestä ei ole tietoa, kannattaa tilanne selvittää esimerkiksi kosteusmittauksilla, joskus vedeneristys puuttuu vanhemmissa rakennuksissa kokonaan.

Esimerkiksi pintakosteusindikaattorin eli pintamittarin avulla saadaan kosteuden määrä tarkistettua rakenteita rikkomatta. Pintamittarin käyttäjällä on oltava kokemusta ja tietämystä mittarin toimintaperiaatteesta sekä mitattavista rakenteista, sillä rakenteiden sähköä johtavat materiaalit voivat vääristää tuloksia. Pintamittarin avulla voidaan kartoittaa, onko rakenteissa normaalista kohonneita kosteusarvoja. (Omataloyhtiö 2016.)

Vaikka nykyään vedeneriste on pakollinen, kannattaa olla tarkkana ja vaatia märkätilan vedeneristeen asentajalta sertifikaattia. Kalvopaksuudet on oltava kunnossa ja suositeltavat paksuudet löytyvät tuotteen tuotetiedoista. Kalvopaksuuden mittaus tehdään irrottamalla levitetystä vedeneristeestä pala ja mittaamalla paksuus työntömitan tai luupin avulla. Mittaus tulee aina tehdä. (Omataloyhtiö 2016.)

Uudisrakentamisessa tulee ottaa kosteus huomioon seurantamittausten avulla ja tarvittaessa hallita kuivainten ja lämmön avulla. Myös rakennustarvikkeet tulee suojata kosteudelta, jotta turhia kosteuksia ja mikrobikasvustoja ei pääse rakenteisiin. Esimerkiksi ennen pinnoitustöitä kannattaa mitata betonin suhteellinen kosteus. Betonin kosteusvaatimus arvioidaan pinnoitteen vaatimusten mukaan. (Omataloyhtiö 2016.)

6.8 Pohjarakenteet ja perustukset

6.8.1 Ongelmat

Perustus- ja alapohjarakenteet ovat rakennuksen eniten kosteusrasitetut rakenteet. Sitä raskittavat maaperän kosteus, pohjavedenpinnan nouseminen kapillaarisesti, pintavedet ja vajovedet sekä sisäilmankosteus. Lisäksi vesivahinkotilanteissa vesi valuu usein alapohjarakenteisiin. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Alapohjan kosteusvauriot tulevat kuitenkin yleensä helpoimmin esiin, sillä painesuhteiden takia korvausilmaa tulee usein paljon alapohjarakenteiden kautta. Tästä syystä usein pienetkin kosteusvauriot alapohjassa tuovat helposti homeen hajua sisätiloihin. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Maanvaraisten alapohjien tyypillisimpiä havaittavia ongelmia ovat muun muassa lattioiden pintamateriaalien ja seinien alaosien vaurioituminen, homeen haju sisätiloissa sekä alapohjan puuosien homehtuminen ja lahoaminen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Vaikka maanvarainen lattia olisi tehty kuinka hyvin tahansa, salaojatorakerroksessa 90–100% suhteellinen kosteus on joka tapauksessa mahdollinen. Ongelma siinä on, että silloin salaojatorassa on homeen kasvulle hyvät olosuhteet. Kun tähän yhdistetään orgaanisen aineksen jättäminen rakennusvaiheessa alapohjaan, esimerkiksi anturan muottilaudoituksen, on ongelman ainekset kasassa. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

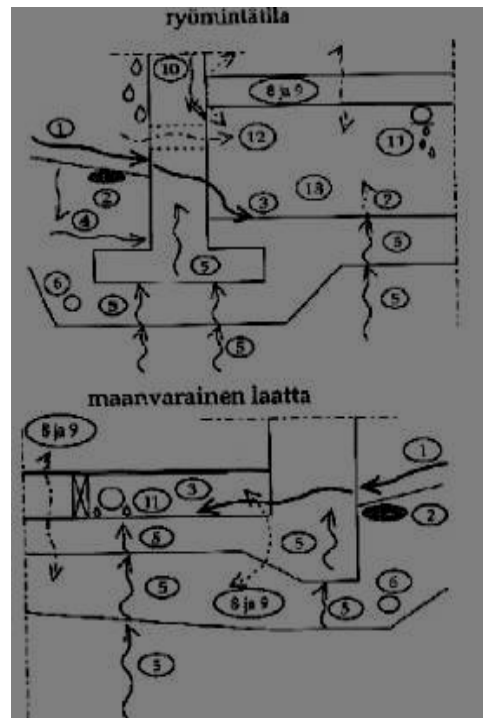
Myös ryömintätilaisten alapohjien tyypillisimpiä havaittavia ongelmia ovat homeen haju sisätiloissa, alapohjan puuosien homehtuminen ja lahoaminen sekä seinien alaosien vauriot. Lisäksi ongelmat voidaan havaita ryömintätilaisissa alapohjissa homeen hajuna ryömintätilassa, kosteasta maanpinnasta, vesivalumajäljistä, näkyvistä homekasvustoista tai jopa pelkästään orgaanisesta jätteestä ryömintätilassa. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Maanvaraisen alapohjan lisäksi myös ryömintätilaisessa alapohjassa homeen hajun syynä on ryömintätilan liian korkea kosteuspitoisuus ja hyvin usein lisäksi alapohjan orgaaninen jäte, useimmiten muottilaudat, jotka ovat homehtuneet ja lahonneet. Sieltä haju kulkeutuu ilmavirtauksen mukana sisätiloihin alapohjarakenteissa olevien vuotokohtien kautta. Tyypillisimpiä vuotokohtia ovat läpiviennit sekä elementtien liitoskohdat ja liikunta- ja saumat. Mahdollisten erilaisten hormien tai roilojen kautta hajuongelmat voivat myös kulkeutua suoraan ylempiinkin kerroksiin. Ryömintätilan kosteuspitoisuuden määrittävät kosteustuotot ryömintätilaan sekä tilan ilmanvaihtuvuus ja lämpötila. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Yleisimpiä perustusten kosteus- ja homevaurioiden syitä ovat muun muassa:

1. Pintavesien valuminen perustuksiin
2. Puutteellinen tai olematon sadevesijärjestelmä
3. Pintaveden kulkeutuminen ryömintätilaan ja rakenteisiin
4. Paineellisen veden kulkeutuminen ryömintätilaan ja rakenteisiin
5. Veden kapillaarinen nousu pohjamaasta rakenteisiin

6. Puutteellinen salaojitus
 7. Korkea kosteustuotto ryömintätilassa
 8. Kosteuden siirtyminen diffuusioliikkeen avulla
 9. Kosteuden siirtyminen konvektioilmien avulla
 10. Sadeveden kulkeutuminen epätiivien rakenteiden kautta perustusrakenteisiin
 11. Putkivuodot
 12. Ryömintätilassa riittämätön tuuletus
 13. Ryömintätilassa orgaanista rakennusjätettä
- (Sisäilmäyhdistys ry 2008.)



Kuva 1. Perustusten kosteus- ja homevaurioiden syitä (Sisäilmäyhdistys ry 2008).

6.8.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Maanvaraisten alapohjien kieltäminen laissa voisi olla aiheellista, sillä ryömintätalaisessa alapohjassa tuuletus on helppo toteuttaa ja ongelmat havaita ja korjata. Lisäksi kaikki riskit kosteusongelmien syntymisen suhteen tulisi ottaa vakavasti huomioon ja minimoida ne.

6.9 Yläpohja

6.9.1 Ongelmat

Yksi yleisimpiä yläpohjan kosteusvaurion syitä on se, että höyrynsulku on vaurioitunut tai puutteellinen, sisätiloista siirtyy yläpohjarakenteiden läpi kosteutta ullakkotiloihin ja

kylmänä vuodenaikana se voi tiivistyä kylmille pinnoille. Yläpohjarakenteiden ilmavuodot ovat joskus vaikeasti korjattavissa, koska vuotava ilmansulkukerros eli höyrinsulku on useimmiten rakenteen sisällä. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Siirtyvä kosteus on pyrittävä poistamaan tuuletuksen avulla, ettei se pääse tiivistymään pinnoille. Pelkkä tuuletus ei kuitenkaan aina riitä, jos kosteutta siirtyy höyrinsulun epätiiveyden takia paljon. Lisäksi tuuletuksessa esiintyy usein puutteita lähinnä tasakatoissa sekä katoissa, joissa on suoritettu lisärakentamista tai lisälämmöneristämistä ja näin huononnettu tuuletuksista. Myös vesikaton suuntaisissa, harjallisissa yläpohjissa ja aumakatoissa tuuletus ei usein ole riittävän tehokasta. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Muita tyypillisiä vaurioita ja vaurion syitä ovat: kate on rikkoutunut tai asennettu virheellisesti, vesikate vuotaa, sisätilan ilmastointikanavia tai viemärin tuuletusputkia päätytty ullakkotilaan, vettä tunkeutuu räystäään kautta yläpohjaan ja/tai seinään, vettä pääsee yläpohjaan poimulevykaton tai vastaavan läpi epätiiviyden takia, katon läpiviennit vuotavat, kevyen aluskatteen lävistykset on tehty ilman tarvittavia läpivientitiivisteitä, katto ei ole tarpeeksi kalteva käytettyyn kattamistapaan verrattuna ja kattoon syntyy vuotoja tuulenpaineen kuljettaman veden tai katolla olevan lumen ja jään aiheuttaman padotuksen takia, yläpohjan lämpövuotojen takia sulanut lumi jäätyy räystäälle ja on muodostaa jääpadon, loivien kattojen vedenpoistojärjestelmät jäätyvät ja vesi patoutuu katolle tai kate rikkoutuu kattokaivojen ympäristössä tapahtuvan jäätyksen takia, sisätilojen läpi kulkevien vedenpoistojärjestelmien lämmöneristämättömyys tai lämmöneristeessä ei ole höyrytiivistä päällystettä ja kosteutta tiivistyy putkien kylmälle pinnalle, tuuletusvälin ja räystäärakenteen liitoskohta tukkiutuu rakennusvaiheessa tai lisäeristyksen yhteydessä, katto on lämmöneristetty katon muotoon harjakattoratkaisussa aiheuttaen läpituulettumisen estävän ylipaineen katon harjalle, kattomuodon muuttamisen yhteydessä ei ole avattu tasakaton tuuletilaa harjakaton tuuletilaan sekä tilanne, jossa varastotilana toimineeseen kylmään ullakkotilaan tehdään lisätiloja, joiden yläpohjarakenteet noudattavat katon muotoa ja näin ollen tuuletus on rakennustavan epätarkkuuksien vuoksi jäänyt puutteelliseksi, koska työ on tehty sisältäpäin. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.9.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Rakentamisessa, suunnittelussa ja korjaustöissä tulee ehdottomasti noudattaa tarkasti määräyksiä ja ohjeita. Yksi tärkeimpiä asioita vesikattokorjauksessa on sääsuojaus ja sadevesien rakenteisiin pääsyn estäminen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Katon ja räystäiden säännöllisellä tarkastamisella ja huoltotoimenpiteiden suorittamisella ajallaan varmistetaan niiden toimivuus, pidennetään niiden käyttöikää ja ehkäistään kosteusvaurioiden syntyminen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Keväällä tarkastetaan lumen ja jään mahdollisesti aiheuttamat vauriot, syksyllä putsataan mahdolliset veden kulkua haittaavat lehdet. Jos joudutaan tyhjentämään katolta lunta, tulee se tehdä kerroksittain ja jättää katolle noin 10 senttimetrin suojakerros ja jäätä ei tule irrottaa hakkaamalla. Tehtäessä huolto- tai asennustöitä, on kate suojattava esimerkiksi vanerilla tai kovalevyllä. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Yläpohjan rakentaminen, muokkaaminen ja korjaaminen on suunniteltava ja toteutettava siten, että seuraavat alla mainitut rakenteet toteutuvat.

Yläpohjan kerrokset ja katon tuuletus on oltava sellaisia, ettei kattoon kerry vesihöyryn diffuusion tai ilmavirtausten takia liikaa kosteutta ja että rakenteisiin mahdollisesti pääsevä kosteus pääsee kuivumaan. Tuulettuvat yläpohjat pyritään rakentamaan läpikotaisin ristiin tuulettuviksi. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Yläpohjan höyry- ja ilmatiiviys toteutetaan asentamalla lämmöneristyksen sisäpintaan höyrynsulku tai höyrynsulkuna toimiva ainekerros. Höyrynsulusta saadaan myös ilmansulku tiivistämällä. Yläpohjan ilmansulku tulee liittää tiiviisti seinien ilmansulkuihin tai ilmansulkuina toimivaan ainekerrokseen. Myös liittymät ja lävistyksiset tiivistetään tarkasti. Lisäksi rankarakenteisessa yläpohjassa höyrynsulun alla on hyvä olla yhtenäinen levy. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Lappeen suuntaisesti lämmöneristettyjen harjakattojen tulee tuulettua räystäään lisäksi harjalla tai päädyissä sijaitsevien tuuletusaukkojen avulla. Tuuletusvälin on ehdottomasti oltava avoin koko virtaustiellä sisääntulokohdasta poistumiskohtaan asti. Harjalla tuuletusvälin tulee laajentua niin sanotuksi tuuletuskolmioksi. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Kylmien ullakkotilojen ja muiden vastaavien tuuletustilojen tuuletus voi tapahtua tilan ulkopuolelta johdettujen tuuletusaukkojen, -rakojen tai venttiilien avulla. Niiden yhteenlasketun pinta-alan tulee olla vähintään neljä promillea yläpohjan pinta-alasta, ja ne tulee sijoittaa siten, että koko yläpohja tuulettuu. Tuuletustila pyritään rakentamaan siten, että sen korkeus on keskimmaisilta osiltaan enemmän kuin 800 mm. (Sisäilmayhdistys ry 2008)

Tuuletusvälillä varustetun vesikaton tuuletuksen ohjearvokorkeudet tuuletusväleille ovat:

Kattokaltevuus	Toimiva tuuletusväli
< 1:20 (3°)	200 mm
1:20...1:5	100 mm
> 1:5 (11°)	75 mm

(Sisäilmayhdistys ry 2008.)

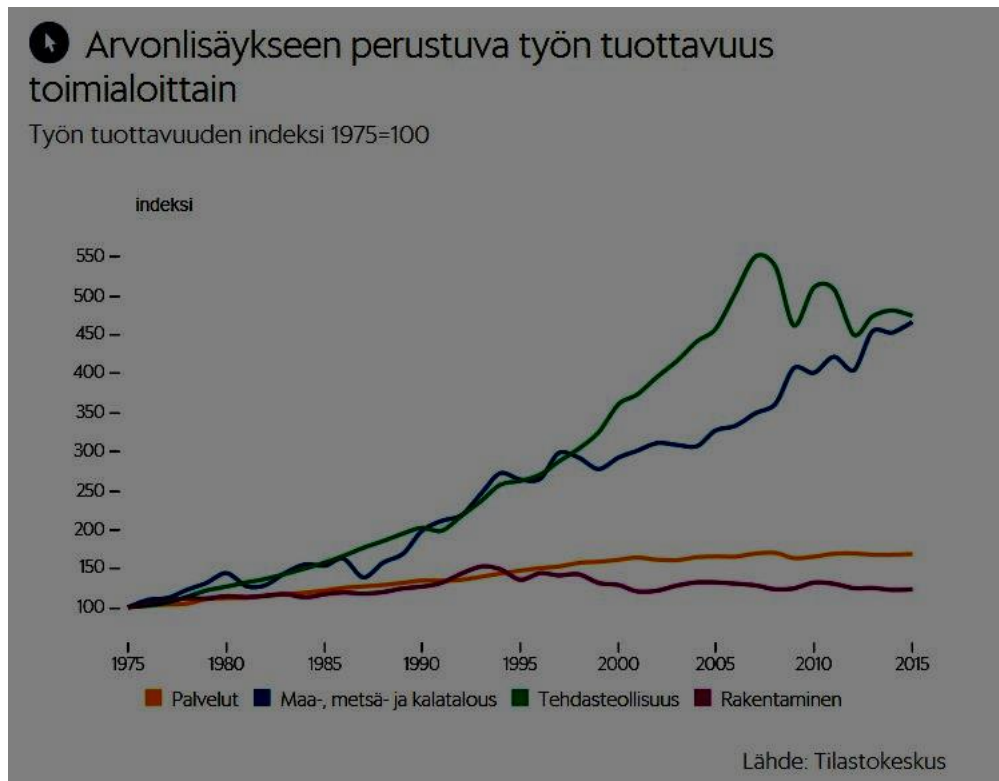
Katetyyppi tulee olla soveltuva kaltevuuteen nähden. Jos vesikatto toteutetaan epäjatkuvalla katteella ilman tiivistettyjä saumoja, esimerkiksi kattotiilillä tai muotolevyllä, alapuoliset rakenteet tarvitsee suojata aluskatteella, joka ohjaa veden pois katolta. Aluskatteen liittymät, limitykset ja lävistyksien tiivistäminen tulee toteuttaa siten, että aluskate johtaa sitä pitkin valuvat vedet riittävän pitkälle ulkoseinälinjan ulkopuolelle. Aluskate tulee sijoittaa siten, että sen ja varsinaisen katteen väliin jää riittävän tuulettuva tuuletusväli. Aluskatteen on aina oltava tyyppihyväksytty. Huomio, aluskatteena ei saa käyttää rakennusmuovia tai höyrynsulkumuovia. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.10 Kiire

6.10.1 Ongelmat

Kiire rakentamisessa aiheuttaa monia ongelmia. Esimerkiksi liian usein betonirakenteiden kuivumisaikoja ei noudateta, vaan pinnoitetaan liian nopeasti ja kosteus jää muhiin rakenteisiin, jolloin kosteusvaurio on käytännössä valmistumisesta lähtien olemassa. Kiire myös lisää huolimattomuusvirheiden määrää asiassa kuin asiassa ja voi vaikuttaa työntekijöiden motivaatioon stressin ja hoputtamisen seurauksena.

Tämä ongelma on lähtöisin kovasta kilpailusta ja tuottavuuden pienuudesta. Samalla, kun esimerkiksi teollisuuden työn tuottavuus on 1970-luvulta lähtien nelinkertaistunut, on rakennusalan tuottavuus pysynyt samalla tasolla, kuten seuraavasta kuviosta ilmenee (KUVIO 1). (Lohilahti & Mölsä 2017.) Esimerkiksi nopeasti ja enemmän, toisin sanoen kii-reellä tekemällä tätä on jouduttu paikkaamaan.



KUVIO 1. Arvonlisäykseen perustuva työn tuottavuus toimialoittain (Rakennuslehti 2017).

Asian taustalla on monia syitä. Yksi syytä on se, että aina rakennetaan ja kaupungit kasvavat, vaikka rakennusalan yritysten ja työn tuottavuus ei kasvaisikaan. Maksajia on aina, joten ei ole ollut tarvetta kehittää alaa tuottavammaksi. (Lohilahti & Mölsä 2017.)

Tuottavuuden kasvua estää myös se, että rakennusurakoita eivät tee vain suunnittelijat, pääurakoitsijat ja tilaajat, vaan yhä enemmän myös useita aliurakoitsijoita ja konsultteja. Tästä aiheutuu riitelyä, kun riitelyn kulttuuriin kuuluu pitää yllä perinteistä hankemallia, jossa osapuolet tekevät kahdenvälisiä sopimuksia. Yhteisiä tavoitteita ei aseteta eikä suunnitelmiakaan tehdä yhdessä. Kun hankkeessa on mukana monia aliurakoitsijoita, vaaditaan työnjohdolta erittäin hyviä vuorovaikutustaitoja sekä kykyä johtaa hanketta järjestelmällisesti erityisesti suuremmissa ja vaativammassa rakennushankkeissa. Mitä enemmän henkilöitä ja ammattiryhmiä työmaalla on, sitä enemmän on henkilöiden välisiä

kohtaamisia ja mahdollisuuksia sekä työajan hukkaamiseen, että väärinkäsityksiin. (Lohilahti & Mölsä 2017.)

”Jokainen oli omassa poterossaan, eikä ilmapiirissä ollut minkäänlaista luottamusta”, YIT:n tuottavuusloikkahankkeen vetäjä Maarit Sääksi kuvaili HS:n haastattelussa perinteistä mallia. Riitelykulttuuria on Sääksen mukaan vahvistanut myös se, että perinteisessä hankemallissa suunnittelija valitaan sen perusteella, kuka tekee suunnitelman nopeimmin ja rakentajaksi otetaan se, joka toteuttaa urakan halvimmalla. Sitten joudutaan tekemään muutoksia, kun suunnitelmat eivät olleet toimivia. Syntyy riita, aikaa menee hukkaan ja selvittelyyn. Kaikki nämä asiat lisäävät rakennushankkeiden toteuttamisen kiirettä. (Lohilahti & Mölsä 2017.)

6.10.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Olennaista olisi saada työmaan toiminta luotettavaksi eli aina kun joku tulee töihin, hän tietäisi, että pääsee aloittamaan työt heti ja saattamaan työt myös loppuun yhdessä sovittussa ajassa sovittulla tavalla. Täten seuraavienkin työvaiheiden suorittajat pääsevät heti tekemään työnsä, eli edellinen työvaihe on tehty loppuun virheettömästi. Näin välttyttäisiin myös turhalta kiireeltä, kun aikaa ei menisi hukkaan. (Lohilahti & Mölsä 2017.)

Työn tuottavuutta voidaan yrittää kohentaa esimerkiksi lisäämällä vuoropuhelua ammattiryhmien välillä ja sitouttamalla osapuolet projektiin tiukemmin. Yhteisten tavoitteiden kautta tehokkuus tuottavuuskin paranevat ja sitä kautta myös turha kiire. (Lohilahti & Mölsä 2017.)

Yksi hyvä ja erittäin lupaava työkalu toimijoiden välisten ristiriitojen vähentämiseen on uudehko Australiasta kopioitu hankemalli, jossa suunnittelija, urakoitsija ja tilaaja solmivat sopimuksen, joka sitouttaa kaikki eri osapuolet hankkeeseen ja tappiot ja voitot jaetaan heidän kesken. Allianssissa kaikki mukana olevat ammattiryhmät ovat selvittämässä ja kartoittamassa lähtötietoja, suunnitelmien toimivuutta, aikatauluja ja yhteistä tavoitetta. Allianssi-mallista hyvä esimerkki on Tampereen rantatunneli, joka valmistui niinkin merkittävästi kuin puoli vuotta etuajassa. (Lohilahti & Mölsä 2017.)

6.11 Ilmanvaihto

6.11.1 Ongelmat

Ilmanvaihtolaitteiden osalta ongelmat ovat, että vesi kondensoituu ilmanvaihtojärjestelmien pinnoille ja se, että huolto voi olla puutteellista tai sitä ei tehdä ollenkaan ja epäpuhauksia ja homeita kertyy kanaviin ja suodattimiin sekä ilmanvaihtoputkien pinnoillekin.

Monesti kun painovoimainen ilmanvaihto vaihdetaan koneelliseksi, saattaa se aiheuttaa ongelmia, jos niin sanottu hallittu ilmanvaihto jää toteutumatta ja korvausilmaa tulee rakenteiden väleistä tuoden mukanaan sisäilmaa pilaavia yhdisteitä ja hiukkasia. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

Yksi suuri ongelma on myös se, että Suomessa ilmanvaihto on ohjeistettu toteuttamaan niin, että rakennuksessa on pieni alipaine. Se on oikein toteutettuna toimiva ratkaisu, mutta ohje on yllyttänyt monia tahoja säätämään suuriakin alipaineita, mikä kiskoo rakenteissa olevia mikrobeja ja yhdisteitä sisäilmaan. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

Lisäksi jos ilmanvaihto ei ole riittävä, voi sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousta liian korkeaksi, jolloin ihminen ei saa riittävästi happea. Tämä aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä ja päänsärkyä. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.11.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Veden kondensoitumisen estämisessä ilmanvaihtoputkien pinnoille tärkeää on putkien riittävä lämmöneristäminen. Ilmanvaihdon säännöllinen huolto on tärkeää ja asian hoitamisella on tärkeää olla vastuullinen taho, ettei se jää ”ei kenenkään vastuulle”.

Kun painovoimainen ilmanvaihto vaihdetaan koneelliseksi, on tärkeää huolehtia riittävästä ja oikein sijoitetuista tuloilma-aukoista ja tarvittaessa tiivistää rakenteiden saumoja, ettei tuloilmaa tule rakenteiden sisältä ja tuo sisäilmaan mukanaan haitallisia yhdisteitä ja aineita rakennusmateriaaleista. Samasta syystä alipaine ei saa olla liian suuri.

6.12 Rakennusmateriaalien toimitukset ja varastointi

6.12.1 Ongelmat

Usein rakennusmateriaaleja, eristevillat ja runkotolpat mukaan lukien, säilytetään ulkona, eikä niiden suojaus ole aina riittävän hyvin toteutettu. Tällöin niiden pitäisi antaa kuivua ennen kuin ne levytetään rakenteen sisään, mutta aina sitä ei kiireen, välinpitämättömyyden tai ammattitaidon puutteen vuoksi tehdä, jolloin kosteutta jää rakenteisiin jo rakennusvaiheessa ja siitä voi syntyä ongelmia.

Kuivaketjun tärkeys on kuitenkin nykyään hyvin sisäistetty työmailla. Materiaalit eivät enää pääsääntöisesti loju sateessa kastumassa ja sääsuoja käytetään paljon enemmän kuin ennen. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

6.12.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Materiaalit sekä keskeneräiset rakenteet tulee suojata sade- ja valumavesiltä sekä rakennekosteudelta. Työmailla tulee keskittyä erityisesti kosteudelle kaikkein arimpien materiaalien, kuten puuta sisältävien rakennustarvikkeiden ja lämmöneristeiden suojaamiseen kosteusrasituksilta. (Kosteudenhallinta.fi 2018.)

Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kastumista ja kostumista voidaan ehkäistä esimerkiksi vaatimalla toimittajilta kuljetuksen aikaisen suojauksen varmistamista, noudattamalla valmistajan ohjeita varastoinnista, oikea-aikaisilla toimituksilla ja toimitusaikojen suunnittelulla, suunnittelemalla varastointi ja muu logistiikka ajoissa, varaamalla sääsuoja riittävästi työmaalle sekä huolehtimalla, että keskeneräiset rakenteet suojataan saman työvuoron aikana. (Kosteudenhallinta.fi 2018.)

Materiaalitoimitusten ajankohta tulisi valita siten, että tuotteet voitaisiin asentaa paikoilleen melkein heti toimituksen jälkeen. Varastointipaikat tulee suunnitella siten, etteivät ne ole työmaatoimintojen tai -liikenteen tiellä, ja että ne ovat riittävän lähellä rakennuskohdetta, jotta turhia siirtelyitä ei tulisi. Ideaalia olisi, jos materiaalit voidaan viedä heti

sisätiloihin tai muuhun suojaan. Rakennuksen sisälle varastoitaessa on huolehdittava, etteivät betoniholvien päälle lastatut materiaalit hidastaisi rakenteiden kuivumista. (Kosteudenhallinta.fi 2018.)

Tuotteiden muun kunnon lisäksi kosteuspitoisuus ja sääsuojauksen tulisi tarkistaa vastaanotettaessa. Ilman alustaa ja suojaa toimitettavat tuotteet varastoidaan suoraan alustalle irti maasta sekä suojataan ehjillä pressuilla, jollei työmaalla ole sääsuojaa kuten esimerkiksi telttakatosta. Katokset ovat enemmän kuin suositeltuja, sillä ne eivät ole vain kätevämpiä kuin pressut, vaan myös tuotteiden kannalta parempia. On myös otettava huomioon, että suojattukin kuiva puumateriaali kostuu helposti. (Kosteudenhallinta.fi 2018.)

6.13 Haitallisia aineita sisältävien materiaalien käyttö

6.13.1 Ongelmat

Rakenteiden ja kalusteiden materiaaleista, varsinkin uusista vapautuu sisäilmaan monia hengitystä ärsyttäviä ja terveydelle haitallisia kemikaaleja ja yhdisteitä. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

Lisäksi ennen käytetty asbesti aiheuttaa kuolemia vielä tänäkin päivänä ja sille altistuu varsinkin purkutyöntekijöitä, mutta myös sisäilmassa voi olla huonon purkutyön, osastoinnin tai siivouksen seurauksena asbestipölyä. Lisäksi esillä olevat asbestimateriaalit voivat vahingossa vaurioituessaan aiheuttaa vakaviakin altistumisia äkillisesti ja pilata sisäilman. Ilmanvaihto saattaa imeä ja kuljettaa asbestipölyä huonetiloihin myös rakenteiden sisältä tai muista tiloista. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.13.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Haitallisia aineita sisältävien materiaalien käyttö pitäisi olla aina tarkkaan harkittua ja turhia riskejä niiden kanssa pitäisi välttää. Jos rakenteissa kuitenkin käytetään materiaaleja, joista voi tulla haihtua tai irrota haitallisia aineita, täytyisi niiden kulkeutuminen sisäilmaan olla estetty.

Esimerkkinä lupaavasta tuotteesta voisi mainita märkätiloihin kehitetyn märkätilalevyn, jonka luvataan olevan täysin homehtumaton ja päästötön materiaali, jossa ei ole terveydelle haitallisia aineita. Sen ydin on suulakepuristettua polystyreeniä eli tuttavallisemmin Finnfoamia ja pinnalla erityinen lasikuituverkolla vahvistettu sementtilaasti.

6.14 Tiedon puute ja uusien rakennusmateriaalien liian vähäinen tutkiminen ja kyseenalaistaminen

6.14.1 Ongelmat

Viime vuosikymmeninä ei ole osattu tai haluttu kyseenalaistaa uusien rakenteiden kestävyttä ja toimivuutta. Sitä ei ole tehnyt edes rakennusalan viralliset tai puolivirallisetkaan tahot ohjeineen, jotka ovat muodostaneet niin sanotun hyvän rakentamistavan. Jopa kipsilevyjä on markkinoitu märkätilojen ratkaisuksi ja sitäkin kyseenalaisempia tuotteita on myyty tasakattoihin. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

6.14.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Nykyään asia ei ole niin huono kuin ennen, mutta niin uusien kuin vanhojenkin rakenteiden ja materiaalien kyseenalaistamista ja tutkimista voisi edelleen lisätä.

6.15 Viranomaisvalvonta

6.15.1 Ongelmat

Homeongelmien osalta viranomaisvalvonta on kiinnostunut liikaa rakentamisvaiheesta ja keskittyy lähinnä vain tulevien homeongelmien estämiseen, eikä vanhojen korjaamiseen. (Valtavaara & Mölsä 2017). Lisäksi materiaaleihin käytettyjä raaka-aineita ei valvota ja rajoiteta tarpeeksi.

6.15.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Viranomaisvalvonnan olisi hyvä keskittyä enemmän myös homeongelmien korjaamiseen rakennusvaiheen lisäksi (Valtavaara & Mölsä 2017). Lisäksi materiaalien ja rakenteiden viranomaisvalvonta saisi keskittyä kestävyuden lisäksi huomattavan paljon enemmän niiden sisältämien raaka-aineiden terveysvaikutuksiin.

6.16 Vääränlaisten materiaalien käyttö kosteissa olosuhteissa

6.16.1 Ongelmat

Rakennusmateriaaleja valittaessa yksi avainkysymys on kosteusrasitus, ja kaikenlainen veden ja kosteuden siirtyminen materiaaleihin on otettava huomioon. Vesi voi siirtyä neljällä eri tavalla.

Suuri osa rakennusten kosteusteknisestä toiminnasta perustuu veden painovoimaiseen siirtymiseen. Ei-toivottua painovoimaista siirtymistä voi tapahtua saumoissa, raoissa ja halkeamissa, muun muassa kattoläpivienneissä ja elementtisaumoissa. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Vesi voi siirtyä myös kapillaarisesti materiaaliin sen ollessa kosketuksessa vapaaseen veteen tai toiseen kapillaarisella kosteusalueella olevaan materiaaliin. Paksumpi rakenne mahdollistaa suuremman määrän kosteuden siirtymistä kuin ohuempi ja rakenteita ympäröivä ilmankosteus vaikuttaa siihen suuresti, sillä esimerkiksi jos ilman kosteus on 100 %, ei ilma voi ottaa lainkaan vastaan rakenteista haihtuvaa kosteutta. Materiaalien kyky siirtävää kosteutta kapillaarisesti, lähinnä erilaisten huokosjakaumien takia, on erilainen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Lisäksi vesihöyry siirtyy diffuusion avulla suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään. Suurempi vesihöyrynpitoisuusero rakenteissa aiheuttaa voimakkaampaa diffuusiovirtausta ja materiaalin vesihöyrynläpäisevyys vaikuttaa virtauksen voimakkuuteen myös. Yleensä diffuusion suunta on sisätiloista ulos, koska usein sisäilmassa kosteutta on kosteutta kuin ulkoilmassa. Kosteusvaurioiden kannalta erittäin ongelmallinen tilanne

syntyy, jos rakenteeseen pääsee diffuusiolla vesihöyryä enemmän kuin rakenteesta poistuu. Tällainen tilanne voi syntyä lähinnä kylminä vuodenaikoina. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

Vesi siirtyy myös ilmavirtauksien mukana. Kosteusvaurioriski on olemassa kylminä ajanjaksoina, jos kosteaa sisäilmaa pääsee virtaamaan rakenteisiin, ja kosteus alkaa tiivistyä rakenteisiin. Yleisimmin ongelmat syntyvät yläpohjarakenteisiin, koska rakennuksen yläosa on usein ylipaineinen. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

6.16.2 Ratkaisumahdollisuuksia

Kaikenlainen kosteuden siirtyminen ja materiaalien vaurioituminen tulisi ottaa huomioon rakennettaessa ja kosteutta kestävämpiä rakenteita tulisi käyttää harkiten. Kaikkien saumojen ja läpivientien tiivistäminen tulisi tehdä äärimmäisen huolellisesti ja riskirakenteita välttää.

7 MUITA SISÄILMAONGELMIEN RATKAISU- JA EHKÄISYKEINOJA

7.1 Ehkäiseminen

Ennaltaehkäiseminen on äärimmäisen tärkeää ja järkevää sisäilmaongelmien kohdalla. lisäksi ratkaiseminen on helpompaa, kun toimintatapoja mahdollisten tulevien ongelmien varalle on mietitty etukäteen jo suunnittelu- ja rakennusvaiheessa. Hyvä sisäilma vaatii etukäteissuunnittelua ja kunnollista ylläpitoa, kuten ilmanvaihtojärjestelmän huoltoa. (Lahtinen & Lappalainen & Reijula 2005, 9.)

Jo rakennuksen suunnittelussa voidaan ja kannattaa mallintaa ja arvioida epäpuhtauksia ja niiden leviämistä sekä niille hallintakeinoja. (Lahtinen & Lappalainen & Reijula 2005, 17.)

Mahdollisten kosteus- ja homevaurioiden ilmaantumisen takia on tärkeää tunnistaa rakennuksen riskirakenteet. Niitä voivat olla esimerkiksi eloperäisen materiaalin käyttö eristeenä tai mahdolliset vuotokohtat. Ilmanvaihtolaitteiston toimivuuteen, materiaalivalintoihin, mahdollisiin tuleviin kosteusvaurioihin ynnä muihin kannattaa ehdottomasti kiinnittää huomiota jo ennen rakennuksen käyttöönottoa. (Lahtinen & Lappalainen & Reijula 2005, 18.)

Jos tiloja otetaan erilaiseen käyttöön, kuin ne on suunniteltu, pitäisi ympäristötekijät arvioida uudelleen. Esimerkiksi tilanteessa, jossa ennen asuinkäytössä olevia tiloja aletaan käyttää toimisto- tai muina työtiloina. Tällöin varsinkin ilmanvaihdon riittävyys on varmistettava ja sitä kautta myös rakenteiden reagoiminen tilanteeseen, jos ilmanvaihtoa tehostetaan. (Lahtinen & Lappalainen & Reijula 2005, 18.)

7.2 Mikrobiston muokkaaminen

Uuden sukupolven sekventointitekniikalla voidaan kuvata rakennusten mikrobistoa tarkemmin. Sen avulla koetetaan löytää eroja homevaurioituneiden ja vaurioitumattomien rakennusten mikrobiston välillä. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

Jotkin mikrobeista ovat vain haitaksi terveydelle, mutta osalla on myös terveyttä suojaavia vaikutuksia. Tulevaisuudessa on ehkä mahdollista muokata rakennusten mikrobistoa ihmisen ja rakennuksen kannalta paremmaksi samantapaisesti kuin probiooteilla ja maitohappobakteereilla tasapainotetaan ja parannetaan ihmisen suoliston mikrobikantaa ja terveyttä. Kun rakennuksissa hyviä mikrobeja saadaan hengitysilmaan, se suojaa ihmisiä huonon sisäilman haittavaikutuksilta. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

Esimerkiksi maatalousympäristölle tyypillisestä mikrobistosta on löytynyt hyviä mikrobeja. Vielä tarvitaan keinoja, miten hyvää mikrobistoa sitten saataisiin siirrettyä rakennuksiin ja sisäilmaan, ja niitä tutkijat parhaillaan testaavatkin. (Valtavaara & Mölsä 2017.)

7.3 Siivoaminen

Homepölysiivous on välttämätöntä suorittaa sisäilmaongelmaisen rakennuksen saneerauksen yhteydessä, mutta usein se silti jää tekemättä, koska sitä ei olla ymmärretty budjetoida. (TM Rakennusmaailma 2018.)

Homepölysiivouksella varmistetaan tilojen puhtaus ennen niiden käyttöönottoa ja varmistetaan, etteivät mikrobit leviä kohteessa rakennustöiden aikana. Ilman liikkeitä hallitaan osastoiden väliseinien ja alipaineistuksen avulla. Pölynhallinnan lisäksi joka paikka siivotaan käsityönä. (TM Rakennusmaailma 2018.)

Desinfiointiaineiden käyttäytymistä rakennustyömaiden pinnoilla on tutkittu ja huomattu, että desinfioinnista huolimatta pinnoille jäi mikrobeja. Puhdistaminen kääntyiikin itseään vastaan ihmiselle haitallisten mikrobien saadessa elintilaa, kun aineet tepsivät lähinnä ihmisen terveydelle parempiin mikrobeihin. (TM Rakennusmaailma 2018.)

Asbestipurkutyö tulee ehdottomasti aina viimeistellä poistamalla asbesti pinnoilta sekä puhdistamalla huolellisesti kaikki pinnat, jotka ovat voineet likaantua asbestipölystä. Huolellisen kuivapuhdistuksen jälkeen puhdistus tulee viimeistellä kostealla. (Ekman 2011, 27.)

Lisäksi käytönaikainen säännöllinen riittävä siivoaminen pitää sisäilman laadun parempana.

7.4 Aikataulutus

Kosteusongelmaisia rakennuksia korjattaessa aikataulusuunnitelmassa tulee ottaa huomioon työn erikoisluonne. Se tulee laatia niin, että työt mallitöineen, hyväksymisprosesseineen ja kuivumisaikoineen voidaan toteuttaa oikein. Rakennuttajan edustajien ja valvojan tulee myös tarkastella aikataulusuunnitelmaa kriittisesti, ja jos siitä puuttuu oleellisia työvaiheita tai se sisältää epävarmoja kohtia, tulee niistä ilmoittaa urakoitsijalle välittömästi. Sisäilmaongelmaisten kohteiden korjaamisessa ei tule kiirehtiä. (Asikainen 2011.)

7.5 Ilmansuodattimet

Monesti koko rakennuksen remontoiminen kerralla ei onnistu. Tällöin väliaikaisena ratkaisuna voidaan käyttää eräänlaisia aktiivihiili- ja hiukkassuodattimella varustettuja muusta ilmanvaihdosta erillään olevia tuloilmansuodattimia tiloissa, joita käytetään paljon. Suodatin kerää itseensä valtaosan tuloilman epäpuhtauksista ja suurella käytöllä olevaan tilaan saadaan näin siedettävä sisäilma. Kyseisiä suodattimia käytetään huonekohtaisena koneellisesti ilmastoiduissa rakennuksissa, jotta painehäviö pysyy riittävän pienenä. (Korhonen & Lintunen 2003.)

8 POHDINTA

Tutkimuksessa ilmeni, että sisäilmaongelmiin on jo kehitetty ja kehitetään ratkaisukeinoja ja niitä on otettu hyvin jo käyttöönkin. Materiaalien kestävyys ja edullisuus tuntuvat kuitenkin edelleen olevan terveysvaikutuksia paljon edellä, joten niiden suhteen olisi hyvä olla kriittinen.

Vanhojen riskirakenteiden ja virheiden sijaan tehdään tänä päivänä uusia virheitä ja käytetään vanhojen terveydelle haitallisten materiaalien sijaan toisenlaisia terveydelle mahdollisesti haitallisia ja haitallisia materiaaleja.

Tämän tuotoksen hyöty painottuu siihen, että tässä on tiiviiksi pakotiksi koottu oleellimmat sisäilmaongelmat ja tästä saa hyvän kokonaiskuvan tämän hetken tilanteesta asian tiimoilta Suomessa. Tuotosta voi käyttää hyödyksi sisäilmaongelmien syytä paikannettaessa tai korjattaessa, mutta myös uutta rakentaessa. Ehkä tämä myös lisää tietoisuutta siitä, että sisäilmaongelmat ovat vakavasti otettava asia.

Työssä on pyritty käyttämään uusimpia ja luotettavimpia lähteitä, joten luotettavuus on hyvää tasoa.

Työn lopputuloksesta tuli laajempi kuin odotin, hyvässä ja pahassa. Jälkikäteen ajateltuna aihetta olisi voinut rajata hiukan tarkemmin, nyt tuli kerrottua vähän kaikesta asiaan liittyvästä. Joistakin asioista olisi voinut kertoa hiukan laajemmin, jos rajaus olisi ollut pienempi.

Kehitysehdotuksina tutkimuksen pohjalta voisi mainita, että kiirettä kosteus- ja haitta-aineongelmaisten rakennusten korjauksessa on syytä välttää ja huolellisuutta vaalittava, sekä uusia lupaaviakin materiaaleja tulisi arvioida kriittisesti varsinkin terveysvaikutusten kannalta.

Tutkimusta voisi jatkaa keskittyen uusimpien rakenteiden ja materiaalien toimivuuteen.

LÄHTEET

Mälkki, J. 2016. Haitta-aineet ja mikrobit. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäyte-työ.

Ekman, A. 2011. Toimiva asbestipurku. Työturvallisuuskeskus TTK, rakennus- ja putkijohtoalan työalatoimikunta. Luettu 8.1.2018. https://ttk.fi/files/4655/Toimiva_asbestipurku.pdf

Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys Ry. 2008. Kemialliset epäpuhtaudet. Luettu 10.1.2018 <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Kemialliset-epapuhtaudet>.

Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys Ry. 2008. Mikrobin terveyshaitat. Luettu 11.1.2018 <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Terveysvaikutukset/Mikrobin-terveyshaitat>.

Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys Ry. 2008. Katsaus mikrobeihin. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Katsaus-mikrobeihin>.

Komulainen, J. & Huttunen, J. & Sääntti, J. 2011. Haitalliset aineet rakennuksissa ja niiden hallinta. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy & Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL Ry. Luettu 12.1.2018. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110305.pdf>.

Asbestikartoitus. 2017. Asbestin terveyshaitat. Päivitetty 10.8.2017. Luettu 12.1.2018. <http://www.asbestikartoitus.info/asbestin-terveyshaitat/>.

Luukkonen, E. 2016. Asbestilainsäädäntö. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Schönberg, K. 2016. Sisäilmaongelmien kustannukset mitataan miljardeissa – seuraava virhe on ehkä jo tehty. Yle. Päivitetty 15.1.2016. Luettu 15.1.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-8594561>.

Lahtinen, M. & Lappalainen, S. & Reijula, K. 2006. Sisäilman hyväksi – Toimintamalli sisäilmaongelmien ratkaisuun. Helsinki: Työterveyslaitos.

Asikainen, V. & Peltola, S. 2011. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. 3. painos. Opetushallitus.

Sisäilmautiset. 2013. Sisäilmaongelmien aiheuttamien terveyshaittojen hinta on 450 miljoonaa euroa. Päivitetty 6.2.2013. Luettu 21.1.2018. <https://www.sisailmautiset.fi/tutkimus/homevaurioiden-aiheuttamien-terveyshaittojen-hinta-on-450-miljoonaa-euroa/>

Valtavaara, M. & Mölsä, S. 2017. Suomessa koulujen sisäilma on puhtaampaa, mutta oirehtivia ihmisiä on enemmän kuin muualla Euroopassa. Rakennuslehti. Päivitetty 20.4.2017. Luettu 22.1.2018. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/04/suomessa-koulujen-sisailma-on-puhtaampaa-mutta-oirehtivia-ihmisia-on-enemman-kuin-muualla-euroopassa/>.

Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys Ry. 2008. Vesikatto ja yläpohja. Luettu 31.1.2018 <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Vesikatto-ja-ylapohja>

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

Lohilahti, O. & Mölsä, S. 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Rakennuslehti. Päivitetty 4.9.2017. Luettu 1.2.2018 <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>

Kortela, A. 2016. Piilevä putkivuoto voi johtaa äkilliseen evakkoon. Turun Sanomat. Päivitetty 7.2.2016. Luettu 1.2.2018. <http://koti.ts.fi/rakenna/piileva-putkivuoto-voi-johtaa-akilliseen-evakkoon/>

Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys Ry. 2008. Perustus ja alapohja. Luettu 2.2.2018. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/Perustus-ja-alapohja>

Sanoma Media Finland Oy. 2016. Kosteusongelmat ja niiden toteaminen. Päivitetty 4.4.2016. Luettu 2.2.2018. https://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/11028/kosteusongelmat_ja_niiden.htm

TM Rakennusmaailma. 2018. Homesivousta tarvitaan rakennuksia korjattaessa. Päivitetty 16.1.2018. Luettu 3.2.2018. <https://rakennusmaailma.fi/homesivousta-tarvitaan-rakennuksia-korjattaessa/>

Kosteudenhallinta.fi. 2018. Materiaalien toimitukset ja varastointi. Luettu 5.2.2018. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/materiaalien-toimitukset-ja-varastointi>

Rakentaja.fi. 2017. Finnfoamin Tulppa – märkätilojen varma valinta. Päivitetty 3.11.2017. Luettu 10.2.2018 https://www.rakentaja.fi/artikkelit/14546/finnfoamin_tulppa_varma_valinta.htm

Finnfoam Oy. Tekniset tiedot. Luettu 13.2.2018. https://www.tulppa.fi/tulppa-levy/tek-niset-tiedot/?utm_source=www.rakentaja.fi

Korhonen, H. & Lintunen, M. 2003. Hyvä sisäilma. Oy Like Kustannus Ltd.