SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN TYÖRYHMÄMUISTIO
1997:25

SISÄILMAN TERVEYSHAITAT JA EHDOTUKSET NIIDEN VÄHENTÄMISEKSI

- Motto:

Astia tehdään savesta, mutta sen kelpoisuus on sen tyhjässä tilassa. Seinät, ovet ja ikkunat muodostavat huoneen, mutta huoneen tekee käyttökelpoiseksi sen tyhjä sisusta. Siksipä: olevaisesta tulee hyöty, mutta olemattomasta käytäntö.

(Lao-tse s. 604 eKr. Tao-te-king, suom. Salaisuuksien tie)

ISBN 952-00-0381-9
ISSN 1237-0606

Etukannen kuva: Rakennus 1903, Akseli Gallen-Kallela (1865–1931) ©

Taitto: AT-Julkaisutoimisto Oy

Painatus: Oy Edita Ab, Helsinki 1997

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ 7
SAATTEEKSI 9

1. SISÄILMASTON AIHEUTTAMAT SAIRAUDET JA NIIDEN MERKITYS 13
Miksi sisäilma on tärkeää? 13
Fysikaaliset tekijät 16
Huoneilman lämpötila 18
Huoneilman kosteus 18
Melu 19
Ilmanvaihto 20
Radon 22
Kaasumaiset epäpuhtaudet 23
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet 23
Epäorgaaniset yhdisteet 26
Allergiset tekijät 28
Altistuminen, herkistyminen ja oireilu 29
Eläinpölyt ja pölypunkit 30
Siitepölyt, viherkasvit ja luonnonkumi 33
Homesienet ja kosteusvauriot 35
Liimasideaineiset tasoiteaineet 39
Bakteerit ja virukset 42
Hiukkasmaiset epäpuhtaudet 43
Tupakansavu 43
Huonepöly 44
Asbesti 45
Sairas rakennus -oireyhtymä 47
Kansantaloudellinen merkitys 48

2 ALTISTUMISEN ARVIOINTI JA POTILAIDEN TUTKIMINEN 52
Altistumisen arviointi 52
Ohjeet ja suositukset 55
Aistinvarainen arviointi 56
Fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien mittaaminen 57
Allergeenien tunnistaminen ja mittaaminen 66
Kosteusvaurion arvioiminen ja homeiden tunnistaminen 67
Potilaiden tutkiminen 70
Lääketieteelliset tutkimukset 73
Syy-seuraussuhteen arviointi 75
Työpaikan sisäilmasto-ongelman selvittäminen 77
Sisäilmasto-ongelmien tutkiminen viranomaisyhteistyönä 82

3. TUTKIMUSTYÖ, KOULUTUS JA TIEDOTUS 85
Tutkimus 85
Koulutus 89
Tiedotus 92

4. TERVEYDEN EDISTÄMINEN RAKENTAMISESSA JA KIINTEISTÖJEN YLLÄPIDOSSA 94
Kehityksen kulku 95
Rakennetekninen kehitys 97
Ilmanvaihtotekniikka 101
Tilojen ominaisuudet 104
Hintataso 105
Rakennustöiden suoritus 106
Rakentamisen ja käytön ongelmat 107
Kosteus 107
Sisäilman laatu 108
Suunnittelu ja suunnitelmat 109
Rakennuttaminen (Projektin johto) 110
Rakennustyön suoritus 110
Rakentamisen organisointi 111

Laatujärjestelmä 112
Rakennusten vastaanotto 112
Rakennusten käyttö ja ylläpito 114
Miten terveempään rakentamiseen? 115
Uudisrakentaminen 115
Olemassa olevat rakennukset 118

5. YHTEENVETO TÄRKEIMMISTÄ EHDOTUKSISTA 120
Yleistä 120
Potilaiden ja altistumisen tutkiminen 122
Terveyden edistäminen rakentamisessa ja kiinteistöjen ylläpidossa 124
Ministeriöiden yhteistyö 127
Oikeuskäytäntö sisäilmaston aiheuttamissa sairauksissa 128
Terveen asumisen kymmenen ohjetta 130

KIRJALLISUUTTA 131

TIIVISTELMÄ

Sisäilmaan liittyy joukko terveyttä haittaavia ongelmia, joista osa on vakavia ja vaatii kiireellistä huomiota ja toimenpiteitä. Eniten haittoja aiheuttavat huonosti suunnitellut, toimivat ja huolletut ilmanvaihtolaitteet, eläinpölyt, tupakansavu, rakenteiden ja materiaalien liiallisen kosteuden aiheuttama home- ja bakteerikasvu ja rakennusmateriaalien päästöt. Arviomme mukaan huonon sisäilman aiheuttamista merkittävistä terveyshaitoista syntyy kansantaloudelle vuosittain 7-9 miljardin markan kustannukset. Arvioimme myös, että 2-3 miljardia markkaa tarvitaan sellaisten rakennusten korjaamiseen, joiden sisäilma uhkaa välittömästi asukkaiden tai tilojen käyttäjien terveyttä.

Tilanteen korjaamiseksi on paljon tehtävissä. Seuraavassa luetellaan tärkeimpiä toimenpiteitä, joilla voidaan vähentää sisäilmaston aiheuttamia terveysriskejä.

- Sisäilmasto-ongelmien perustutkimukseen tarvitaan lisää rahoitusta.
- Lääkäreille, terveysvalvonnan henkilöstölle, rakentajille ja suunnittelijoille tarvitaan lisää koulutusta.
- Kuntiin pitää perustaa sisäilmastotyöryhmät, joissa terveysvalvonta, terveydenhuolto ja rakennusvalvonta kohtaavat. Erityisen ongelmallisten tapausten varalta pitää perustaa valtakunnallinen sisäilmaraati.
- Keskussairaaloihin tulee perustaa allergialaboratoriot. Joidenkin lääkärien tulisi perehtyä sisäilmakysymyksiin ja ottaa vastaan "sisäilmapotilaita".
- Kuntien tulee laatia toimintaohjelmia, joilla parannetaan päiväkotien ja koulujen sisäilmaa.
- Pahimpia sisäilman allergeeneja, kuten eläinpölyjä on vähennettävä niin asunnoista kuin julkisista tiloista.

- Tupakointia ja tupakansavulle altistumista on edelleen vähennettävä kaikin mahdollisin keinoin.
- Työpaikkojen sisäilmasto-ongelmat on käsiteltävä työsuojelukysymyksinä. Työpaikoille on asetettava ilman nikotiinin yläraja tupakansavulle altistumisen vähentämiseksi.
- Sisäilmaston asiantuntijakoulutusta on kehitettävä edelleen. Sisäilmatutkijoilta pitää vaatia ammattipätevyyttä.
- Kotitalouksien tueksi on perustettava asumisterveysrahasto, joka auttaa esimerkiksi asunnon homevaurion takia ahdinkoon joutuneita perheitä.
- Suunnittelun, rakennuttamisen ja rakentamisen osaaminen ja ammatillinen vastuu on saatava takaisin kunniaan.
- Huoneiden ilmatilavuutta on suurennettava ja rakenteiden tiiviydestä tingittävä.
- Rakennus- ja sisustusmateriaalien kemialliset päästöt on tutkittava ja materiaalien laatuluokitusta on edistettävä.
- Rakentamisessa on luovuttava valkuaisaineita sisältävistä tasoiteaineista.
- Rakennusten kiinteistöhuollon tehtävät on laajennettava koskemaan rakennuksen laitteiden toimintaa, käyttöä ja huoltoa. Kiinteistön huoltokirja on otettava käyttöön.
- Koko kansaa on valistettava huolehtimaan asunnostaan ja työtiloistaan.
- Asuntokatsastustoiminta on aloitettava.

Ehdotetut toimenpiteet vaativat vastuullisilta viranomaisilta hyvää yhteistyötä. Sisäilmasto-ongelmat koskevat monia hallinnonaloja. Yhteistyö on erityisen välttämätön sosiaali- ja terveystoimen, ympäristötoimen ja rakennustoimen välillä.

SAATTEEKSI

Kesäkuussa 1996 sosiaali- ja terveysministeriö antoi tehtäväksi:

1. Selvittää sisäilmaston aiheuttamien sairauksien kansanterveydellinen merkitys.
2. Tutkia keinoja, joilla voitaisiin ehkäistä uusien tautitapausten syntyminen ja hoitaa sisäilmasta johtuvia sairauksia sekä tehdä tarvittavat ehdotukset toimenpiteiksi.
3. Tehdä ehdotukset sisäilman terveysvaarojen ja niistä johtuvien sairauksien tutkimuksen sekä asiaan liittyvän koulutuksen ja tiedotuksen koordinoimiseksi valtakunnallisesti.
4. Selvittää rakentamiseen liittyviä terveyttä edistäviä tekijöitä ja tehdä ehdotus asiakirjaksi terveyttä edistävien tekijöiden huomioon ottamiseksi rakentamisessa.

Tämän raportin lähtökohta on terveydellinen ja pelkistyy paljolti tilanteeseen, jossa potilas hakeutuu lääkärin vastaanotolle. Oireiden tai suoranaisen sairauden syyksi epäillään sisäilmasta johtuvaa altistumista. Mitä on tehtävä? Miten tutkitaan altistumista ja miten potilasta? Millä perusteella tehdään johtopäätöksiä oireiden syistä? Mitä sairauksia erilaiset sisäilmatekijät aiheuttavat ja kuinka paljon? Mitä olisi tehtävä ongelmien estämiseksi?

Sisäilmalla tarkoitetaan tässä raportissa sitä ilmaa, jota ihmiset hengittävät sisätiloissa. Työympäristöistä käsitellään vain niin sanottuja ei tuotannollisia, toimistotyyppisiä sisätiloja, joissa tuotanto ei aiheuta epäpuhtauksia ilmaan. Sisäilmasto on sisäilmaa laajempi käsite, joka koostuu monista fysikaalisista, kemiallisista ja biologisista tekijöistä. Työympäristössä sisäilmastoon vaikuttaa myös työyhteisön psykososiaalinen tila.

Sisäilman tekijät voivat vähentää asukkaiden tai työntekijöiden viihtyvyyttä ja aiheuttaa epämukavuutta. On kuitenkin tärkeää erottaa **viihtyvyyshaitat terveyshaitoista**. Jos ihmiset valittavat erilaisista sisäilmatekijöistä, mutta oireita tai kliinisiä sairauteen viittaavia löydöksiä ei ole, kyseessä on viihtyvyyshaitta. Esimerkiksi sisäilman laadun luokitukset on tehty varsin tiukoiksi perusteena tilojen käyttäjien viihtyvyys. Ne toki palvelevat samalla terveyshaittojen ehkäisyä, mutta niiden noudattamista ei voi vaatia **terveysperusteisesti**. Työhygieenisiä arviointeja varten laaditut epäpuhtauksien haitallisiksi todetut pitoisuudet eli HTP-arvot on määritelty terveysperusteilla, mutta asunnoissa ja monien rakennusten sisäilmaongelmien yhteydessä pitoisuudet ovat paljon pienempiä. Tällaisten pienten pitoisuuksien aiheuttamista terveyshaitoista on vain niukalti tietoa. Siksi on syytä varovaisuuteen puhuttaessa esimerkiksi asunnon sisäilman epäpuhtauksien aiheuttamista terveysriskeistä. Tilanne on toinen niin sanottujen **allergeenien** eli allergiaa aiheuttavien aineiden osalta. Pienikin määrä allergeenia saattaa laukaista voimakkaat oireet, kunhan ihminen on ensin herkistynyt kyseiselle allergeenille. Vilkkaassa homekeskustelussa on huomattava, että homesienet aiheuttavat allergiaa hyvin harvoin.

Joskus on rajanvetokysymys, mikä on viihtyvyys- ja mikä terveyshaitta. Tunkkainen ilma aiheuttaa ensin epämukavuutta mutta jatkuessaan päänsärkyä, joka toistuessaan on jo terveyshaitta. Siksi viihtyvyystekijöitä ei saa aliarvioida, mutta niistä huolehtiminen ei ole ensisijaisesti terveydenhuollon tehtävä.

Sisäilmaongelmien ehkäisy on periaatteessa yksinkertaista. Vanhoja rakennuksia on korjattava ja uusia on rakennettava paremmin, tupakointia ja rakennus- ja sisustusmateriaalien kemikaalipäästöjä on vähennettävä. Asunnot on Suomessa rakennettava tiiviiksi, jotta lämmönerristys on riittävä. Siksi rakennusten ilmanvaihdon on oltava kunnossa. Puutteellinen ilmanvaihto lisää sisäilman haittatekijöiden pitoisuuksia. Ulkoilma on aina sisäilman perusta. Siksi parempaa sisäilmaa saadaan vähentämällä yhdyskuntailman saasteita. Asukkaiden ja tilojen käyttäjien omalla vastuulla on paljon: ihminen pilaa sisäilmaa tietämättömyyttään ja huolimattomuuttaan. Tarvitaan paitsi parempaa rakentamista ja rakennusten ylläpitoa myös koko kansan valistusta.

Tämän raportin tarkoituksena on auttaa viranomaisia suuntaamaan toimenpiteitä ja varoja sisäilman parantamiseksi, valistaa terveydenhuollon henkilöstöä ja saada terveysnäkökulma vaikuttamaan kaikessa rakentamisessa sekä rakennusten ylläpidossa. Olemme kuulleet suurta joukkoa eri alojen asiantuntijoita, joita lämpimästi kiitämme. Ylilääkäri Jorma Tikkasta haluamme erityisesti kiittää avusta raportin valmistelutyön aikana. Raportti ei ole asiantuntijoiden konsensus, vaan käsityksemme tämän hetken tärkeistä sisäilmaongelmista ja ehdotuksemme haittojen vähentämiseksi.

Helsingissä, lokakuussa 1997

Tari Haahtela Kari Reijula

SISÄILMASTOSELVITYKSESSÄ KUULLUT HENKILÖT

Erkki Eskola, Timo Estola, Pertti Forss, Yrjänä Haahtela, Antero Heloma, Vilho Hirvi, Tuula Husman, Jussi Huttunen, Matti Huuskonen, Marjo-Riitta Hämäläinen, Juhani Kangas, Helena Keskinen, Esko Kukkonen, Erkki Kähkönen, Marjaana Lahtinen, Erkki Laitinen, Sanna Lappalainen, Marjatta Malmberg, Aimo Murtomäki, Helena Mussalo-Rauhamaa, Aino Nevalainen, Henrik Nordman, Juha Pekkanen, Mikael Paatela, Jouko Rantamäki, Jorma Rantanen, Marjut Reiman, Aimo Rouhiainen, Risto Ruotsalainen, Juho Saarimaa, Kristiina Saarela, Lauri Saarinen, Olli Seppänen, Jorma Säteri, Kauko Tulla, Jouko Tuomisto, Markku Viinikka, Hannu Viitanen, Matti J Virtanen, Helena Vuorelma, Matti Vuoria, Erkki Yrjänheikki.

1.
SISÄILMASTON AIHEUTTAMAT SAIRAUDET JA NIIDEN MERKITYS

MIKSI SISÄILMA ON TÄRKEÄÄ?

Ihminen hengittää jopa 40 kuutiometriä ilmaa vuorokaudessa valtaosan ollessa sisäilmaa. Sisäilman altisteet voivat aiheuttaa monia **keuhkosairauksia**, kuten astmaa, homepölykeuhkoa (allergista keuhkorakkulatulehdusta), kroonista keuhkoputkentulehdusta, toistuvia hengitystietulehduksia, keuhkokuumeita, keuhkopussin ja vatsakalvon syöpää (mesoteliomaa) ja keuhkosyöpää. Vielä tavallisempia ovat sisäilmaan liittyvät **nenän** ja **silmän sidekalvon** allergiset ja ärsytyspohjaiset oireet. **Erilaiset iho-oireet** ja **atooppisen ihottuman** pahenemiset ovat myös yleisiä. **Keskushermoston oireet**, päänsärky, väsyminen, voimattomuus sekä **lihas- ja nivelsäryt** usein ilmenevät yhdessä edellä mainittujen oireiden kanssa, mutta voivat ilmetä myös ilman niitä

Niin sanotun **atooppisen**, välittömän **allergian** ilmeisen lisääntymiseen syyt ovat olleet hämäriä, mutta jotkut syyt ovat alkaneet hahmottua aivan viime aikoina. Vaikka perintötekijöillä on vahva merkitys, ne eivät ole voineet muuttua näin lyhyessä ajassa. Yleistyminen liittyy elinolosuhteiden, ympäristön, ravinnon ja kulutustottumusten muutoksiin. Merkittävin uusi havainto on, että varhaislapsuuden infektiosairastavuuden vähenemisestä saattaa seurata elimistön puolustusjärjestelmän ohjautuminen allergialle altistavaan suuntaan. Pitkälle teollistuneissa maissa väestön elinolot ovat sadassa vuodessa muuttuneet voimakkaasti. Lapsuudessa sairastetut infektiot, jotka tarttuvat huonoissa ja ahtaissa asunnoissa sisarukselta toiselle, saattavat suojata atooppiselta allergial-

ta kuten heinänuhalta ja allergiselta astmalta. Pienet lapset sairastivat aikaisemmin paljon nykyistä enemmän vakavia hengitysteiden tulehdustauteja, kuten keuhkokuumeita ja tuberkuloosia. Sairastetut infektiot saavat aikaan immuniteettia, vastustuskykyä, joka saattaa vähentää myös riskiä kehittää vasta-aineita ympäristön tavallisiin allergeeneihin kuten siite- tai eläinpölyihin.

Nykytilanteessa sisäilman monilla tekijöillä on keskeinen merkitys allergisen herkistymisen ja allergiaoireilun kannalta. **Lemmikkieläinten** määrä on jatkuvasti suurentunut. Pölypunkin ja homesienten merkitys on lisääntynyt tiiviin rakentamisen ja huoneilman kosteuden suurenemisen myötä.

Väestön taipumus herkistyä tavallisiin ympäristön allergeeneihin on voimistunut. Varsinkin nuorempi, alle 40 vuotias väestö näyttää reagoivan ympäristön altisteihin herkemmin kuin vanhempi väestö. Lisäksi väestö näyttää "limakalvo-oireilevan" aikaisempaa enemmän, vaikka allergiaa ei olisikaan taustalla.

Rakentaminen on kehittynyt terveyden kannalta arveluttavaan suuntaan viimeisen 30 vuoden aikana. Vanhoja tärkeitä periaatteita ei ole aina muistettu nykyaikaisessa rakentamisessa tai niistä on taloudellisten syiden takia tingitty. Suomen ilmasto-olosuhteissa tarvitaan rakennukselle kunnon perustus, tavallisesti harjakatto, leveät ja pitkät räystäät sekä kunnollinen ilmanvaihto. Kun rakentamisessa on pyritty viimeiset vuosikymmenet taloudelliseen tehokkuuteen materiaalien sarjatuotannon, prosessien automatisoinnin sekä voimakkaan kilpailuttamisen kautta, rakentamisen laatu on kärsinyt. Laadusta tinkiminen, "kertakäyttörakentaminen", suoranaiset laiminlyönnit ja ammattitaidon puute ovat alkaneet näkyä paitsi rakennusten korjaustarpeen lisääntymisenä myös asukkaiden terveyshaittoina. Viime vuosikymmeninä rakennetuille ongelmarakennuksille on ollut tyypillistä elementtirakenteet, liiallinen tiiviys ja epäonnistuneet ilmanvaihtojärjestelmät, kuten huonosti suunnitellut, toteutetut ja huolletut koneelliset ratkaisut. Uudet rakennus- ja sisustusmateriaalit, esimerkkinä muovien laajamittainen käyttö, ovat lisänneet kemiallisten epäpuhtauksien päästöjä ja kerääntymistä huoneilmaan. On myös jouduttu rakentamaan alueille, jotka soveltuvat huonosti rakennusmaaksi.

- *Entisaikojen suomalainen rakennus seisoi kumpareella, sadevesi valui rakennuksesta poispäin, rakennuksella oli harjakatto ja riittävän korkea sokkeli.* (Aesculapius 1997)

- *Venetsissa asutaan 500-vuotiaissa taloissa, eikä päätä näy. Helsingin keskustan vanhoilla taloilla on pidempi elämä edessään kuin monilla nuoremmilla uustuotannon taloilla.* (Panu Kaila, Luonnonsuojelija 1997)

Rakennustyön vastuukysymysten pirstoutuminen on ollut huonoa kehitystä. Kokonaisvastuuta laadusta ja lopputuloksesta ei ole ollut usein kenelläkään. Suunnittelijat ovat suunnitelleet ja rakentajat rakentaneet, dialogi ja yhteisvastuu on usein puuttunut. Rakennustyömailla tehdyt laiminlyönnit, ammattitaidon puute, liian nopeat rakentamisaikataulut ja kehno valvonta ovat pilanneet hyviäkin suunnitelmia ja materiaaliratkaisuja.

Kosteuden aiheuttamat vauriot ja homeongelmat ovat paljastuneet viime vuosina yhdeksi merkittävimmistä sisäilman aiheuttamien haittojen syyksi. Kosteusvaurioiden yleisyys on paljastunut vasta 1990-luvulla ja kertoo rakentamiseen, valvontaan ja huoltoon pesiytyneistä laiminlyönneistä, ammattitaidon puutteista sekä asukkaiden ja taloyhtiöiden tietämättömyydestä kiinteistöhuollon ja kunnossapidon perusasioista. Asukkaat tai työntekijät ovat myös käyttäneet tiloja tavalla, joka on aiheuttanut kosteusvaurioita. Väärät materiaalivalinnat ja kehno ilmanvaihto ovat pahentaneet tilannetta.

- *Holtiton huolto pahentaa kosteusvaurioita. Talkkarit ovat lähes kadonneet, huoltofirmojen taso vaihtelee.* (HS 23.2.1997)

Kansanterveyslaitoksen tuoreiden selvitysten mukaan Suomessa on lähes puoli miljoonaa pientaloasuntoa, jotka ovat kosteusvauriokorjauksen tai tarkastamisen tarpeessa. Kerrostalohuoneistoissa on myös runsaasti kosteusvaurioita, sillä niistäkin 40 % tarvitsisi välitöntä korjausta. Kosteusvaurioita on yli 500 000 rakennuksessa ja merkittävässä osassa löytyy rakenteisiin pesiytynyttä hometta. Satoja tuhansia ihmisiä altistuu näissä rakennuksissa. Kosteusvauriot ovat aiheuttaneet asukkaiden altistumista muun muassa homeille ja rakennusaineiden kemiallisille päästöille. Vakuutusyhtiöt korvaavat vuosittain noin 20 000 kiinteistöjen kosteusvaurioiden aiheuttamaa korjausta.

Sisäilmatekijöistä oireilevia potilaita on paljon ja kyseessä on merkittävä kansanterveysongelma. Usein oireista syytetään rakennusta, vaikka potilas on itse valinnoillaan aiheuttanut tilanteen esimerkiksi tupakoimalla, pitämällä allergisoivia lemmikkieläimiä tai laiminlyömällä riittävää siisteyttä. Tutkimuksia sisäilman aiheuttamien sairauksien ja oireiden määrästä väestötasolla ei ole tehty. Varovaisen arvion mukaan **20 000 - 30 000** ihmistä oirehtii merkittävästi yksistään kosteusvauriora-

kennusten homeiden takia (astma, nuha, silmän sidekalvotulehdus, homepölykeuhko, lisääntynyt infektioherkkyys). Lisäksi sadat tuhannet ihmiset oireilevat tupakansavun, sisäilman allergeenien tai kemiallisten epäpuhtauksien takia. Huonon sisäilman aiheuttamien infektiosairauksien määrää ei tiedetä. Ne koskevat satoja tuhansia ihmisiä ja ovat erityinen rasite kouluikäisille lapsille ja sitäkin nuoremmille.

Suurin osa oireilusta on lievää ja ajoittaista, mutta sekin huonontaa elämänlaatua, vähentää työkykyä, aiheuttaa työstä poissaoloja ja lisääntynyttä terveydenhuollon palvelujen käyttöä sekä lääkekuluja. Valtaosa oireista ilmenee limakalvojen ja ihon taholta sekä lisääntyneenä infektioherkkyytenä. Lisäksi on keskushermostoperäisiä oireita, kuten päänsärkyä, väsymystä ja huonovointisuutta, joiden määrästä ei ole tarkkaa käsitystä. Oireiden taustalla mahdollisesti olevan altistumisen selvittäminen on tärkeää, koska altistaviin tekijöihin puuttumalla potilaan tilanne voi ratkaisevasti parantua. Sisäilman ongelmia on koottu taulukkoon 1 arvioidussa tärkeysjärjestyksessä. Aiheuttajia on ryhmitelty taulukkoon 2.

Lääkäreiden tulisi nykyistä paremmin kyetä arvioimaan erilaisten ympäristötekijöiden aiheuttamaa sairastumisriskiä ja tekemään johtopäätöksiä altistumisen ja oireilun välisistä syy-yhteyksistä. Sisäilma aiheuttaa paljon lievää oireilua, mutta myös vakavia sairauksia. Vaikeat sairastumiset voivat johtaa suorituskyvyn huononemiseen, työkyvyttömyyteen, sairaalahoitoihin ja jopa kuolemaan.

FYSIKAALISET TEKIJÄT

Kodin, koulun tai toimiston sisätilan fysikaalisia olosuhdetekijöitä ovat ilman lämpötila ja sen erot pystysuunnassa, pintojen lämpötilat, ilman liikenopeus (veto), suhteellinen kosteus ja melutaso. Näille tekijöille on annettu suositusarvoja. Ilmanpaine, valaistusolot ja muut fysikaaliset ympäristötekijät voivat osaltaan selittää sisäilmaston laatua. Sähkömagneet-

TAULUKKO 1.

Sisäilmaan liittyvät tärkeimmät terveyttä haittaavat ongelmat.

1. Huonosti suunnitellut, toimivat ja huolletut ilmanvaihtolaitteet (likaisuus, saastuminen mikrobeilla, melu, veto, liian pieni tai suuri ilmanvaihto)
2. Eläinpölyt
3. Rakenteiden ja materiaalien liiallisen kosteuden aiheuttamat homeongelmat
4. Tupakansavu
5. Rakennusmateriaalien päästöt
6. Liian lämmin huoneilma
7. Melu
8. Sisätilojen siivottomuus, ilman suuri hiukkaspitoisuus
9. Ulkoilman saasteiden tunkeutuminen sisäilmaan
10. Radon

• *Rikkidioksidi ja lyijy ovat hyviä esimerkkejä siitä, miten yhdyskuntailman epäpuhtauksia voidaan vähentää.* (Antti Pönkä)

TAULUKKO 2.

Sisäilmasto-ongelmien aiheuttajien karkea ryhmäjako. Ryhmät menevät osittain päällekkäin.

Fysikaaliset tekijät	Bioaerosolit	Kaasumaiset epäpuhtaudet	Hiukkasmaiset epäpuhtaudet
- lämpötila	- eläinpölyt, pölypunkit	- orgaaniset, esim formaldehydi, VOCit*	- tupakansavu huonepöly kuidut,
- kosteus	- siitepölyt, viherkasvit	- epäorgaaniset, esim.ammoniakki hiilidioksidi	- esim asbesti
- melu	- luonnonkumi		
- veto	- homesienet		
- radon	- bakteerit, virukset		

* VOC= Volatile Organic Compounds eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet

tisilla kentillä ja ioniolosuhteilla voi olla vaikutusta ihmisen hyvinvointiin, mutta luotettavat tutkimukset puuttuvat. Radonongelma käsitellään sivulla 22.

HUONEILMAN LÄMPÖTILA

Lämpöviihtyvyyteen ja vedontunteeseen vaikuttavat erityisesti talvella pintojen vaihtelevat lämpötilat. Lämpötilaerot koetaan helposti epämiellyttävänä vetona, johon ihmiset reagoivat varsin yksilöllisesti. Pasilan virastotalotutkimuksessa 1980-luvulla työntekijöiden oireilun määrä riippui selvästi huoneilman lämpötilasta: Yli 22 asteen lämpötila lisäsi oireita. Työntekijöillä oli poikkeavan paljon ihon, silmien, nenän ja kurkun oireita, väsymystä ja päänsärkyä. Työterveyslaitoksen tutkimusten mukaan työntekijät kokevat toimistoympäristöjen yleisimmiksi sisäilmaongelmiksi liian lämpimän tai kylmän huoneilman, pölyt sekä tunkkaisen ilman.

Pääkaupunkiseudun toimistotutkimuksessa, jossa oli mukana 41 rakennusta, todettiin työhuoneet liian kylmiksi aamuisin ja liian lämpimiksi iltapäivisin. Kolmasosa työntekijöistä koki lämpötilaongelmia pitkin päivää. Sisätilojen lämpötila on Suomessa tarpeettoman korkea.

HUONEILMAN KOSTEUS

Liian pieni tai suuri huoneilman suhteellinen kosteus aiheuttaa valituksia ja oireita. Talvisen sisäilman kuivuus on ongelma, josta erityisesti toimistotyöntekijät kärsivät. Sisätilojen lämmitys talvikuukausina pudottaa sisätiloihin johdetun ilman suhteellisen kosteuden jopa alle 10 % tason suositusten ollessa yli 25 %. Ihmiset aistivat tämän ihon, silmien ja limakalvojen kuivumisena. Voimakas koneellinen ilmanvaihto poistaa sisällä vallitsevaa kosteutta jopa liikaa ja kuivaa ilmaa talvisaikaan. Jälleen tuntemukset ovat hyvin yksilöllisiä eikä keskitettyjä, koneellisia kostutusjärjestelmiä suositella. Keskuskostutus kuluttaa energiaa, vaatii

jatkuvaa tarkkailua ja huoltoa, jotta kostutusjärjestelmä ei likaannu tai aiheuta tahattomia kosteusvaurioita. Huoneilmaa voidaan tarvittaessa kostuttaa yksilöllisten tarpeiden, esimerkiksi hengityselinsairauden takia huonekohtaisella, höyrystävällä kostuttimella.

Huoneilman kostutuksen tarve on Suomessa vähäinen. Takavuosien kostutusinnostus johti myös kosteusvaurioihin suurentaen homeriskiä sekä auttaen pölypunkkeja lisääntymään.

MELU

Melu, häiritsevä tai haitallinen ääni, on ollut yksi tärkeimmistä terveyshaittojen syistä teollisilla työpaikoilla. Melun häiritsevyys riippuu yksilöstä ja tilanteesta, terveysvaurio taas melun voimakkuudesta, iskuvoimakkuudesta ja kestosta. Pienikin mutta jatkuva ja hallitsematon melu voi aiheuttaa stressiä ja vähentää viihtyvyyttä. Meluympäristöön on kiinnitetty viime aikoina huomiota, mutta ei edelleenkään riittävästi. Vaikka vain vähän tiedetään kuuloalueen alapuolella niin sanotulla infraäänialueella (alle 20 Herziä) olevan melun vaikutuksista, sen on todettu vaikuttavan sydämen sykkeeseen, hermoston reaktioherkkyyteen, yleiseen vireystasoon ja jopa aivosähkökäyrään. Infraääniä synnyttävät kaikki laitteet, joissa kehittyy suuria, nopeita ja turbulenttisia ilmavirtauksia. Sellaisia ovat myös koneellisen ilmanvaihdon puhaltimet ja kanavat. Liikenteen melu, työympäristön hälyäänet ja virheelliset akustiset ratkaisut haittaavat keskittymistä ja tarkkaavaisuutta vaativien tehtävien suorittamista. Kouluympäristössä tuhannet opettajat ja oppilaat kärsivät päivittäin melusta. Opettajilla on todettu jopa melun aiheuttamia työperäisiä sairauksia, kuten kuulon heikkenemistä ja erityisesti äänen käytön ongelmia. "Kaupunkistressi" lienee suurelta osin jatkuvan melualtistuksen syytä.

Melututkimukseen olisi panostettavat nykyistä enemmän ja etsittävä keinoja meluhaittojen vähentämiseksi tiedostavan suunnittelun avulla ja teknisin keinoin.

ILMANVAIHTO

Hyvän ilmanvaihdon tarkoituksena on poistaa huonetilasta liiat epäpuhtaudet ja pitää lämpöolot sopivina. Ilmanvaihto on keskeinen tekijä pyrittäessä hyvään sisäilmaan. Ilmanvaihdon puutteet ovat usein huonon sisäilman syy, ja vielä useammin huonosti hoidettu ilmanvaihto lisää muiden ongelmien vaikutusta. Homeongelmiin johtavien kosteusvaurioiden osasyynä voi olla riittämätön ilmanvaihto, joka myös hidastaa rakennus- ja sisustusmateriaalien päästöjen poistumista rakennuksesta.

Ilmanvaihdon ongelmat ovat hyvin erilaisia erilaisissa rakennuksissa. Useimmissa pientaloissa on painovoimaan perustuva, niin sanottu luonnollinen ilmanvaihto. Toimistoissa ja julkisissa rakennuksissa ilmanvaihto on yleensä koneellistettu. Ilmastointia, jolla tarkoitetaan viilennystä ja kostutusta, on maamme rakennuskannassa melko vähän.

Pientalojen ja monien asuinkerrostalojen yleinen pulma on riittämätön ilmanvaihto. Energian säästämisen villityksessä 1970-luvulta lähtien on tehty tuhansia "pullotaloja", joissa lämpö pysyy sisällä mutta ilmanvaihto ei toimi. Rakennukseen ei tule korvausilmaa tarpeeksi, talo on tiivis eikä huoneilman poistoa ole suunniteltu tai kerrostalossa koneellista poistoa vähennetään energian säästämiseksi. Ilmanvaihto on usein huonoin makuuhuoneessa, jonka ilma aamuisin on tunkkaista ja hiilidioksidin pitoisuudet suuria. Valtaosa kotona vietetystä ajasta hengitetään juuri makuuhuoneiden ilmaa! Pientalojen ilma on jopa liian kosteaa, mikä lisää homevaurion vaaraa. Merkittävä osa pientalojen sisäilma-ongelmista on ratkaistavissa korjaamalla ilmanvaihto riittäväksi ja huolehtimalla korvausilman saatavuudesta.

Ilmanvaihdon ongelmat ovat tavattoman yleisiä mutta erilaisia pientaloissa ja suurissa rakennuksissa. Pientaloissa ilmanvaihto on usein riittämätön ja suurissa rakennuksissa jopa liiallista ja epäfysiologista. Ilmanvaihdon tekniikkaa sovelletaan Suomessa huonosti. Huolto on usein laiminlyöty.

Työterveyslaitoksen tutkimusten mukaan suurten rakennusten ja toimistojen ilmanvaihto on yleensä riittävä, jopa tarpeettoman voimakas

koneellisten ratkaisujen ansiosta. Ihmisten oireilu ei näissä rakennuksissa yleensä johdu sisäilman epäpuhtauksista (poikkeuksena kosteusvauriorakennukset), vaan siitä, että ilma on kuivaa, liian lämmintä tai liikkuu liian nopeasti (vedon tunne). Uusissa toimistorakennuksissa rakennusmateriaaleista ja kalusteista huoneilmaan vapautuvat kaasumaiset epäpuhtaudet aiheuttavat ongelmia tilojen käyttöönoton yhteydessä. Ensimmäisen vuoden aikana ilmanvaihto on pidettävä toiminnassa öisin ja viikonloppuisin, vaikka toimisto olisi suljettuna.

Epätasapainossa oleva ilmanvaihto on toimistorakennusten yleisimpiä ongelmia. Pääkaupunkiseudun toimistotutkimuksessa selvitettiin 41 rakennuksessa työntekijöiden oireilun yhteyttä ilmanvaihtojärjestelmään. Työntekijöillä oli merkitsevästi enemmän oireita rakennuksissa, joissa oli koneellinen ilmanvaihto, verrattuna rakennuksiin, joissa oli "vanhanaikainen" painovoimainen ilmanvaihto. Nenä- ja keskushermosto-oireiden määrä lisääntyi, kun ilmanvaihtojärjestelmään oli liitetty haihdutusperiaatteella toimiva kostutus. Kiertoilman käyttö lisäsi nenän tukkoisuutta.

Pääkaupunkiseudun asukkaiden ja espoolaisten päiväkotityöntekijöiden oireita ja sisäilmaan liittyviä valituksia tutkittaessa havaittiin, että ongelmia oli enemmän kerrostalo- kuin pientaloasukkailla. Kerrostaloasukkailla oli enemmän ongelmia silloin, kun rakennuksessa oli täysin koneellinen ilmanvaihto. Päiväkotien työntekijät valittivat enemmän sisäilmastosta vanhemmissa päiväkodeissa, joissa oli koneellinen poistoilmanvaihto, verrattuna uudempiin päiväkoteihin, joissa oli täysin koneellinen ilmanvaihto.

Huolestuttavia ovat tiedot, joiden mukaan ulkoilmasta tulevat erilaiset epäpuhtaudet (orgaaniset yhdisteet, PAH-yhdisteet, hiukkaset, typenoksidit jne.) kiinnittyvät tuloilmakanavien pintaan ja sen jälkeen hapettuvat. Tätä kiinnittymistä lisää kanavien rasvaisuus. Myös itse kanavissa syntyy orgaanisia yhdisteitä, jotka hapettuvat. Näin ainakin likaiset ilmanvaihtokanavat saattavat toimia kemiallisina "reaktoreina" lisäten sisäilman epäpuhtausongelmia, vaikka kanavista pitäisi tulla mahdollisimman puhdasta ilmaa.

Opetusministeriön ja Työterveyslaitoksen hiljattain tekemässä koulujen sisäilmatutkimuksessa paljastui, että ilmanvaihto toimi kunnolla vain

osassa koulurakennuksia. Koulujen säästötoimien seurauksena luokkien ryhmäkoot ovat suurentuneet. Luokista "loppuu" ilma ja niin oppilaat kuin opettajat kärsivät esimerkiksi päänsärystä ja keskittymisvaikeuksista. Lisäksi kouluissa on hankala siivousongelma.

Koulutiloja siivotaan usein koulutyön aikaan, mikä suurentaa huoneilman hiukkaspitoisuutta ja on pölyn poiston kannalta tehotonta. Koulut pitää siivota silloin, kun muu toiminta on vähäistä!

- *Vain joka kymmenennessä koulussa ilmanvaihtojärjestelmä toimii rehtorien mukaan hyvin.* (Arja Liinamo, HS 1997)

RADON

Radon on hajuton ja väritön jalokaasu, joka pystyy tunkeutumaan maaperästä huoneilmaan. Noin puolet suomalaisten saamasta säteilyannoksesta on peräisin huoneilman radonista.

Pitkäaikainen altistuminen suurille radonin pitoisuuksille saattaa lisätä keuhkosyövän vaaraa. Radonin ja tupakoinnin yhteisvaikutuksesta on ristiriitaista tietoa, mutta todennäköisesti tupakointi lisää radonin mahdollisesti aiheuttamaa riskiä.

Asunnon radonpitoisuus selviää vain mittaamalla, josta Säteilyturvakeskus on antanut ohjeet. Radonia torjutaan monin keinoin ja siitä on annettu tarkkoja ohjeita. Onnistuneilla korjauksilla pitoisuus on pienentynyt kymmenesosaan, jopa pariin prosenttiin alkuperäisestä.

Radonin aiheuttama keuhkosyöpäriski on pieni, mutta mahdollinen radonhaitta pitäisi ottaa huomioon jo talon perustaa suunniteltaessa.

Radonongelman ratkaisu on rakennus- ja ilmanvaihtotekninen. Alueilla, joiden maaperästä vapautuu merkittävästi radonia, rakennusten alapohjan tuuletuksen on oltava riittävä. Radon on ohjattava talon alta ulos.

KAASUMAISET EPÄPUHTAUDET

Sisäilman kaasumaisten epäpuhtauksien lähteinä voivat olla rakennus- ja sisustusmateriaalit, kosteuden vaurioittamat rakenteet, ulkoilma tai huoneistossa tapahtuva toiminta. Kemialliset epäpuhtaudet, jotka ovat joko hiukkasmaisia tai kaasumaisia aineita, jaetaan **orgaanisiin** (taulukko 3) ja **epäorgaanisiin** yhdisteisiin (taulukko 4). Ne esiintyvät huoneilmassa jatkuvasti tai vaihdellen esimerkiksi sään, ilman lämpötilan, kosteuden, ilmanvaihdon tai toiminnan, kuten tupakoinnin, mukaan. Sisäilmassa esiintyvät kemialliset epäpuhtaudet voivat aiheuttaa hajua ja huoneistossa oleskeleville ärsytysoireita ja hengitystiesairauksien pahenemista.

HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (VOC= VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS)

TAULUKKO 3.

Esimerkkejä haihtuvista orgaanisista yhdisteistä.

Yhdisteryhmä	Esimerkkejä yhdisteistä
• alifaattiset aldehydit	heksanaali
• alkaanivedyt ja isomeerit	dodekaani, heksaani
• alkoholit	etanoli, n-butanoli, propanoli
• aromaattiset hiilivedyt	bentseeni, ksyleeni, tolueeni, styreeni
• esterit ja ketonit	asetoni, n-butyyliasetaatti
• klooratut hiilivedyt	1,4-diklooribentseeni, trikloretyleeni
• terpeenit	alfa- ja beta-pineeni

Formaldehydi tunnettiin Suomessa sisäilman pilaajana jo 1970-luvulla. Formaldehydi on alifaattinen aldehydi (HCOH), joka kuuluu haihtuviin

orgaanisiin yhdisteisiin. Se on väritön ja pistävänhajuinen kaasu, jota on vapautunut huoneilmaan monista lähteistä, kuten lastulevyjen liima-aineena käytetystä ureaformaldehydihartsista, lakoista, maaleista, pinnoitteista, itsesiliävistä kankaista ja kokolattiamatoista. Tupakointi, liikenteen saasteet, kodin kemikaalit ja kosmeettiset aineet voivat lisätä huoneilman pitoisuutta. Rakenteiden kosteusvauriot usein suurentavat sisäilman formaldehydipitoisuutta.

Formaldehydiongelma havaittiin 15 vuotta sitten, lastulevyjen valmistustapaa muutettiin ja tehtiin muitakin toimenpiteitä pitoisuuksien pienentämiseksi. Pitoisuudet pienenivätkin 1980-luvulla keskimääräisestä noin 600 mikrogrammasta ilmakuutiossa noin 100 mikrogramman tasolle. Pitoisuudet ovat kuitenkin jälleen olleet nousussa 1990-luvulla, mikä johtuu runsaasta lastulevyjen käytöstä, kosteuden lisääntymisestä ja huonontuneesta ilmanvaihdosta. Suomalaisessa tutkimuksessa on havaittu yskän ja astman pahenemista altistuttaessa 50-300 mikrogramman pitoisuuksille. Parhaan sisäilman tavoitearvoksi on esitetty alle 30 mikrogramman formaldehyditasoa.

Formaldehydi ärsyttää silmiä ja limakalvoja, mistä seuraa silmien kirvelyä ja punoitusta, nuhaa ja nenän tukkoisuutta ja jopa astman pahenemista. Työpaikkojen suuret formaldehydipitoisuudet ovat aiheuttaneet Suomessakin ammattiastmaa. Lisäksi usein ilmenee keskushermoston oireita, kuten päänsärkyä, pahoinvointia ja väsymystä. Pitkäaikainen altistuminen voi lisätä tulehdusalttiutta, ja esimerkiksi lasten toistuvien korvatulehdusten yhdeksi syyksi on epäilty altistumista formaldehydille.

Formaldehydin lisäksi sisäilmassa on myös muita **aldehydejä,** jotka formaldehydin tavoin ovat pistävänhajuisia ja voivat ärsyttää silmiä ja limakalvoja. Monet rakennusmateriaalit ovat aldehydien lähteitä: tasoiteaineet, betonit, linoleumi- ja PVC-matot, liimat, maalituotteet jne. Aldehydien hapettuessa syntyy pahanhajuisia karboksyylihappoja, joista esimerkkinä on heksanaalin hapettumistuote, heksaanihappo, joka on linoleumista lähtevän hajun aiheuttaja.

Muille aldehydeille kuin formaldehydille ei ole toistaiseksi esitetty sisäilman ohje- tai suositusarvoja.

Muutkin haihtuvat orgaaniset yhdisteet kuin formaldehydi ovat merkittävä ongelma nykyaikaisissa rakennuksissa ja yksi terveyshaittojen syy. Usean samanaikaisesti esiintyvän yhdisteen yhteisvaikutusta on epäilty myös niin sanottujen **sairasrakennusoireiden** taustatekijäksi. Tanskalaisissa altistustutkimuksissa VOC-yhdisteiden todettiin aiheuttavan silmien ja limakalvojen ärsytystä, hajutuntemuksia ja päänsärkyä jne. Monet hiilivedyt, kuten bentseeni, ovat myös syöpää aiheuttavien aineiden listalla.

Styreeni on aiheuttanut Suomessa muutaman hankalan tapauksen, jolloin kerrostalojen huoneilmaan erittyi myrkyllisiä määriä styreeniä. Syynä oli ulkoseinä- ja lattiarakenteiden viallinen tai virheellisesti käytetty polyesterihartsipohjainen rakennusmateriaali. Styreeni ärsyttää limakalvoja, aiheuttaa keskushermosto-oireita ja on syöpävaarallinen aine.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden lähteitä ovat ennen kaikkea rakennus- ja sisustusmateriaalit. Ulkoilman saasteet ja liikenteen pakokaasut lisäävät näitä yhdisteitä sisäilmassa samoin kuin ihmisen oma toiminta ja esimerkiksi kemikaalien käyttö.

Formaldehydin sisäilmapitoisuuksia on edelleen pidettävä silmällä, ne ovat olleet viime vuosina nousussa. Muiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden vaikutuksia terveyteen tunnetaan huonosti, mutta yhteisvaikutus on todennäköisesti luultua suurempi ongelma uusissa rakennuksissa.

EPÄORGAANISET YHDISTEET

TAULUKKO 4.

Sisäilman epäorgaanisia kaasumaisia yhdisteitä.

- hiilidioksidi
- hiilimonoksidi
- otsoni
- rikkidioksidi ja muut rikkiyhdisteet
- typpidioksidi ja muut typpiyhdisteet

Ammoniakilla on tyypillinen pistävä haju. Ammoniakkia ja amiineja vapautuu rakennusmateriaaleista, erityisesti gelatiinia ja kaseeinia sisältävistä tasoiteaineista, joissa on tapahtunut hajoamisreaktioita kosteuden vaikutuksesta (ks. s. 39). Myös maaleista ja puhdistusaineista voi päästä näitä kaasuja huoneilmaan. Ihminen itse tuottaa ammoniakkia, jota voi kertyä huoneilmaan, jos ihmisiä on paljon ja ilmanvaihto on huono. Ammoniakki ärsyttää silmiä ja hengitysteitä. Se on eräänlainen indikaattorikaasu, joka paljastaa rakennusmateriaaleissa olevia ongelmia.

Hiilidioksidi (CO_2) on ihmisen aineenvaihdunnan tuote. Sen pitoisuus suurenee huoneilmassa, jos huoneessa on paljon ihmisiä ja ilmanvaihto on puutteellinen. Suomalaisten makuuhuoneiden aamuyön hiilidioksidipitoisuudet saattavat olla varsin suuria, samoin koululuokissa ja päiväkodeissa on mitattu liian suuria pitoisuuksia. Sisäilman tunkkaisuus johtuu usein hiilidioksidista ja siihen auttaa reilu tuuletus. Tunkkainen sisäilma aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työtehon huonontumista.

Hiilidioksidin mittausta pitäisi käyttää nykyistä enemmän huonetilan ilmanvaihtotarpeen arvioimisessa. Yksinkertaisia mittalaitteita kannattaa kehittää.

Hiilimonoksidi (CO) eli häkä on vaarallinen sisäilmaongelma, joka syntyy hiiltä sisältävien aineiden epätäydellisen palamisen seurauksena. Hiilimonoksidin lähteinä ovat uunit, takat, kaasuliedet, tupakointi ja liikenteen pakokaasut.

Lievä häkämyrkytys aiheuttaa päänsärkyä, pahoinvointia ja hengenahdistusta. Voimakas häkämyrkytys voi johtaa kuolemaan. Suomessa on ilmennyt vakavia häkäongelmia paitsi kodeissa (ja kesämökeillä) myös pysäköintihalleissa ja autotalleissa sekä jäähalleissa. Viime mainituissa jäänhoitokoneiden pakokaasut ovat suurentaneet häkäpitoisuuden jopa vaarallisen suuriksi.

Kaikkien jäähallien ilman tutkiminen, jäädytyskoneiden uusiminen ja ilmanvaihdon parantaminen ovat kiireellisiä tehtäviä.

Otsonin ja rikki- ja typpiyhdisteiden pitoisuudet sisäilmassa ovat yleensä pieniä, mutta niiden pitoisuudet sisällä riippuvat ratkaisevasti ulkoilman saastepitoisuuksista. Selluloosatehtaat päästävät yhdyskuntailmaan pahanhajuisia rikkiyhdisteitä, kuten rikkivetyä ja metyylimerkaptaania, joiden on Suomessa todettu tunkeutuvan kilometrin päässä tehtaasta sijainneen päiväkodin huoneilmaan ja viipyneen siellä pitkään. Jäähallien sisäilmasta on mitattu paitsi suuria häkäpitoisuuksia myös suuria typpioksidipitoisuuksia, joita aiheuttivat jäädytyskoneiden pakokaasut.

Ulkoilman saasteiden tunkeutumisesta sisäilmaan tiedetään aivan liian vähän. Ulkoilma muodostaa aina sisäilman perustan.

Otsonia syntyy myös sisätiloissa, vaikka pääosa on peräisin liikenteen saasteista. Kopiokoneet, lasertulostimet, ultraviolettilamput ja sähköiset laitteet, kuten ilmanpuhdistimet voivat tuottaa otsonia. Otsoni voi myös reagoida rakennusmateriaaleista haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen kanssa niin, että syntyy aldehydejä ja vapaita radikaaleja. Otsoni ärsyttää hengitysteitä ja saattaa raivata tietä allergiselle herkistymiselle ja keuhkoputkien reaktioherkkyydelle, mistä on saatu viitteitä altistustutkimuksista.

Sisäilman mahdollista otsoniongelmaa pitäisi tutkia. Sisätiloissa on sähköisiä laitteita enemmän kuin koskaan aikaisemmin ja tiedot niistä vapautuvasta otsonista ovat puutteelliset.

ALLERGISET TEKIJÄT

Allergologit ja työterveyslääkärit ovat aina kiinnittäneet huomiota erityisesti ympäristön altistaviin tekijöihin ja puuttuneet ympäristön aiheuttamaan altistumiseen ja liittäneet sen osaksi hoitoa. Lääkehoidon voimakas kehitys on kuitenkin vienyt useimpien käytännön lääkärien huomiota pois oireilun syytekijöistä. Oireita on ollut helppo hoitaa kirjoittamalla lääkeresepti. Seurauksena on voinut olla kliinisesti merkittävän allergeenialtistuksen jatkuminen ja sairauden kroonistuminen. Esimerkiksi allerginen nuha voi muuttua astmaksi altistumisen jatkuessa.

Sosiaali- ja terveysministeriön Astmaohjelmassa vuodelta 1994 painotetaan taudin syytekijöiden etsimistä ja tunnistamista sekä oireiden ehkäisyn ensisijaisuutta. Tämä suositus perustuu vankkaan näyttöön allergisten tekijöiden merkityksestä. Sisäilman allergeenit ovat tärkeitä syypäitä astmaan ja muihin hengitystieallergioihin. Nämä allergeenit ensin herkistävät alttiita henkilöitä, aiheuttavat sitten limakalvojen allergista tulehdusta ja lopulta toimintahäiriöitä, kuten keuhkoputkien ja nenätiehyeiden ahtautumista. Väestötutkimukset, tapaus-verrokki-tutkimukset ja seurantatutkimukset lasten astman kehittymisestä osoittavat herkistymisen sisäilma-allergeeneihin lisäävän astmariskin 4-20-kertaiseksi, mikä on paljon suurempi kuin ilmansaasteiden tai passiivisen tupakoinnin aiheuttama riski.

Vahvoja todisteita sisäilman allergeenien merkityksestä on saatu tutkimuksista, joissa altistumista jollekin tietylle allergeenille, erityisesti pölypunkille, on oleellisesti vähennetty tuloksena oireiden väheneminen.

ALTISTUMINEN, HERKISTYMINEN JA OIREILU

Pölypunkit ja kissa ovat maailmanlaajuisesti tärkeimmät sisäilma-allergeenit. Pölypunkkien allergologinen merkitys ei ole Suomessa kovin suuri, mutta lienee kasvamassa tiiviin rakentamisen, huonontuneen ilmanvaihdon ja rakennusten kosteusvaurioiden takia. Suomalaisessa ympäristössä erityisesti koiran mutta myös kissan hilsettä alkaa olla joka paikassa niin, että näille eläimille herkistyminen näyttää olevan yhtä yleistä perheissä, joissa ei ole eläimiä kuin perheissä, joissa niitä on. Allergeeniset proteiinit kulkeutuvat ihmisten vaatteissa, hiuksissa ja tavaroiden mukana kaikkialle, missä eläinten omistajat liikkuvat. Ruotsissa todettiin, että niin kissan kuin koirankin allergeenia löytyy yleisesti päiväkodeista. Koiran allergeenia oli selvästi enemmän kuin kissan allergeenia. Näitä eläinallergeeneja löytyi myös kaikista tutkituista koulujen luokkahuoneista ja erityisesti tuoleilta imuroidusta pölystä, mikä viittaa siihen, että allergeeni tulee vaatteiden mukana. Myös pölypunkkia oli kaikissa kouluissa ja erityisesti pulpettien pinnoilta imuroidussa pölyssä, mikä viittaa siihen, että tätä allergeenia kulkeutuu kodeista lasten hiuksissa.

Kissaa tai koiraa lemmikkinä pitävien ihmisten koti-ilmasta on mitattu eläinallergeenia 1-100 nanogrammaa kuutiometrissä ilmaa. On laskettu, että tällaiseen sisätilaan tultuaan kissalle herkistynyt astmaatikko hengittää 20 minuutissa kohtaukseen johtavan allergeenimäärän. On myös päätelty, että eläinallergeenin pitoisuus "lemmikkikodin" huoneilmassa on samaa tasoa kuin siitepölyallergeenin pitoisuus ulkoilmassa pahimpaan pölytysaikaan.

Herkistymisarviot on tehty vain jo sairastuneiden eli riskihenkilöiden osalta. Jos altistustasot yleisesti suurenevat, oireilevan väestön osuus suurenee myös. Suomessa noin 40 %:lla väestöä on atooppinen ominaisuus eli perinnöllinen taipumus tuottaa herkästi vasta-aineita tavallisille ympäristön allergeeneille. Altistuksen voimakkuudesta suureksi osaksi riippuu, kuinka suuri osa tästä joukosta sairastuu. On huomattava, että kerran tapahduttuaan herkistyminen ei korjaudu, ja sen takia eri allergeenien herkistymistä aiheuttavien kynnysarvojen määrittäminen on hankalaa. Jos allergeeni poistetaan ympäristöstä, herkistyminen ei häviä, vaikka oireilu loppuisikin.

Eri allergeenien herkistämiskyky vaihtelee. On esitetty, että marsusta lähtevät allergeenit aiheuttavat nuhan puhkeamisen keskimäärin 7 kuukauden ja astman puhkeamisen 14 kuukauden altistumisen jälkeen. Koiran kohdalla vastaavat altistumisajat ovat paljon pitempiä: 5 ja 7 vuotta. Herkistymisen ajankohdalla on suuri merkitys, ja varhaislapsuuden kontaktit ovat oleellisia. Kissa ilmeisesti lisää allergiariskiä enemmän kuin koira, mutta mitkään lemmikkieläimet eivät ole suositeltavia pikkulapsiperheessä, jossa on vahva sukurasitus allergiaan.

Potilaan oireilu on monen tekijän summa. Hengitysteiden virusinfektiot, niin lapsilla kuin aikuisilla, pahentavat usein allergisia hengitystieoireita ja aiheuttavat astmakohtauksia. Uudet molekyylibiologiset tekniikat ovat paljastaneet, että virukset ovat mukana valtaosassa astman pahenemisvaiheita. Tavallisten nuhavirusten on todettu lisäävän allergeenialtistuksen aiheuttamaa limakalvojen tulehduksellista (inflammatorista) reaktiota. Allerginen herkistyminen liittyy kiinteästi astmaan ja nuhaan, mutta pahenemisen usein laukaisee virusinfektio. Virukset voivat paitsi lisätä hengitysteiden reaktioherkkyyttä myös vaurioittaa limakalvon värekarvamattoa ja häiritä normaalia elimistön puolustusta niin, että hengitetyt allergeenit joutuvat helpommin kosketuksiin immuunijärjestelmän kanssa.

Eläinpölyä on nykyään kouluissa, päiväkodeissa ja julkisissa liikennevälineissä riittävästi herkistämään siihen taipuvaisen ihmisen, vaikka hänellä ei olisi eläintä kotonaan. Ongelma on hankala ja tuskin poistettavissa, vaikka ehkäiseviä toimia kannattaa yrittää.

ELÄINPÖLYT JA PÖLYPUNKIT

Kissan tärkein allergeeni muodostuu eläimen talirauhasissa ja syljessä ja sitä kerääntyy kissan elinympäristössä vähitellen kaikille pinnoille ja tekstiileihin, joista se nousee herkästi ilmaan. Pienet, alle kahden mikrometrin kokoiset hiukkaset, joita on 10-62 % kissan allergeenipölystä, pysyvät pitkään ilmassa. Nämä hiukkaset tunkeutuvat tehokkaasti hengityselimiin aiheuttaen välittömiä oireita allergikolle.

Ruotsissa tutkittiin astmalasten koteja ja kaikista 123 kodista löytyi kissa-allergeenia. Suomesta vastaavat tulokset puuttuvat, mutta tilanne lienee sama. Allergeenin määrää lisäävät kokolattiamatot, kostea sisäilma ja huono ilmanvaihto. Kissan poiston jälkeen huoneistossa on allergeenia astmaoireita aiheuttavia määriä vielä kuukausien ajan. Allergeenia on vaikea saada kokonaan pois ilman perusteellista puhdistusta.

Kissa on tavallisista sisäilman allergeeneista voimakkain, mutta koirien suuren lukumäärän takia herkistymistä on molemmille jokseenkin yhtä paljon.

Koiran tärkein allergeeni on peräisin ennen kaikkea syljestä, mutta myös hilseestä, seerumista, ulosteesta ja karvoistakin. Koira ei herkistä kovin nopeasti ja helposti, mutta koiraongelma on kuitenkin suuri. Viimeisen kymmenen vuoden aikana uusien rekisteröityjen koirien määrä on joka vuosi suurentunut. Rekisteröityjä koiria on Suomessa jo noin 550 000. Tämä merkitsee sitä, että koira-allergeenia on lähes joka paikassa, julkisissa tiloissa ja niissäkin asumuksissa, joissa ei pidetä koiraa. Koira- ja kissa-allergeenia on löytynyt merkittäviä määriä esimerkiksi Helsingin julkisista liikennevälineistä.

Ruotsalaisten astmalasten kodeista 85 %:ssa löytyi koira-allergeenia, Suomessa asiaa ei ole tutkittu. Koira-allergeenin määrä huonepölyssä suurenee ainakin satakertaiseksi, jos huoneistossa asustaa koira. Allergeenipitoisuudet ovat erittäin suuria koiranäyttelyjen yhteydessä. Vaikka niiden jälkeen pitoisuuksia voidaan pienentää tehosiivouksen avulla, eläinnäyttelyjä ei pitäisi järjestää ainakaan kouluissa. Kouluissa ja työympäristöissä, joissa oleskellaan pitkiä aikoja, on merkittäviä määriä koira-allergeenia ilmassa. Kokemuksen mukaan erittäin eläinherkät lapset oireilevat ympäri vuoden passiivisen eläinpölyaltistuksen seurauksena.

Hevosallergian merkittävyyttä on lisännyt varsinkin teini-ikäisten tyttöjen ratsastusharrastus. Allergeenia kulkeutuu talleista koteihin ja julkisiin tiloihin, mutta tarkempia tutkimuksia ei ole.

Lehmäallergeeni on ollut viime vuosina jauhopölyn ohella tärkein työperäisen allergian aiheuttaja. Lehmäallergeeni aiheutti vuosina 1990-1994 ammattitautina 577 nuha-, 603 astma- ja 362 ihottumatapausta.

Pienjyrsijöiden suosio kotien lemmikkieläiminä on lisääntynyt. Marsun, gerbiilin, hiiren, rotan, hamsterin ja myös kanien hilse ja eritteet herkistävät nopeasti ja voimakkaasti, kokemuksen mukaan jopa muutamassa kuukaudessa. Monet näistä eläimistä ovat maailmanlaajuinen allergiaongelma koe-eläinlaboratorioissa työskentelevien keskuudessa.

• *Gerbiili päivässä pitää allergologin leivässä. (Allergialehti 3/1992)*

Häkkilintujen pito on selvästi lisääntynyt viime vuosikymmeninä. Häkkilintujen hilse ja ulosteet voivat herkistää. Ne ovat aiheuttaneet myös allergista alveoliittia, linnunpölykeuhkoa.

Akvaario on hankittu moneen allergiaperheeseen riskittömänä vaihtoehtona. Huonosti hoidettuun akvaarioon kehittyy runsaasti levää, joka saattaa olla allergeenista. Kalanrehu sisältää allergeeneja ja kalojen ruokkimiseen käytetyt surviaissääsken toukat ovat aiheuttaneet maassamme rajuja allergiareaktioita.

Pienjyrsijät ovat varsinaisia allergiapommeja! Niitä myytäessä pitäisi ostajalle antaa "tuoteselostus", josta allergiavaara kävisi ilmi.

Pölypunkin aiheuttama allergia ilmenee silmän sidekalvon oireina, nuhana, astmana tai atooppisena ihottumana.

Vuonna 1989 Kuopion seudulta löytyi pölypunkkeja enemmän omakotitaloissa kuin rivitaloissa ja runsaita määriä, jos sisäilman suhteellinen kosteus oli yli 45 %. Vuonna 1990 otettiin kymmenestä helsinkiläisestä kodista yhteensä 100 pölynäytettä mikroskopointia varten. Kaikista kodeista löytyi punkkien ulostetta. Positiivisista näytteistä löytyi keskimäärin 72 punkkia pölygrammaa kohti. Pölypunkkiallergeenin pitoisuudet ovat kuitenkin suomalaiskodeissa yleensä pieniä verrattuna lämpimämmän ja kosteamman ilmaston maihin.

Niveljalkaisten hämähäkkieläinten, punkkien alaluokkaan (Acari) kuuluva pölypunkki ei näy paljaalle silmälle. Punkkia on eniten vuodevaatteissa, kokolattiamatoissa ja pehmustetuissa huonekaluissa. Jo metrin päässä vuoteesta punkkipitoisuus pienenee oleellisesti, koska punkki käyttää ravintonaan ihmisen hilsettä ja jonkin verran myös homesienirihmastoa ja toisia punkkeja. Punkkiriskiä lisäävät muun muassa vanhat kokolattiamatot, pehmustetut huonekalut, lemmikkieläimet, huonekasvit, huoneiden tavarakuormitus, asukkaiden runsaus, vaatteiden kuivatus sisätiloissa, huoneilman suuri suhteellinen kosteus (yli 50 %), korkea lämpötila (yli 25°C) ja huono ilmanvaihto. Silloin tehokas saneeraus on paikallaan.

Saneeraus- ja siivoustoimilla voidaan oleellisesti vähentää pölypunkkien määrää ja potilaiden oireita. Punkkeja vähennetään käyttämällä lakanana ja tyynynpäällisenä erikoisvalmisteista kangasta, punkkia tuhoavilla kemikaaleilla (akarisiideilla), vuodevaatteiden pesulla yli 50-asteisella vedellä tai nostamalla patja ja sänkyvaatteet pakkaseen muutamaksi tunniksi.

Pölypunkki ei viihdy, jos huoneilman suhteellinen kosteus on alle 45 %, joten ilmankostutus voi kiihdyttää pölypunkkien lisääntymistä.

SIITEPÖLYT, VIHERKASVIT JA LUONNONKUMI

Tuulipölyttäjäkasvien **siitepölyä** (keväällä lehtipuut, kesän heinät, syyskesän pujo) ja homesienten itiöitä (erityisesti *Cladosporium* ja *Alternaria*) kulkeutuu ilmanvaihdon ja ihmisten liikkumisen myötä sisätiloihin. Siitepöly sisältää melko kookkaita hiukkasia ja laskeutuu nopeasti pinnoille. Ne voidaan poistaa kostealla pyyhkimisellä, mutta ei juurikaan ilmapuhdistimen avulla, koska ne eivät leiju huoneilmassa.

Siitepölyistä ja kasvien osista vapautuu pienikokoista allergeenista materiaalia erityisesti kukinnan aikaan. Se merkitsee, että siitepölykaudella ilmassa on runsaasti allergeeneja niin pienessä hiukkasmuodossa, että ne tunkeutuvat helposti paitsi sisäilmaan myös hengitysilman

mukana pienimpiin keuhkoputkiin. Pienhiukkaset aiheuttavat astmaoireita. Ilmanpuhdistin voi teoriassa vähentää allergeenista pienhiukkasmateriaalia sisäilmasta.

Tulevaisuudessa siitepölytiedotteet saatetaan ainakin osaksi korvata allergeenitiedotteilla eli ilmoitetaan, kuinka paljon allergeeneja on kuutiometrissä ilmaa siitepölyjen ja itiöiden lukumäärän sijasta.

Tuulipölytteisten kasvien siitepölyn tunkeutumista sisäilmaan voidaan vähentää tuloilman suodatuksen avulla.

Viherkasvit ovat tärkeä sisustuksellinen elementti, ne puhdistavat huoneilmaa kemiallisista epäpuhtauksista, kuten formaldehydistä, sitovat hiilidioksidia ja lisäävät happea. Viherkasvit aiheuttavat joskus myös allergiaa. Limoviikunan allergeenin on todettu erittyvän maitiaisnesteen mukana lehden pinnalle ja sekoittuvan lehden päälle laskeutuvaan pölyyn, joka hienojakoisena aerosolina nousee ihmisen hengitysvyöhykkeelle aiheuttaen astmaa ja nuhaa.

Erityisesti sellaiset kasvit, jotka erittävät maitiaisnestettä ovat herkistäviä. Näiden kasvien on todettu myös reagoivan jossain määrin ristiin luonnonkumin kanssa, jonka allergologinen merkitys on kasvussa. Viherkasvit samoin kuin koristekasvit, leikkokukat ja kuivakukat aiheuttavat eniten ongelmia kukkia ja kasveja käsittelevillä työntekijöillä.

Luonnonkumiallergia on lisääntynyt. Tuotteiden valmistajia on painostettava vähentämään tärkeimpien allergeeniproteiinien määrää valmistusvaiheessa. Tämä on teknisesti mahdollista. Sairaaloissa on tehostettava valistus- ja suojatoimia ammattitautitapausten ja potilaiden allergiareaktioiden estämiseksi.

Luonnonkumi on *Hevea brasiliensis* - kumipuun maitiaisnestettä. Hyvinkin pienet määrät luonnonkumia huoneilmassa ovat aiheuttaneet aikaisemmin esimerkiksi kumikäsineiden kautta herkistyneille sairaalatyöntekijöille allergiareaktioita. Allergeenia pääsee huoneilmaan esimerkiksi silloin, kun sairaalassa avataan leikkauskäsinepaketti. Luonnonkumista valmistettuja tuotteita on markkinoilla runsaasti. Kirurgiset suojakäsineet, kumista tehdyt sairaalatarvikkeet, jalkineet, tutit ja kondomit ovat herkistäneet iho- tai limakalvokosketuksen kautta tuhansia suomalaisia.

HOMESIENET JA KOSTEUSVAURIOT

Motto:
Näimme kansaa siellä kuilun toisen,
jotk´ ähkyy, korskuttavi kuonoansa
ja itseänsä iskee käsin omin.

Sen äyräät home peitti, synnyttämä
alhaalta kohoavan kolkon huurun,
mi silmän niinkuin nenänkin on kiusa.
(Dante: Helvetti, Jumalainen
näytelmä, suomennos Eino Leino)

Homesienten itiöitä on kaikkialla ja ne kuuluvat luonnolliseen elinympäristöön. Ne ovat osa ekologista kiertoa ja elämän ehto. Ne voivat kuitenkin aiheuttaa allergista herkistymistä, mikä on kuitenkin harvinaisempaa kuin on oletettu. Homeallergian yleisyydestä ei ole maastamme kunnon tutkimuksia eikä sairastumisriskiä osata arvioida.

• *Homehysteria jo aikansa elänyt.* (Venetsialainen, HS 15.9.1997)

Huoneilmassa leijuvassa tai tasoille laskeutuvassa pölyssä on kymmeniä homesienilajeja. *Penicillium, Cladosporium, Aspergillus, Fusarium ja Rhodotorula* ovat niistä yleisimpiä. Ulkoilman homesieni-itiöpitoisuudella on aina vaikutusta sisäilmaan. Sesonkeja ovat kevät ja syksy, mutta itiöitä on runsaasti pitkin kesää. Homesieniallergian yleisyydestä ja merkityksestä on ristiriitaisia käsityksiä. On kuitenkin potilaita, joilla yliherkkyys homesienille on merkittävä osa taudinkuvaa. Kliinisen arvion perusteella suomalaisista ehkä noin 1-2 %:lla on allergiaa tavanomaisille ilmakantoisille homesienille, joista *Cladosporium* on yleisin ulkoilmassa ja sen lisäksi *Penicillium* sisäilmassa.

Tilanne on toinen, jos rakennuksessa on kosteusvaurio, ja tietyt homesienilajit, hiivat sekä esimerkiksi aktinomykeetti-bakteerit ovat käyt-

täneet tilaisuutta hyväksi ja lisääntyneet voimakkaasti. Kostuneeseen materiaaliin osuneet homesienet alkavat kilpailla kasvutilasta, ja tilanne suosii mikrobeja, joiden ravinne- ja kasvuvaatimukset sopivat vallitseviin olosuhteisiin parhaiten. Kosteuden lisääntyessä elintaistelun voittavat sellaiset homesienet ja muut mikrobit, jotka kasvavat kostealla kasvualustalla. Niiden biologinen tehtävä on hajottaa kosteuden vaurioittama materiaali!

Terveysriski syntyy silloin, kun rakenteisiin ja materiaaleihin pesiytyneet mikrobit levittävät sisäilmaan itiöitä, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja toksiineja. Sisätiloissa oleskeleva ihminen voi altistua sellaisille aineille, joita ei ole terveen rakennuksen materiaaleissa tai sisäilmassa. Rakennusten homevaurioiden aiheuttama terveyshaitta on kiistaton, mutta haitan voimakkuus riippuu ihmisen yksilöllisistä herkkyystekijöistä, homelajeista ja altistumisen voimakkuudesta. Useimmat opportunistiset homesienet saavat aikaan hengitysteiden limakalvojen, silmien ja ihon ärsytystä, jotkut (esim. jotkut *Stachybotrys chartarum* kannat) aiheuttavat toksisen reaktion ja eräät homesienet (esim. *Aspergillus fumigatus*) saattavat allergisoida. Yksittäisten mikrobien terveysvaikutuksia ja vaikutusten mekanismeja tunnetaan huonosti. Tutkimuksen kiireellinen tehtävä on pureutua näihin mekanismeihin. Vasta sitten kyetään kehittämään parempia diagnostisia keinoja potilaiden avuksi ja arvioimaan yksittäisten mikrobien aiheuttamaa terveysriskiä.

Homesienet kuuluvat normaaliin ympäristöön, mutta kosteuden vaurioittamassa materiaalissa lisääntyvät toiset lajit, opportunistit, joista monet vapauttavat limakalvoja ärsyttäviä tai myrkyllisiä aineita sisäilmaan.

Jos altistuminen homesienille, sädesienille ja muille bakteereille on voimakasta, jopa puolet ihmisistä saa limakalvojen ärsytysoireita muutaman viikon kuluessa: hengitysteiden ja ihon ärsytystä (silmien punoitusta, nenän tukkoisuutta ja kutinaa, nuhaa, kurkun karheutta ja äänen menetystä, yskää ja hengenahdistusta) sekä keskushermoston oireita kuten väsymystä ja päänsärkyä. Infektioherkkyys ja epämääräinen limai-

suus lisääntyvät erityisesti lapsilla. Tavallista on entisten allergiaoireiden, nuhan, astman ja silmäoireiden paheneminen. Oireita aiheuttavat homesienten itiöt ja rihmaston osat, homekasvustosta vapautuvat orgaaniset yhdisteet (mikrobi-VOC) sekä bakteerimyrkyt (endotoksiinit) ja homesienimyrkyt (mykotoksiinit). Toksiinit saattavat vaurioittaa limakalvoja, mutta muutos ei yleensä ole pysyvä.

Jos altistuminen jatkuu, muutamalle prosentille altistuneista kehittyy homeallergia (nuhaa ja astmaa, silmä- ja iho-oireita) ja jotkut poikkeuksellisen voimakkaasti altistuneet saavat homepölykeuhkon, joka on keuhkorakkuloiden allerginen tulehdus, alveoliitti. Toimisto- ja päiväkotiympäristön homeet ovat aiheuttaneet Suomessa kuitenkin vain muutaman vakavan homepölykeuhkotapauksen. Mikrobien aineenvaihduntatuotteet saattavat aiheuttaa myös toistuvien flunssien kaltaisia tilanteita, kuumeilua ja hengenahdistusta. Tästä syndroomasta käytetään nimitystä orgaanisen pölyn toksinen oireyhtymä (ODTS=Organic Dust Toxic Syndrome).

On tärkeää huomata, että varsinaisen allergian kehittyminen on harvoin oireiden puhkeamisen tai pahenemisen taustalla. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tavalliset allergiatestit jäävät negatiivisiksi. Homeet lisäävät ilmeisesti astmaan, pitkäaikaiseen nuhaan ja silmäoireisiin sairastumisen riskiä, mutta riskin suuruudesta on ristiriitaisia tietoja. Kansanterveyslaitoksen tutkimuksen mukaan kosteusvaurioisessa rakennuksessa asuvilla on monia oireita enemmän kuin "terveissä" taloissa asuvilla (taulukko 5), mutta ei ole selvää onko jo vanhastaan allergiaa sairastavien oireriski oleellisesti suurempi kuin sellaisten ihmisten, joilla ei ole ollut allergiaa.

TAULUKKO 5.

Kosteusvaurioiden ja oireiden välinen yhteys 699 aikuisella asukkaalla Kansanterveyslaitoksen tutkimuksen mukaan. Kosteusvaurioituneiden asuntojen asukkaita verrattiin asukkaisiin, joiden asunnossa ei todettu vauriota. Kosteusvauriot lisäävät oireiden tai sairauksien määrän noin kaksinkertaiseksi.

Oire/sairaus	Vaarasuhde	95 % luottamusväli (CI)
Poskiontelotulehdus	1,9	1,1–3,3
Keuhkoputkentulehdus	2,0	1,1–3,5
Yöllinen yskä	2,1	1,2–5,0
Yöllinen hengenahdistus	2,3	1,1–5,0
Kurkkukipu	1,5	1,0–2,1

Kosteuden vaurioittamassa rakennuksessa todetut homesienet ja aktinomykeetit ovat mikrobeja, jotka käynnistävät elimistössä IgG-vasta-aineiden tuotannon, jos altistus on riittävän voimakas ja pitkäaikainen. Suurten vasta-ainemäärien löytyminen potilaan verestä viittaa merkittävään altistumiseen, mutta ei tee potilaasta sairasta. Normaaliväestön vasta-ainetasoa ei ole kartoitettu, joten tuloksiin pitää suhtautua erittäin kriittisesti. Alle kouluikäisillä lapsilta IgG-vasta-aineita homeille löytyy yleensä selvästi vähemmän kuin aikuisilta.

Verinäytteistä löydettyjen vasta-aineiden ajallinen yhteys altistumiseen on epäselvä ja vasta-aineet voivat olla vain immunologinen muistijälki altistumisesta vuosia tai jopa vuosikymmeniä aikaisemmin. On jopa kliinisiä viitteitä siitä, että mitä enemmän ihmisellä on IgG-tyypin vasta-aineita, sitä parempi on hänen vastustuskykynsä homesieniin. IgG-vasta-aineiden muodostumisen herkkyyttä säätelevät myös perinnölliset tekijät. Jos kuitenkin tutkitaan esimerkiksi työpaikalla jonkun yksikön työntekijöiden homevasta-aineet ja samalla selvitetään ympäristön mikrobiologisilla tutkimuksilla ne homesienilajit, joille ihmiset ovat altistuneet, johtopäätöksillä on varmempi pohja. Jos työntekijöiden vasta-aineiden profiili sopii altistukseen, syy-yhteys on todennäköinen.

Yksittäisen potilaan seerumista löydetyistä IgG-vasta-aineista ei voi tehdä johtopäätöksiä hänen sairautensa ja sen hetkisen homealtistuksen yhteydestä. IgG-vasta-aineita homeille ei pidä rutiinisti tutkia ennenkuin tulosten tulkinnasta voidaan antaa nykyistä paremmat suuntaviivat. Oikeudellisia päätöksiä ei voi perustaa vasta-ainetuloksiin.

Pääkaupunkiseudun kosteusvauriorakennuksista on löydetty taulukon 6 mukaisia homelajeja. Tiettyjen indikaattorihomeiden, kuten *Stachybotrys chartarumin*, ja suurten sädesienimäärien löytyminen viittaa vakavaan ja pitkäaikaiseen kosteusvaurioon. Indikaattorihomeista ei kuitenkaan vielä voida esittää vakuuttavaa listaa. Lajit saattavat myös hiukan vaihdella eri puolella maata.

LIIMASIDEAINEISET TASOITEAINEET

Kosteusvauriot luovat otolliset olosuhteet homesienten kasvulle ja pölypunkkien lisääntymiselle, mutta ne ovat paljastaneet myös rakennusmateriaaleihin liittyvän yllättävän ongelman. Niin sanottuja tasoiteaineita käytetään kaikessa rakentamisessa, katoissa, lattioissa ja seinissä joko viimeistelyyn tai pintamateriaalin pohjustamiseen. Suomessa on 1960-luvulta lähtien sekoitettu liimasideaineisiin tasoitteisiin muutama prosentti orgaanista ainetta, naudan teurasjätettä, joka on "liimannut" tasoitteet helposti pintaan ja parantanut niiden työstettävyyttä. Tasoiteaineissa on siten eläinperäistä valkuaista ja rasvaa.

- *Tulosta ei paranna yhtään se, että tasoitteina käytetään eläinperäisiä aineita. Niitä tehdään muun muassa kalanperkuujätteistä. Nehän alkavat elää heti, kun kosteutta vähänkin saavat.* (Esko Rönkkö, HS 12.5.1997)

Kosteusvaurio aiheuttaa tasoitteissa olevan orgaanisen materiaalin ja erityisesti kaseiinien hajoamista, jolloin huoneilmaan vapautuu pistävänhajuista ammoniakkia, mutta myös aldehydejä, orgaanisia rikkiyhdisteitä, amiineja ja alkoholijohdannaisia. Haihtuvista yhdisteistä haitallisimpia ovat todennäköisesti aldehydit, kuten formaldehydi, asetaldehydi, 2-propenaali ja butanaali, jotka paitsi haisevat myös ärsyttävät limakalvoja. Ongelmarakennuksen hajua on kuvattu pistäväksi, henkeen käyväksi ja tunkkaiseksi. Päästöt huoneilmaan suurenevat, erityisesti päällystämättömistä kattotasoitteista, jos huonetilan ilmaa kostutetaan. Immunokemiallisissa tutkimuksissa tasoitteista on löytynyt gelatiinia eli

TAULUKKO 6.

Pääkaupunkiseudun kosteusvaurioepäillyistä asunnoista yleisimmin tavattuja homesienilajeja vuosina 1996-1997. Tutkittuja sisältä otettuja materiaalinäytteitä oli 904. Homeita löytyi natiivitutkimuksessa 57 %:ssa näytteistä. Näytteistä eristettiin yhteensä 3212 homesienikantaa (HYKS:n iho- ja allergiasairaala).

Lajike	Prosenttia eristetyistä sienikannoista	Huomautuksia
1. *Penicillium spp*	20,1	usein pinta-kontaminantteja
2. *Cladosporium spp.*	8,6	usein pinta-kontaminantteja
3. Hiivat	7,0	
4. *Phoma spp*	7,0	
5. *Aspergillus versicolor*	6,6	
6. Sädesienet, aktinomykeetit	5,7	bakteereita, ei homeita
7. *Fusarium spp*	4,1	
8. *Acremonium spp.*	4,1	
9. *Aureobasidium spp*	3,1	
10. *Ulocladium spp*	3,0	
11. *Aspergillus sydowi*	2,5	
12. *Chaetomium globosum*	2,3	
13. *Trichoderma viride*	2,1	
14. *Stachybotrys chartarum*	1,4	

• *Ennen pantiin kissat multaan, nyt ne pannaan Suvikultaan (Pilkkaloru 1960-luvulta, jolloin epäiltiin, että Paasivaaran margariiniin sekoitettiin eläinvalkuaista. Samoihin aikoihin eläinjätettä alettiin sekoittaa rakennustasoitteisiin.)*

nautaproteiinia ja kaseiinia eli maitoproteiinia. Nämä proteiinit ovat allergeeneja ja voivat periaatteessa herkistää myös hengitysteiden kautta, vaikka ne pääasiassa ovat ruoka-allergeeneja. Herkistymistä tärkeämpää on kuitenkin kemiallinen ärsytys, joka kohtaa limakalvoja tasoitteiden "mädäntyessä".

Pääkaupunkiseudulla tasoitteet ovat parina viime vuonna aiheuttaneet jopa enemmän harmia kuin homeet. Liimasideaineisista tasoitteista on luovuttu vuonna 1995, mutta niitä on ehditty levittää Suomen rakennuskantaan miljoonia neliömetrejä. Kyseessä on suomalainen pulma, esimerkiksi Ruotsissa tai Saksassa näitä tasoiteaineita ei ole ilmeisesti käytetty.

Tasoiteaineita käytetään paljon betonielementtirakentamisen yhteydessä. Itse betonielementteihin ja niiden sauma-aineisiin liittyy myös selvittämättömiä ongelmia. Samoin kuin tasoiteaineista, myös niistä pääsee huonetilaan haihtuvia yhdisteitä, kuten ammoniakkia, alifaattisia aldehydejä, hiilivetyjä, ketoneja ja rikkiyhdisteitä, joiden määrä lisääntyy materiaalin kostutuksen jälkeen. Betonista voi vapautua haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, koska se sisältää orgaanisia aineita, ei kuitenkaan valkuaisaineita. Betonin valmistuksessa on käytetty mm. terästehtaiden masuunikuonaa ja sellutehtaiden jätettä. Aivan viime aikoina on esitetty, että betonielementtien saumausaineissa on PCB-yhdisteitä (polykloorattuja bifenyylejä), jotka ovat ympäristöhaitta ja mahdollinen sisäilmahaitta. On laskettu, että kolmikerroksisen elementtirakennuksen saumausaineissa olisi keskimäärin 40 kg PCB-yhdisteitä. Asia vaatii selvittämistä.

Tasoiteaineiden ja betonin aiheuttamista sisäilman terveyshaitoista ei ole tutkimuksia, mutta esimerkiksi tasoiteaineista vapautuvat typpiyhdisteet saattavat olla terveysriski. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet aiheuttavat limakalvojen ärsytystä ja pitkäaikainen altistus voi johtaa toistuviin hengitystieinfektioihin.

Eläinvalkuaista sisältävät tasoiteaineet on kiellettävä kokonaan ja vanhat varastot hävitettävä. Betonielementtien ja elementtien saumausaineiden päästöt on tutkittava.

BAKTEERIT JA VIRUKSET

Tilojen käyttäjät tuottavat valtaosan sisäilman viruksista ja bakteereista. Mikrobit leviävät ilmaan uloshengityksen mukana tai aivastuksen ja yskimisen myötä. Virtsan, ulosteiden ja haavojen kautta ilmaan leviävät määrät ovat pieniä.

Sairaaloista tunnetaan lukuisia tapauksia, joissa infektiot ovat levinneet ilmanvaihtokanavien kautta huonetiloista toiseen. Yhdysvaltalaisessa koulussa tuhkarokkovirus levisi ilmanvaihtokanavia pitkin aiheuttaen epidemian. Influenssavirus saattaa levitä samalla tavalla.

Likaiset ilmanvaihtokanavat voivat myös olla bakteerien ja homesienten kasvualustana, joka levittää mikrobeja sisäilmaan. Kanavien saastuminen johti kuolemantapauksiin Kaliforniassa, jossa sotaveteraanien kokouksessa *Legionella pneumophila*-bakteeri kulkeutui jäähdystystornista kanavia pitkin huonetiloihin ja aiheutti keuhkokuumetta. Meilahden sairaalassa epäiltiin 1970-luvulla erään osaston potilashuoneisiin levinneen *Aspergillus*-homesientä, joka aiheutti vakavan keuhkokuume-epidemian. Tuoreessa Kansanterveyslaitoksen tutkimuksessa löydettiin sekä tuloilma- että poistoilmakanavista huomattavia määriä erilaisia mikrobeja. Tulos on odotettu poistoilmakanavien osalta, mutta tuloilmakanavien saastuminen on huolestuttavaa.

Vuonna 1979 Nokian Linnavuorella satoja ihmisiä sairastui kuumeeseen, yskään, hengenahdistukseen ja päänsärkyyn käytyään saunassa, lämpimässä kylvyssä tai suihkussa. Oireet johtuivat todennäköisesti vesijohtoveden bakteerikasvusta. Vesihöyryyn oli joutunut endotoksiineja, bakteerimyrkkyjä, jotka vapautuvat kasvualustastaan bakteerien kuoltua.

Endotoksiinia löytyy tiettyjen bakteerien seinämästä ja arvellaan, että niillä on osuutta myös niin sanotussa kostutinkuumeessa, jonka aiheuttaa huonosti hoidettujen huoneilman kostuttimien levittämät mikrobit (homeet ja aktinomykeetti-bakteerit). Oireet, kuume, päänsärky, hengitysoireet ja lihassärky, alkavat 4-8 tuntia altistumisesta. Allerginen alveoliitti, homepölykeuhko, on vakavampi sairaus, jolloin kostutinvedessä kasvavat homeet ja bakteerit aiheuttavat immunologisen reaktion ja keuhkokuumeen tapaisen oirekuvan. Altistumisen toistuessa tauti johtaa pysyvään keuhkovaurioon.

Hyvin toimiva, huollettu ja säännöllisesti puhdistettu ilmanvaihtojärjestelmä, kosteusvaurioiden korjaus, siisteys ja huonetilaan nähden liian suuren ihmiskuormituksen välttäminen pitävät bakteerien ja virusten määrän kohtuullisena.

HIUKKASMAISET EPÄPUHTAUDET

TUPAKANSAVU

Tupakansavu on pahin sisäilman pilaaja. Tupakointia on vuonna 1995 voimaan tulleen lain avulla rajoitettu työpaikoilla, julkisissa tiloissa ja kulkuneuvoissa. Ravintolat jäivät kuitenkin uuden tupakkalain ulkopuolelle. Vuoden 1994 terveydensuojelulain mukaan tupakansavu ei saa myöskään levitä huoneistosta toiseen. Tupakansavu muun muassa lisää huoneilman häkä-, ammoniakki- ja formaldehydipitoisuuksia. Tupakansavussa on kymmeniä syöpää aiheuttavia aineita.

Tupakoitsijan riski sairastua keuhkosyöpään sekä sydän- ja verisuonisairauksiin on voimakkaasti lisääntynyt. Lisäksi ympäristön tupakansavu, passiivinen altistuminen, aiheuttaa silmien ja kurkun ärsytystä, yskää, pahoinvointia, päänsärkyä sekä sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksia. Passiivisen altistumisen haitat korostuvat allergisilla, astmaisilla ja sydänsairailla ihmisillä. Riskiarvioiden mukaan maassamme muutama kymmenen keuhkosyöpätapausta vuodessa aiheutuu pitkäaikaisesta passiivisesta altistumisesta tupakansavulle. Tupakansavulla ei ole turvallisuusrajaa, pienetkin pitoisuudet ovat haitallisia.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että pitkäaikainen altistuminen tupakansavulle kotona aiheuttaa noin 30 % lisääntyneen riskin kuolla keuhkosyöpään tai sydän- ja verisuonitauteihin. WHO:n syöväntutkimuskeskus on päätynyt johtopäätökseen, jonka mukaan:

1. Passiivinen tupakointi aiheuttaa sairauksia, mukaan lukien keuhkosyöpää, terveille tupakoimattomille henkilöille.

2. Tupakoivien vanhempien lapsilla on enemmän hengitystieinfektioita ja hengitystieoireita sekä hieman heikompi keuhkojen toiminta kuin tupakoimattomien vanhempien lapsilla.

Ympäristöministeriön komitea (komiteamietintö 1997:8) on arvioinut, että passiivinen tupakointi aiheuttaa maassamme:

- 700 sydän- ja verisuonisairauksien kuolemantapausta vuodessa
- 60 keuhkosyöpäkuolemaa vuodessa
- 2 000-5 000 hengitystieinfektiota alle 1,5 vuotiaille lapsille vuodessa
- 3 000-16 000 astman pahenemisjaksoa lapsille vuodessa
- lasten lisääntyneen riskin sairastua astmaan
- lasten hengitystieoireita ja liimakorvasairautta

Tupakansavu on asbestin ohella toinen sisäilman terveyshaitta, johon liittyy selvä kuolleisuuden lisääntyminen. Passiivisen tupakoinnin haitallisuudesta pitää kampanjoida ja valistusta on erityisesti kohdistettava nuoriin ja odottaviin äiteihin.

Työterveyslaitoksen tutkimuksessa osoitettiin, että uuden tupakkalain seurauksena työpaikkojen sisäilman keskimääräiset nikotiinipitoisuudet pienenivät tasolta 1,7 tasolle 0,3 µg/m³. Työpaikkojen sisäilman tupakansavun leviämisen seuraamiseksi tulisi tehdä pitoisuusmittauksia ja nikotiinin raja-arvoksi tulisi asettaa esimerkiksi 0,5 µg/m³, jota työsuojeluviranomaiset voisivat seurata käytännön kenttätyössä.

HUONEPÖLY

Huonepöly on ilmassa leijuvien ja pinnoille laskeutuvien orgaanisten ja epäorgaanisten hiukkasten kooste.

Leijuvan pölyn pitoisuudet vaihtelevat yleensä tasolle 50-100 µg/m³, mutta pitoisuudet voivat olla hetkellisesti paljon suurempia riippuen sisätilassa tapahtuvasta toiminnasta ja ilmanvaihdosta. Esimerkiksi tupakointi suurentaa hiukkaspitoisuuden 10-50-kertaiseksi. Pöly jaetaan hienopölyyn ja karkeapölyyn. Rajana on pidetty yhtä mikrometriä. Alle 5 µm

kokoiset hiukkaset tunkeutuvat syvälle myös alempiin hengitysteihin ja alle 1 µm suuruiset hiukkaset imeytyvät keuhkoista myös muualle elimistöön. Hienopölyä syntyy liikenteen ja teollisuuden päästöistä, erilaisista palamisreaktioista ja tupakansavusta. Niiden haitat ilmenevät pitkän ajan kuluessa. Karkeapöly aiheuttaa hengitysteiden ja silmien ärsytystä.

Viruksia ja bakteereita on sekä leijuvassa että pinnoille laskeutuvassa pölyssä. Niitä on aina runsaasti sisäilmassa, mutta niiden määrä riippuu ihmiskuormituksesta, hygienian tasosta ja ilmanvaihdosta. Sisäilmassa olevat limakalvoja ärsyttävät tai niiden puolustusta heikentävät tekijät saattavat raivata tietä infektioille. Tästä on viitteitä esimerkiksi päiväkotilapsilla.

ASBESTI

Asbesti on yleisnimi eräille luonnossa esiintyville kuitumateriaaleille. Asbestin käyttö rakennusmateriaalina oli laajaa vielä 1960-70-lukujen vaihteessa, mutta uudet suomalaiset rakennusmateriaalit eivät sisällä asbestia. Hyväkuntoiset ja ehjät asbestimateriaalit eivät ole vaarana tavallisessa asumisessa. Altistus syntyy asbestipitoisten rakenteiden purkuja korjaustöissä, jos suojautuminen on puutteellista. Suomalaisissa rakennuksissa on tonneittain asbestia, ja rakennustyöntekijöiden ja tilojen käyttäjien suojaaminen korjaustyön aikana on erittäin tärkeää. Asbesti aiheuttaa Suomessa hieman yli 100 syöpätapausta vuodessa.

Asbestiongelmaa on Suomessa hoidettu hyvin, mutta asbestin haitat näkyvät vielä ainakin 20 vuotta.

Asbestin aiheuttama syöpäriski kasvaa suorassa suhteessa altistumiseen eikä turvallista kuitupitoisuutta ole. Sisäilmassa ei saa olla asbestia lainkaan.

Vaikka monista sisäilman epäpuhtauksien aiheuttamista haitoista on vankkaa tutkimustietoa, puutteita on paljon. Tutkimusta voi suunnata oheinen taulukko 7, jonka ovat laatineet brittiläiset asiantuntijat.

TAULUKKO 7.

Sisäilman eräiden epäpuhtauksien aiheuttamat terveyshaitat tutkimusten mukaan.

Tulkinta:
+ todisteet epävarmoja, tapausselostuksia, vahvistamattomia tutkimuksia;
++ samanaikaisuus todistettu, mutta syy-yhteys epävarma;
+++ syy-yhteys ilmeinen, annos/vaste-suhde epävarma;
++++ syy-yhteys ilmeinen, annos/vaste-suhteesta tietoa
(The indoor environment and the lung. Lung&Asthma Information Agency. Thorax 1996/4).

Epäpuhtaus	Terveysvaikutus	Synnyttää sairauden	Pahentaa sairautta
Tupakansavu (ympäristön)	akuutti hengitystie-tulehdus	++++	
	keuhkosyöpä	+++	
	yskä & nuha	+++	
	astma	+	+++
Eläinpölyt	astma & nuha	+	+++
Pölypunkit	astma & nuha	+	+++
Homesienet	astma & nuha	++	+
	homepölykeuhko	+++	
Formaldehydi	yskä & nuha	+++	
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	yskä & nuha	+++	
Asbesti	keuhkosyöpä	+++	
Rikkidioksidi	akuutti hengitystie-tulehdus	+	
	krooninen bronkiitti	+	++
	astma	+	++++
Typpidioksidi	akuutti hengitystie-tulehdus	++	
	astma	+	+
Leijuva pöly	akuutti hengitystie-tulehdus	+++	
	krooninen bronkiitti	+	++
	astma	+	++
Radon	keuhkosyöpä	+++	

SAIRAS RAKENNUS –OIREYHTYMÄ

Tätä oireyhtymää alkoi esiintyä 1970-luvun loppupuolella eri puolilla maailmaa erityisesti uusissa toimistorakennuksissa, kouluissa, hotelleissa ja päiväkodeissa. Ihmiset yhdistivät oireensa tietyssä rakennuksessa oleskeluun, ja oireita ilmeni nimenomaan suurissa rakennuksissa, joissa oli täysin koneellinen ilmanvaihto. Tärkeimmät oireet olivat flunssan tapaisia tuntemuksia, väsymystä, päänsärkyä ja epäviihtyvyyttä. Luetellut oireet ovat tavallisia ja epämääräisiä ja niitä raportoi kyselytutkimuksissa 10-20 % terveenkin rakennuksen käyttäjistä. Jotta rakennusta voitaisiin nimittää sairaaksi, tulisi siinä oleskelevilla esiintyä epätavallisen paljon oireita tai viihtyvyyttä haittaavia tekijöitä. Sairaan rakennuksen määrittäminen on vaikeaa, koska osa ihmisistä on aina tyytymätön sisäilman laatuun ja valittaa melusta, pölyisyydestä, tunkkaisuudesta, ilman lämpötilasta, kuivuudesta, kosteudesta tai vetoisuudesta. Eri ihmisten sietokyky erilaisiin ärsytystekijöihin vaihtelee, ja vaihtelua on samallakin henkilöllä eri aikoina ja eri elämäntilanteissa.

Oireilun syytä on tutkittu laajasti ja selvitysten kohteena ovat olleet rakennusmateriaaleista haihtuvat orgaaniset yhdisteet, mikrobit, huoneilman lämpö- ja kosteusolosuhteet, ilmavirtaustekijät, melu- ja valaistusolosuhteet, sähkömagneettinen säteily ja ionitasapaino sekä erityisesti ilmanvaihtojärjestelmät. Myös työyhteisön toimintaan ja työntekijöiden psyykkisiin tekijöihin on viime aikoina kiinnitetty huomiota osana sisäilmasto-ongelmia.

Käyttäjäkyselyn mukaan eurooppalaisista toimistotyöntekijöistä keskimäärin 30 % on tyytymättömiä sisäilman laatuun, kun Suomessa vastaava luku on 19 %. Yleisimmät rakennusperäiset oireet ovat kuiva iho, kuiva kurkku ja väsymys. Suomessa näyttää olevan astmatyyppisiä oireita ja nuhaoireita jonkin verran enemmän kuin keskimäärin muualla Euroopassa. Eräänä syynä saattaa olla suomalaisten toimistojen hyvin kuiva ilma.

Näyttää siltä, että sairas rakennus -oireyhtymän taustalla on monia syitä, joista Suomessa tärkeimpiä on koneelliset, huonosti toteutetut ja huolletut ilmanvaihtojärjestelmät sekä ilman kuivuus ja korkea lämpötila. Toimistoympäristön voimakas muuttuminen (näyttöpäätteet, tulosti-

met, faksit, kopiokoneet jne.) vaikuttaa huoneilman sähköisiin ominaisuuksiin, ionitasapainoon ja saattaa lisätä epäpuhtauksia, kuten otsonia, huoneilmaan. Näiden vaikutuksia terveyteen ei juuri tunneta. Käsitteestä sairas rakennus -oireyhtymä on vähitellen paras luopua sitä mukaa, kun ihmisten kokemiin ongelmiin löytyy selviä rakennukseen ja sen sisäilmaan liittyviä syitä. On parempi puhua ongelmarakennuksesta kuin sairaasta rakennuksesta. Kun oireille ja sairauksille löydetään selkeä rakennusperäinen syy, puhutaan rakennukseen liittyvästä sairaudesta, mikä on parempi termi. Rakennukseen liittyviä sairauksia ovat esimerkiksi kosteusvaurion aiheuttama homealtistuksesta seurannut astma, formaldehydin aiheuttamat limakalvo-oireet ja huonosta ilmanvaihdosta johtuva päänsärky. Monissa tapauksissa, joissa sisäilmasto-ongelmaan ei ole löydetty aiheuttajaa, rakennus on leimattu "sairaaksi" ja ongelma on jäänyt ratkaisematta. Oireilevia ihmisiä on myös saatettu leimata luulosairaiksi. Osasyy tähän on ollut terveysalan ammattilaisten puuttuminen sisäilmastotutkimuksesta.

Sairas rakennus -oireyhtymä on käsite, josta on paras luopua. Monet sisäilman tekijät aiheuttavat ihmisten oireilua, ja nämä tekijät on entistä paremmin tunnistettavissa, jolloin korjaustoimenpiteillä on rationaalinen pohja.

KANSANTALOUDELLINEN MERKITYS

Terveystaloudellista tutkimusta sisäilmaongelmista on tehty vain vähän. Arvioinnissa pitää soveltaa sekä kustannus-hyötyanalyysiä että kustannus-vaikuttavuusanalyysiä. Ovatko ehkäisy- ja korjaustoimenpiteiden aiheuttamat terveys- ja elämänlaatuvaikutukset niin suuria suhteessa käytettyihin voimavaroihin, että toimenpiteisiin kannattaa ryhtyä? Optimaalista korjauspolitiikkaa ei ole hahmoteltu, mutta siihen pitäisi kiireesti ryhtyä.

- *Kehno sisäilma on yhteiskunnalle iso rahareikä.*
  (HS 30.5.1997)

Vuonna 1991 julkaistun kyselytutkimuksen mukaan yli puolet suomalaisista kärsi terveyttä haittaavista fysikaalisista ja kemiallisista tekijöistä asunnossaan. Tärkeimpinä asumisterveyttä ja -viihtyvyyttä huonontavina tekijöinä pidettiin asuntoilman kuivuutta (20 %), ulkoa tulevia ilmansaasteita (19 %), pölyä (15 %), tupakansavua (12 %), vetoisuutta (8 %) ja melua (7 %). Täman perusteella asuntonsa ilmansaasteista kärsii puoli miljoonaa, tupakansavusta 300 000 ja vetoisuudesta 200 000 työikäistä suomalaista. Norjassa on laskettu, että 10-25 % työstä poissaoloista johtuu sisäilmasta. Huonon sisäilman kustannuksia on arvioitu taulukossa 8.

TAULUKKO 8.

Huonon sisäilman aiheuttamat kustannukset

	Markkaa vuodessa	Laskelmassa otettu huomioon
• Allergioiden pahenemiset, uudet allergiat	7,0 miljardia	30 % kaikkien allergisten sairauksien kustannuksista
• Sairauspoissaolot	4,8 miljardia	Toimistotyön osalta, 600 000 työntekijää, 15 % poissaoloista johtuu sisäilmasta
• Työtehon lasku	1,2 miljardia	Toimistotyöntekijöiden osalta työtehon lasku 10 %
• Sairaalainfektiot	0,5 miljardia	Sairaalainfektioiden kokonaiskustannus miljardi, puolet johtuu sisäilmasta
• Radonin aiheuttamat keuhkosyövät	0,2 miljardia	450 tapausta vuodessa, tapauksen hinta 0,5 miljoonaa
Yhteensä	13,7 miljardia	

(Sisäilmayhdistys, Tekes 1997)

Samansuuntaisiin lukuihin on päädytty muun muassa Norjassa. Arviota voidaan kritisoida. Radon ei ehkä aiheutakaan niin paljon syöpää kuin on oletettu. Allergisten sairauksien kustannuksista ehkä pienempi osa kuin 30 % voidaan lukea huonon sisäilman tiliin jne. Luvuista on kuitenkin pois monenlaisia kustannustekijöitä, kuten passiivisen tupakoinnin aiheuttamat sairaudet, koululaisten ja päiväkotilasten oppimistulosten huononeminen jne. Kustannukset ovat samaa tasoa kuin asuntojen lämmitykseen vuosittain kuluva summa, noin 12 miljardia markkaa. Lämmityskustannuksia on yritetty pienentää säästämällä energiaa monin tavoin. Voidaan kysyä, ovatko nämä säästöt moninkertaistaneet kustannukset terveyspuolella?

Arvioimme, että huonon sisäilman aiheuttamista terveyshaitoista syntyy kansantaloudelle 7-9 miljardin markan vuotuiset kustannukset.

Kansanterveyslaitoksen tutkimusten mukaan 55 %:ssa pientaloista ja 45 %:ssa kerrostaloasunnoista on korjaamisen tarpeessa olevia kosteusvaurioita. Kouluissa ja päiväkodeissa vaurioita on jopa kolmessa kohteessa neljästä, ne on usein rakennettu huonosti ja kustannuksia kaikella mahdollisella tavalla säästäen. Kouluterveys 1997-tutkimuksessa rehtoreille tehdyn tiedustelun mukaan vain joka kymmenennen koulun ilmanvaihtojärjestelmä toimii hyvin, 40 % rehtoreista piti ilmanvaihtoa huonona. Ilmanvaihdon huonouden lisäksi pahimpia ongelmia olivat kosteusvauriot, tunkkaisuus, pahat hajut, pölyisyys ja kosteus. Noin puolet oppilaista koki sisäilman huonon laadun pahimmaksi viihtyvyyshaitaksi.

Koulut ja päiväkodit ovat huonoimmassa kunnossa. Lapsilla ei ole äänioikeutta! Erityistä huomiota on myös kiinnitettävä sairaaloiden sisäilmaan.

- *Home ja kosteus ovat vaurioittaneet useita HYKSin rakennuksia.* (Reino Viitanen, HS 1997)

- *Oulun julkisiin tiloihin uppoaisi 47 miljoonaa.* (Hannu Salmi, HS 23.2.1997)

- *Koulujen kosteusongelmia on paljon, se on kuin Nätti-Jussin pankkikirja.* (Aimo Murtomäki, HS 23.12.1996)

Rakennustutkimus Oy on laskenut, että Suomessa on pelkästään asuntokannassa patoutunutta korjaustarvetta lähes 100 miljardin markkan edestä eli 10 miljardia markkaa vuodessa seuraavan kymmenen vuoden aikana. Sisäilmayhdistys ja Tekes ovat arvioineet, että home- ja kosteusvaurioiden korjaamiseen tarvitaan noin 30 miljardia markkaa eli noin 6 miljardia markkaa vuodessa, mikäli urakka jaettaisiin viidelle vuodelle. Tämä edellyttäisi, että korjausrakentamisen vuosivolyymistä (noin 20 miljardia markkaa) kolmasosa varattaisiin yksinomaan kosteuden ja homeiden aiheuttamien tuhojen paikkaamiseen. Korjauskustannuksista suurin osa on kansallisomaisuudesta huolehtimista. Arvioimme, että 2-3 miljardia markkaa tarvittaisiin välittömästi sellaisten rakennusten korjaamiseen, joiden sisäilma uhkaa merkittävästi asukkaiden terveyttä.

2.
ALTISTUMISEN ARVIOINTI JA POTILAIDEN TUTKIMINEN

ALTISTUMISEN ARVIOINTI

Sisäilma on laadullisesti hyvää, kun tilaa käyttävät ovat sisäilmaan tyytyväisiä eikä siitä aiheudu terveyshaittoja.

Sisäilmaston ongelmia tulee tarkastella kahdelta tasolta: jotkut sisäilmaston haittatekijät aiheuttavat **sairauksia** ja **oireita** ja monet tekijät johtavat **viihtyvyysongelmiin**. Terveysuhka tulee poistaa ensiksi. Sisäilmaston ohjearvoja tulkittaessa on syytä muistaa, että osa suosituksista on terveysperusteisia ja osa ottaa huomioon viihtyvyysnäkökohdat. Potilaan sairauden aiheuttajan löytyminen on erityisen tärkeää vaikeiden tautitapausten ja ammattitautien diagnostiikassa. Terveysriskin arvioimisen kannalta on oleellista selvittää ongelman laajuus, altistumisen luonne ja oireiden aiheuttajat. Valitusten ja oireilijoiden määrän arvioinnissa käytetään esimerkiksi Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyä (ns. Örebro-MM-40-kysely).

Jos lääkäri vahvasti epäilee potilaan sairauden olevan yhteydessä kodin tai työpaikan sisäilmaan, on selvitettävä altistumista. Sen tekee käytännössä joko kunnan terveysviranomainen, työterveyshuolto tai yksityinen alan palveluyritys. Työterveyslääkäreille työpaikan altisteiden havainnointi, terveysriskien tunnistus ja toimenpide-ehdotukset ovat vanhastaan tuttuja. Työpaikalla tapahtuva altistuminen kuuluvat työsuojelu-, työterveyshuolto- ja ammattitautilakien piiriin riippumatta toimialasta, jolla altistuminen on tapahtunut. Terveysvaaran arvioimiseksi työterveyslääkärit käyttävät työpaikkaselvitystä ja esimerkiksi arvioidessaan homepölyaltistusta hyödyntävät maataloudesta tuttua tietoa homepölykeuhkon riskitekijöistä. Muut potilastyötä tekevät lääkärit eivät yleensä ole perehtyneet sisäilmaongelmiin. Sen takia kuntien terveysvalvonnan viranomaiset, toteuttaessaan terveydensuojelulakia, eivät saa riittävää lääketieteellistä tietoa ja tukea omalle työlleen. Pulmatilanteissa auttaa usein lääkärin tekemä työpaikkaselvitykseen verrattava kenttäkäynti. Tällaiseen toimintaan pitää terveyskeskuksissa varata aikaa ja se pitäisi kytkeä omalääkärijärjestelmään: potilaiden asumisolosuhteisiin tutustuminen avaa monasti lääkärin silmät. Laadukasta tutkimusta ei ole mahdollista tehdä pelkästään kliinisenä tutkimuksena lääkärin vastaanotolla. Sisäilmaongelmaisen potilaan tutkimisessa lääkäri joutuu tukeutumaan terveystarkastajiin ja henkilöihin, jotka tuntevat rakennuksen tekniset ja rakenteelliset ominaisuudet.

Usein potilaalla on jo jonkinlaisia sisäilmaselvityksiä valmiina tullessaan lääkärille. Tässä yhteydessä voidaan tutkituttaa esimerkiksi rakennuksen ilmanvaihto, huoneilman lämpötila ja kosteus, rakenteiden kunto, mitata sisäilman epäpuhtauksia, kuten formaldehydiä, ammoniakkia, styreeniä, hiilidioksidia ja ottaa ilma-, materiaali- pinta- tai pölynäytteitä hometutkimuksiin ja allergeenien määrityksiin. Helsingissä vuonna 1996 asunnontarkastuspyyntöjen tavallisimmat aiheet olivat ympäristökeskuksen mukaan home-ongelmat (50 %), muut sisäilmaongelmat, hajuhaitat ja muut valitukset. Tarkastuksia oli kaikkiaan 1500. Taulukossa 9 on lueteltu eri aikoina tyypilliset valitusten ja ongelmien aiheet.

TAULUKKO 9.

Eri aikoina ilmenneitä terveyshaittaa aiheuttaneita tekijöitä Helsingin ympäristökeskuksen mukaan.

• 1980-luvun alkupuoli	formaldehydi (lastulevy)
• 1980-luvun loppupuolelta alkaen	homesienet
• 1990-luvun alusta	ammoniakki ym. kaasut tasoiteaineista tai rakentamisen aikana kostuneista rakennusaineista, esim. betonista

HYKS:n iho- ja allergiasairaalan sisäilmapoliklinikalla havaitut yleisimmät sisäilma-ongelmat vuonna 1996 on lueteltu taulukossa 10.

TAULUKKO 10.

Pääkaupunkiseudun asuntojen yleisimmät sisäilmaongelmat 104 kotikäynnin perusteella. Yhdessä asunnossa voi olla useampia ongelmia.

Puutteellinen ilmanvaihto	73 %	
• käyttö- tai huoltovirhe		80 %
• suunnittelu- tai rakennevirhe		20 %
Kosteus- ja homevauriot	63 %	
• pieniä vaurioita		68 %
• suuria vaurioita		32 %
Rakennus- ja sisustusmateriaalit	49 %	
• sopimaton sisustusratkaisu		90 %
• tasoiteaineongelma		8 %
• lastulevyongelma		2 %
Kotieläimet	26 %	
• koira tai kissa		70 %
• marsu, sirkat, akvaario		30 %
Tupakointi	20 %	

OHJEET JA SUOSITUKSET

Terveydensuojelulaissa (763/94) määrätään, että asunnon sisäilman on oltava puhdasta, ja asumisen laatuun vaikuttavien muiden tekijöiden, kuten lämpötilan ja ilmanvaihdon on oltava sopivia asunnoissa oleskelevien terveyden ja hyvinvoinnin kannalta.

Terveydensuojelulain 32 pykälän nojalla sosiaali- ja terveysministeriö voi antaa ohjeita asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveydellisistä laatutekijöistä. Hiljattain uusittu STM:n Sisäilmaohje on kirjoitettu ohjeeksi kuntien terveysvalvonnan henkilöstölle rakennustarkastukseen liittyvissä kysymyksissä. Ohjeet koskevat asuntojen fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia haittatekijöitä, niiden terveysvaikutuksia ja mittausmenetelmiä.

Useita suosituksia toimistotyöpaikkojen ja vastaavien työtilojen sisäilmanlaadun arvioimiseksi ovat julkaisseet Pohjoismaissa NKB (Nordiska kommittén för Byggbestämmelser) ja insinöörijärjestöt (Scanvac). Suomessa vuonna 1995 julkaistu Sisäilmayhdistyksen (SIY) suositus lienee lajissaan edistyksellisin (Sisäilmayhdistys: Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus, 15.6.1995) (ks. taulukko 11). Suosituksien laatijat ovat yhdistelleet epidemiologista ja kokeellista mittaustietoa siten, että erilaiset laatuluokat on määritelty "valitusprosenttien" pohjalta. Esimerkiksi jos ilmanlaatua arvioineiden ryhmässä on ollut tyytymättömiä alle 10 % eikä ilmassa ole todettu tunnettua sairastumisen aiheuttajaa, laatuluokka on hyvä (S1). Jos tyytymättömien määrä on 10 - 20 %, laatuluokka on tyydyttävä (S2). Luokka S3 vastaa lähinnä viranomaisten edellyttämää vähimmäistasoa. Jos ilmanlaatu on heikompi kuin edellytetään S3-luokkaa varten, tyytymättömien osuus on ollut suurempi kuin 40 %.

Sisäilmayhdistyksen luokituksessa on otettu huomioon tavallisimmat sisäilmaston laatuun vaikuttavat tekijät ja epäpuhtaudet. Kaikkia tunnettuja kemiallisissa sisäilmamittauksissa havaittuja yhdisteitä ei luokituksessa mainita, koska niitä koskevaa vertailukelpoista tutkimustietoa ei ole käytettävissä. Samoin suhteellinen kosteus koetaan niin eri tavoin, ettei sitäkään ole sisällytetty laatutekijäksi muissa kuin S1-luokas-

sa ja silloinkin suositus on väljä. Näin laaditut sisäilman laatuun vaikuttavien tekijöiden raja-arvot kuvaavat olosuhteita, joissa useimmat henkilöt ovat tyytyväisiä. Tutkimuksissa viitataan usein terveyshaittoihin ärsytyksestä allergioihin, joihin liittyvää annos/vaste-suhdetta ei ole pystytty määrittämään ja se on joka tapauksessa hyvin yksilöllinen.

Kun sisäilmastosta mitataan jotain yksittäistä tekijää, jota verrataan normeihin tai aiempiin mittaustuloksiin, on varmistauduttava siitä, että käytetään sisäilma-tutkimukseen hyväksyttyjä (validoituja) menetelmiä tai samaa menetelmää, mihin vertailumateriaali perustuu. Mittausmenetelmät kehittyvät jatkuvasti ja niillä havaitaan entistä pienempiä määriä. Menetelmästä riippuen tulokset voivat olla varsin erilaisia, joten tarvitaan menetelmien vakiointityötä.

Jokaisella sisäilmastoa tutkivalla laboratoriolla on oltava "laatujärjestelmä", johon kuuluvat tiedostot laboratorion käyttämistä menetelmistä. Laboratoriot hankkivat lisätietoa menetelmiensä kelpoisuudesta osallistumalla säännöllisesti keskinäisiin testeihin. Laboratoriot Suomessa ja muualla Euroopassa on saatava tuottamaan vertailukelpoisia tuloksia.

AISTINVARAINEN ARVIOINTI

Kaikkia asioita ei voi mitata mittarein. Sisäilman aistittavien ominaisuuksien, kuten hajun tai ärsyttävyyden mittaamiseksi tarvitaan hajupaneeli, joka koostuu koulutetusta ryhmästä ihmisiä. Ryhmä koulutetaan tunnistamaan ja arvioimaan ensisijaisesti hajuvoimakkuuksia. Paneeli vierailee tutkimuskohteessa arvostellen sisäilman laatua. Tulos voi poiketa paikalla olevien havainnoista, joihin nenän turtuminen on vaikuttanut. Ihminen tottuu nopeasti mm. omiin hajuihinsa. Toiset tottuvat jopa tupakansavuun. Rakennusmateriaalien hajuhaittoihin totutaan harvemmin ja ne koetaan vastenmielisinä. Usein hajun aiheuttaja tai sen yhteydessä esiintyvät epäpuhtaudet voivat aiheuttaa ärsytystä silmissä tai hengitysteiden limakalvoilla. Paneelin käyttö on perusteltua silloin, kun asianomaisten omat havainnot ovat kovin ristiriitaisia. Paneeli tutkii, onko ilman laatu hyvä tai huono ja raportoi aistikokemuksen voimakkuuden.

Parhaassa tapauksessa hajupaneeli voi tunnistaa hajuhaitan alkuperänkin. Paneelin samoin kuin seuraavaksi esiteltävien kemiallisten mittausten avulla alkuperän paikallistaminen voi olla hankalaa, koska hajun aiheuttaja voi olla aikojen myötä adsorboitunut rakenteiden pintoihin huoneessa.

Sisäilmatutkimusten hajupaneelien toimintaa tulisi kehittää. Suomeen tulisi saada useampia hajupaneeleja. Hajupaneelitutkimukset ovat nykyisessä muodossaan kalliita. Tavoitteena voisi olla niin sanotun pienpaneelimallin kehittäminen esimerkiksi alueellisiin tutkimusyksiköihin tai aluetyöterveyslaitoksille. Tällöin tulisi hankkia enemmän tietoa aistifysiologiasta kuin mitä nykyisin on käytettävissä.

Hajupaneelien avuksi tai jopa niitä korvaamaan on tulossa myös teknisiä ratkaisuja. Tietokoneohjattuja "tekoneniä" on maailmalla käytössä. Ne pystyvät erikoissensoreillaan tunnistamaan erilaisia hajuja ja analysoimaan niitä. Tällaista laiteteknologiaa kannattaisi kehittää myös Suomessa.

Usein sisäilman tilan arvioimiseksi riittää asiantuntijan tekemä aistinvarainen arviointi eikä mitään mittauksia tarvita.

FYSIKAALISTEN JA KEMIALLISTEN OMINAISUUKSIEN MITTAAMINEN

Monella haitalliseksi koetulla fysikaalisella ympäristötekijällä ja kemiallisella yhdisteellä on yhteys rakennusten suunnitteluun, rakennusmateriaaleihin, rakentamiseen, rakennuksen huoltoon ja ihmisten toimintaan rakennuksessa. Voidaksemme puhua ilman laadusta tulisi sopia, mitkä epäpuhtauksien pitoisuudet ovat haitallisia tai kuinka voimakkaan jonkin tekijän pitäisi olla ollakseen viihtyvyys- tai terveyshaitta.

Työhygieeniseen arviointiin **teollisuustyöpaikkoja** varten laaditut **haitalliseksi todetut pitoisuudet** (HTP-arvot) on tarkoitettu haittojen torjuntaan, ja niiden dokumentaatio perustuu toksikologisten, epidemiologisten ja työlääketieteellisten julkaisujen tuloksiin. Dokumentaation

kerää kansallinen asiantuntijakomitea. Teollisuustyöpaikoissa epäpuhtauspitoisuuksien suuruusluokkaa kuvaamaan käytetään yksikköä milligrammoja ilmakuutiossa (mg/m^3). Asuntojen sisäilmaongelmien yhteydessä pitoisuudet ovat tavallisesti paljon pienempiä, mikrogrammoja ilmakuutiossa (µg/m^3). Muiden sisätilojen kuin teollisuustyöpaikkojen osalta ihmisten kokemien oireiden ja altistumisen välistä yhteyttä on toistaiseksi tutkittu verraten vähän. Epidemiologisia ja toksikologisia tutkimuksia sisäilmasto-ongelmista on raportoitu vasta viime vuosina.

Lääketieteellistä näyttöä sisäilmassa esiintyvien epäpuhtauksien terveysvaikutuksista on käytössä riskinarvion pohjaksi puutteellisesti. HTP-arvojen tasoja toimistoissa ei yleensä ylitetä, joten kunkin altisteen aiheuttama terveysriski on arvioitava muulla tavalla. Toimistotiloissa ei voida suoraan käyttää teollisuuden HTP-tasoja ohjearvoina. HTP-arvot ovat liian korkeat sovellettaviksi suoraan toimistoihin. Altistumisajat ovat toimistoissa pitkiä, useiden aineiden yhteisvaikutus tulee ottaa huomioon, hengityssuojaimien käyttö ja kohdepoistot eivät ole mahdollisia ja hajujen aiheuttama haitta muodostuu ongelmaksi eri tavalla kuin tuotantotiloissa.

HTP-arvoista saatua tietoa voitaisiin käyttää hyväksi arvioitaessa muunkin sisäilman kuin teollisten työpaikkojen ilman laatua. Käyttöön voitaisiin ottaa murto-osa HTP-arvojen tasosta (esim. 1:100-1:1000 HTP:sta) ja arvioida mahdollista terveysriskiä tältä pohjalta. Tieteellinen tutkimus pienten pitoisuuksien ja useiden aineiden yhtäaikaisesta vaikutuksesta on kuitenkin vasta alkamassa.

Tärkeimpiä sisätilan fysikaalisia olosuhdetekijöitä ovat ilman lämpötila ja ilman lämpötilaerot pystysuunnassa, pintojen lämpötilat, ilman nopeus, suhteellinen kosteus, ilman vaihtuvuus ja melutaso, joille on suunnittelijoiden tarpeisiin annettuja tavoitearvoja sellaisten olosuhteiden luomiseksi, että sisälläolijat olisivat tyytyväisiä.

Lämpötila. Lämpötilojen ohella lämpöviihtyvyyteen ja koettuun vedontunteeseen vaikuttavat erityisesti talvella pintojen alhaiset ja toisistaan

selvästi poikkeavat lämpötilat. Pintalämpötiloille ei ole lattian pintalämpötilaa lukuunottamatta käyttökelpoisia suosituksia, mutta suuret viileät pinnat aiheuttavat epämiellyttävää vetoa.

Lämpötilan mittaukseen sopii edelleen tavallinen elohopeamittari, mutta erilaiset sähköiset lämpötila- ja kosteusmittarit ovat yleistyneet. Huonelämpötilan lisäksi niillä voi mitata tulo- ja poistoilman lämpötiloja. Kalleimmissa mittareissa on myös ilman nopeuden mittausmahdollisuus, joka ei saisi olla suuntaherkkä.

Kosteus. Suhteellinen kosteus aiheuttaa asteikon ääripäissä valituksia ja oireita. Talvisen sisäilman kuivuus on tosiasia, jota harvoin korjataan tuloilmaa kostuttamalla. Kostutus kuluttaa energiaa ja vaatii jatkuvaa tarkkailua ja huoltoa, etteivät kostutuslaitteet likaannu tai aiheuta tahattomia kosteusongelmia jossakin ilmastointijärjestelmän osassa. Jos suhteellinen kosteus on liian suuri, hengitysilma koetaan tunkkaisena ja sitä tuntuu olevan raskasta hengittää.

Nykyaikaiset sähköiset lämpötila- ja kosteusmittarit ovat korvanneet psykrometrit sisäilmastomittauksissa. Jos sähköisten kosteusmittareiden kalibroinnista huolehditaan, niiden tarkkuus riittää hyvin sisäilmastomittauksiin. Ihminen ei pysty arvioimaan suhteellista kosteutta, joten arvioiden on perustuttava mittauksiin.

Melu. Melu on aiheuttanut teollisilla työpaikoilla paljon terveyshaittoja. Sisäilmaston osana se on tärkeä viihtyvyystekijä, sillä pienikin hallitsematon melu voi aiheuttaa stressioireita. Melua mitataan A-äänitasolla, joka painottaa melumittaustulosta korvan herkkyyden mukaisesti. Melu voi olla vaihtelevaa tai jatkuvaa, ja ihminen usein tottuu jatkuvaan lievään meluun, kuten ilmanvaihtolaitteiden meluun. Se voi kuitenkin olla taustalla vaikuttava stressitekijä. Voimakkaasti vaihteleva melu saattaa aiheuttaa huomattavaa stressiä, joka voi ilmetä myös fyysisenä oireiluna. Arvioitaessa melun haitallisuutta tarvitaankin tietoa melun taajuudesta ja impulssimaisuudesta. Niiden mittaamiseen tarvitaan meluanalysaattoreita. Rakentamisen ja rakennussuunnittelun kannalta tärkeitä mittauskohteita ovat askel- ja ilmaäänen eristävyystutkimukset.

Ilmanvaihto. Ilman vaihtuvuuden mittaamiseksi on valittavana useita menetelmiä. Ilmanvaihdon toimivuutta voi tutkia yksinkertaisesti savulla, jonka liikettä seurataan silmämääräisesti. Tulos ei näytä ilmanvaihdon määrää, mutta havainnollistaa ilmavirtaukset.

Jos tulo- ja poistoilmaventtiilit ovat hyvin esillä, voi ilmamäärän mitata sähköisellä virtausmittarilla ilmanvaihtokanavan eteen asetetun anemometri-torven läpi. Ilman leviämis-, vuoto- ja sekoittumistutkimuksissa käytetään merkkiainemenetelmää. Näissä mittauksissa ilmanvaihtojärjestelmään tai huonetilaan levitetään merkkikaasuna tavallisesti rikkiheksafluoridia, jota ei ole normaalisti ilmassa. Mittaukset tehdään monikanavaisella laitteistolla useammasta kohdasta samanaikaisesti. Laitteiston kokoonpanosta riippuen samanaikaisesti voidaan mitata suuriakin ilmanvaihtojärjestelmiä yhdellä kertaa.

Fysikaalisten työympäristötekijöiden mittauksiin on olemassa laaja valikoima suoraanosoittavia mittalaitteita. Tutkimus- ja kehitystarpeita on suurten laitekokonaisuuksien reaaliaikaisessa tutkimisessa ja saatujen tulosten käyttämisessä ilmanvaihtolaitteiden säätötekniikan parantamiseen sekä viihtyvyys- ja terveysvaikutusten kartoittamiseen.

Fysikaalisten ja kemiallisten olosuhdetietojen ja samanaikaisten oireja valitustietojen kerääminen antaa merkittävää tietoa ongelmien syyseuraussuhteista.

Orgaaniset yhdisteet ovat tärkein osa siitä huoneilman sisältämien kemiallisten yhdisteiden joukosta, jonka tunnistamme sisäilman huonona laatuna. Mittausteknisesti näiden yhdisteiden monimutkaisten seosten tutkiminen on erikoislaboratorioiden työtä. Kun haihtuvia orgaanisia yhdisteitä tutkitaan tarkoin sovitulla tavalla, voidaan puhua yhdestä yleisestä ilmanlaadun mittarista, niin sanotuista VOC-yhdisteistä (Volatile Organic Compounds). Näillä aineilla tarkoitetaan kulloinkin ilmassa olevia orgaanisia yhdisteitä, joiden kiehumislämpötila on 50 - 250°C. Kun niiden yhteismäärä on alle 0,2 mg/m^3 eikä erityistä hajua havaita, ilman laatu on hyvä. Jos ilmassa on jotakin voimakkaasti haisevaa ainetta, vaikka merkaptaania, niin ilma ei enää ole aistivaraisesti hyvää.

Eri orgaanisten yhdisteiden pienten pitoisuuksien (alle 50 µg/m^3) vaikutuksista ihmiseen ei ole riittävästi tietoa. Usein näiden kemiallisten aineiden katsotaan aiheuttavan samanlaisia iho-, silmä- ja limakalvo-oireita kuin formaldehydi. Tarvitaan kokeellista toksikologista tutkimusta, jotta voidaan arvioida materiaalien kemikaalipäästöjen ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) aiheuttamia todellisia haittavaikutuksia ja oireita.

Sisäilmassa on materiaalipäästöjen ja ulkoilmasta peräisin olevien liikennepäästöjen lisäksi ajoittain hiilivety-yhdisteitä, joiden alkuperä on joko tupakansavu tai kosteusvaurion aiheuttamat mikrobikasvustojen aineenvaihduntatuotteet. Kummassakin tapauksessa niiden kokonaismäärä on vähäinen yhteispitoisuuksia laskettaessa, mutta yksittäisiä yhdisteitä voidaan käyttää ongelman tunnistamiseen. Tupakasta tulevista sadoista yhdisteistä nikotiinia on määrällisesti eniten. Se on käytännössä spesifinen tupakansavulle. Mikrobien haihduttamia metaboliatuotteita (ns. mikrobiVOC:t) tunnetaan jo noin kaksisataa, ja joitakin niistä voidaan käyttää mikrobikasvun paljastavina indikaattoreina. Aistivaraisen homeiden hajun tunnistamisen lisäksi ne voivat täydentää homeiden mikrobiologisia tutkimusmenetelmiä kartoitettaessa vaurioita rakenteiden sisältä.

Mittaamalla nikotiinia työpaikkojen sisäilmasta voidaan arvioida tupakansavun kulkeutumista.

Formaldehydi ja muut aldehydit. Terveiden henkilöiden pitäisi olla oireettomia, jos formaldehydin pitoisuus sisäilmassa on pienempi kuin 0,15 mg/m^3. Monet herkät yksilöt saavat ärsytysoireita niinkin pienissä pitoisuuksissa kuin 0,01 mg/m^3 ja tuntevat hajun 0,06 mg/m^3 pitoisuudessa. Tavanomaisten märkäkemiallisten mittausmenetelmien havaitsemisraja on 0,05 mg/m^3. Sisäilman mittaamiseen ei ole riittävän herkkiä suoraanosoittavia mittalaitteita. Sellaisia tarvitaan.

Muita aldehydejä, kuten **butanaalia**, **heptanaalia** ja **heksanaalia**, havaitaan usein sisätiloissa jopa muutamia kymmeniä mikrogrammoja kuutiometrissä ilmaa. Niitä on aina palamiskaasuissa, kuten pakokaasussa ja tupakansavussa. Kosteusvaurion yhteydessä myös mineraalivillaeristeiden liimahartseista ja mikrobikasvustosta voi vapautua näitä

yhdisteitä. Ne eivät ole yhtä myrkyllisiä kuin formaldehydi, mutta vaikutus on samansuuntainen. Materiaalien polttamisen ja paistamisen yhteydessä syntyy sisätiloihin **akroleiniä**, joka voi aiheuttaa silmien kirvelyä.

Pienimolekyylisten ärsyttävien aldehydien mittaus tehdään tarkoitukseen sopivalla näytteenottoputkella, joka analysoidaan nestekromatografisella menetelmällä. Suurimolekyyliset aldehydit puolestaan sisällytetään usein tavanomaiseen VOC-mittauksen tulokseen. Aldehydien pitoisuudet sisäilmassa ovat niin pieniä, että tarvittavien mittausmenetelmien käytössä tarvitaan erikoislaboratorioita.

Formaldehydin pienten pitoisuuksien vaikutuksia herkkiin tai herkistyneisiin yksilöihin tulee tutkia tarkemmin. Yhteisvaikutus tai muita sisäilmassa esiintyviä ärsyttäviä aineita voimistava vaikutus tulee selvittää. Suurimolekyylisillä aldehydeillä on useita lähteitä. Rakennusmateriaalien ohella niitä erittävät myös monet mikrobit.

Valkuaispitoisen materiaalin hajoamistuotteet: amiinit, ammoniakki ja rikkiyhdisteet. Ammoniakki on kaasumainen aine, jota syntyy sivutuotteena maataloudessa, jätevesilaitoksissa ja kaatopaikoilla valkuaisaineiden hajoamisen tuloksena. Ammoniakkia on myös siivouksessa käytettävissä kemikaaleissa ja tupakansavussa. Se on myös yksi ihmisen omista aineenvaihduntatuotteista. Kostean emäksisen betonin päälle levitetty kaseiinipitoinen tasoite aiheuttaa hajuhaitan, jonka yksittäisiä haisevia yhdisteitä on ollut vaikea mitata. Valkuaisaineen hajoamisen merkkinä on mitattu suurentuneita ammoniakkipitoisuuksia. Jos ammoniakin sisäilmapitoisuus asuinympäristössä on yli 50 µg/m³, ilman aistinvarainen laatu on huono.

Sisäilmayhdistyksen suosituksen mukaan sisäilman laatuluokassa S1 ammoniakkipitoisuuden tulee olla alle 20 µg/m³ (taulukko 11). Ammoniakkia erittyy myös sellaisista betonilaaduista, joissa on käytetty amiineja lisäaineena. Betonin sisältämä sementti on kosteana erittäin emäksistä, ja lisäaineet hydrolysoituvat helposti pienemmiksi yhdisteiksi. Tällöin esimerkiksi amiinit hajoavat muodostaen muun muassa ammoniakkia.

Tasoitteiden varsinaisia hajun aiheuttajia ovat pienimolekyyliset amiinit, joiden tutkiminen on vaikeaa. Huonolaatuisten tasoitteiden pahan hajun syynä ovat rikkiyhdisteet, joita muodostuu amiinien ja ammoniakin tavoin valkuaisaineiden hajoamisessa. Ongelman koko laajuutta ei tiedetä, mutta ongelmatasoitteita on käytetty lähes kaikissa kuivien sisätilojen muuratuissa tai betonirakenteisissa katoissa ja lattioissa usean vuosikymmenen ajan.

Ammoniakin mittaamisen rinnalle tulisi kehittää täsmällisempiä menetelmiä amiinien ja rikkiyhdisteiden toteamiseksi haju- ja terveyshaitan arvioimiseksi.

Hiilidioksidi ja hiilimonoksidi. Hiilidioksidia (CO_2) syntyy palamisen tuloksena ja se on ihmisen aineenvaihduntatuote uloshengitysilmassa. Hiilidioksidia on runsaasti siellä, missä ihmisiä on koolla, kuten kokous- ja luentosaleissa. Kun hiilidioksidin pitoisuus nousee riittävän suureksi, alkaa se vaikuttaa hengityskeskukseen, jolloin seurauksena on hengityksen tiheneminen. Tuntuu kuin ilma loppuisi huoneesta ja olo on väsynyt. Sisäilmayhdistys suosittelee parhaan sisäilman laatuluokan (S1) ylärajaksi hiilidioksidille 1800 mg/m³ pitoisuutta ja toisen (S2) laatuluokan ylärajaksi 2250 mg/m³ (taulukko 11). Hiilidioksidin mittaamiseksi on helppokäyttöisiä laitteita. Myös ilmanvaihdon riittävyyttä arvioidaan hiilidioksidin perusteella, ja muuttuvan ilmanvaihdon ohjaaminen toteutetaan usein seuraamalla hiilidioksidin pitoisuutta huoneen poistoilmasta. Hetkittäistä pitoisuutta mitataan osoitinputken avulla tai suoraanosoittavin mittarein.

Hiilimonoksidia (CO) syntyy epätäydellisen palamisen tuloksena. Se on myrkyllinen kaasu, jonka suuret pitoisuudet ovat hengenvaarallisia. Pienet pitoisuudet sisäilman epäpuhtauksien joukossa johtuvat yleensä tupakanpoltosta tai liikenteen pakokaasupäästöistä.

Sisäilmayhdistyksen suositusten mukaan tupakoinnista tai muusta palamisesta johtuva hiilimonoksidipitoisuus ei saa olla suurempi kuin 2 mg/m³ luokassa S1 ja suurempi kuin 5 mg/m³ luokassa S2 (taulukko 11). Suurehkoja hiilimonoksidimääriä on mitattu pysäköinti-halleissa ja jäähalleissa, joissa se on lähtöisin polttomoottoreista. Sitä voi tulla sisä-

ilmaan raskaasti liikennöityjen katujen varsilla, sillä ilmanvaihtolaitteiden suodattimet eivät pidätä hiilimonoksidia. Ongelmaa kärjistävät väärin sijoitetut tuloilman sisäänottoaukot. Kodeissa, joissa käytetään ruuanlaittoon kaasua, on havaittu suurentuneita pitoisuuksia. Uusi tupakkalaki ei koske ravintoloita, joissa on myös mitattu suuria hiilimonoksidipitoisuuksia.

Hiilimonoksidin mittaamiseen on helppokäyttöisiä ja nopeita osoitinputkia. Sitä voidaan mitata passiivikeräimin tai jatkuvatoimisin mittarein.

Otsoni, rikkidioksidi ja typpidioksidi. Otsoni, rikkidioksidi ja typpidioksidi tulevat sisätiloihin lähes yksinomaan ulkoilmasta, ja niiden pitoisuudet ovat yleensä pienempiä sisällä kuin ulkona. Toimistoissa otsoniongelmia on ilmennyt myös kopiokoneiden, lasertulostimien ja sähkösuodattimien käytössä, koska nämä laitteet voivat tuottaa pieniä määriä otsonia. Otsoni ärsyttää silmiä ja hengitysteiden limakalvoja ja on epämiellyttävän hajuinen. Suurien otsonipitoisuuksien on epäilty aiheuttavan astmaa.

Sisäilmayhdistyksen mukaan yhden tunnin aikapainotettu otsonin keskipitoisuus ei saisi ylittää arvoa 50 µg/m³ sisäilman laatuluokassa S1 eikä arvoa 70 µg/m³ luokassa S2 (taulukko 11). Jos otsonilähteet toimistomaisissa tiloissa ovat pienet, riittää ongelman hallitsemiseen hyvä yleisilmanvaihto tai laitteisiin asennetut otsonisuodattimet. Uusissa lasertulostimissa otsonia muodostuu vähemmän kuin joissakin vanhoissa laitteissa. Nykyisin ulkoilman otsonipitoisuudet voivat olla raja-arvoihin nähden suuria. Ne saattavat vaihdella välillä 1-100 µg/m³ vuodenajasta ja liikenteestä riippuen. Ilmanvaihtokoneiden suodattimet eivät pidätä otsonia, joka kulkeutuu vapaasti sisätiloihin. Sisäilman otsonipitoisuuksia ei tunneta vielä riittävästi. Otsoni reagoi helposti eräiden tyydyttämättömien orgaanisten yhdisteiden kanssa, mutta syntyviä yhdisteitä ei ole sisäilmasta juuri mitattu eikä niiden terveysvaikutuksia tunneta.

Pölyt ja kuidut. Sisäilmassa leijuvaa pölyä syntyy sisätiloissa ihmisen toiminnan tuloksena ja sitä tulee ulkoilmasta sisään ilmanvaihdon mukana. Sisäilman laatua heikentää kaikki pöly, jota irtoaa ihmisistä, vaatteista, papereista tai rakennusmateriaaleista. Myös mikrobien itiöt leviävät ilmassa leijuvina hiukkasina. Tupakansavu on sisäilman vaarallisin epäpuhtaus. Ääni- ja lämpöeristeiden mineraali- ja lasivillasta irtoavat pienet kuidut aiheuttavat joskus ärsytysoireita iholla ja limakalvoilla.

Sisäilmayhdistyksen suosituksen mukaan ilman pölypitoisuuden tulee olla alle 0,06 mg/m³ kaikissa laatuluokissa (S1-S3, taulukko 11). Sisäilman pölyistä asbesti, homesienten itiöt, pölypunkit ja tupakansavu voivat aiheuttaa oireita ja sairauksia. Sisätilojen yleinen pölyisyys lisää asukkaiden oireilua, jota kunnollinen siivoaminen vähentää, mutta oireiden syntyyn vaikuttavia mekanismeja ei tarkasti tunneta.

Hiukkasmaisten epäpuhtauksien kemiallisen koostumuksen määrittäminen auttaa epäpuhtauslähteen selvittelyssä. Ilmanäyte kerätään suodattimille, joita on useisiin eri tarkoituksiin. Suodattimilta näyte liuotetaan tarkempaan kemialliseen analyysiin. Tavoitteena voi olla savuhiukkasten sisältämien polyaromaattisten hiilivety-yhdisteiden (PAH-yhdisteet) tai raskasmetallien määritys. Pölynäytettä voi tarkastella pyyhkäisyelektronimikroskoopilla, jolloin pölyhiukkasten ulkonäöstä tehdään päätelmiä niiden alkuperästä. Näin voi tunnistaa hilseen, tupakansavun, sementtipölyn, lasivillakuidun, asbestin tai jopa mikrobeja.

Sisäilmatutkimuksessa pölyjen rakenteen (morfologian) tunnistaminen on vasta kehittymässä samoin kuin mykotoksiinianalytiikan soveltaminen sisätilojen hiukkasiin. Kun uudet tekniikat yhdistetään kosteus- ja homevaurioiden mikrobiologisiin tutkimuksiin, saadaan oleellista tietoa oireilevien ihmisten altistumisen luonteesta ja määrästä.

Ilmanvaihtolaitteiden suodattimien toimivuutta ja rakennuksissa eri syistä syntyviä ja leviäviä aerosoleja, esimerkiksi tupakansavua, voidaan tutkia optisilla hiukkaslaskureilla. Nämä kannettavat laitteet mittaavat lyhyessä ajassa hiukkasten lukumäärän viidessä kokoluokassa 0,3 - 15 µm.

Pyyhkäisyelektronimikroskoopin, kemiallisten analyysien ja hiukkaslaskurien käyttö on oleellisesti lisännyt pölytutkijoiden mahdollisuuksia arvioida altistumisen luonnetta ja mahdollisia terveysvaikutuksia.

TAULUKKO 11.

Sisäilmastoluokitus. Sisäilmaston tavoitearvot. Sisäilmayhdistys, Suomen rakennuttajaliitto, Suomen arkkitehtiliitto ja Suomen konsulttitoimistojen liitto, 1995.

Suure	Yksikkö	Paras (S1)	Kohtalainen (S2)	Tyydyttävä (S3)
Lämpötila, talvi	°C	21-22	21-23	20-24
Lämpötila, kesä	°C	22-25	22-27	22-27
Lattian lämpöt.	°C	19-29	19-29	17-31
Ilman nop. talvi	m/s	< 0.10	< 0.15	< 0.15
Ilman nop. kesä	m/s	< 0.15	< 0.20	< 0.25
Suht.kost. talvi	%	25-45	ei vaatimuksia	ei vaatimuksia
Suht.kost. kesä	%	30-60	ei vaatimuksia	ei vaatimuksia
Laitteiden ääni	dB(A) toimistot	< 30	< 35	< 35
Laitteiden ääni	dB(A) asunnot	< 25	<25	< 28
Ilmanvaihtuvuus	1/h asunto	> 0.8	> 0.6	> 0.4
Ammoniakkipit.	µg/m³	< 20	< 30	< 50
Formaldehydipit.	µg/m³	< 30	< 50	< 150
TVOC pitoisuus*	µg/m³	< 200	< 300	< 600
CO_2 pitoisuus	ppm	< 1000	< 1250	< 1500
CO pitoisuus	µg/m³	< 2000	< 5000	< 8000
Otsonipitoisuus	µg/m³	< 50	< 70	< 100
Pölypitoisuus	µg/m³	< 60	< 60	< 60
Radonpitoisuus	Bq/m³	< 200	< 200	< 200

*TVOC=haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus

ALLERGEENIEN TUNNISTAMINEN JA MITTAAMINEN

Tavallisesti potilaalta saadaan suoraan tieto mahdollisista altistuslähteistä, kuten lemmikkieläimistä tai eläinkontakteista työssä eivätkä tarkemmat ympäristön tutkimukset ole tarpeen. Potilas ei tiedä altistuvansa pölypunkeille eikä aina eläimillekään, jollei hänellä ole niitä kotona. Silloin pöly- tai ilmanäyteanalyysit saattavat olla tarpeen.

Nykyaikaisilla immunokemian menetelmillä voidaan mitata sisäilman tai pölyn tärkeimpiä allergeeniproteiineja ja arvioida allergeenien vähentämiseksi tarkoitettujen toimenpiteiden tehoa. Ilmassa olevan allergeenin määrän suhde pölyssä olevaan allergeenin määrään on noin 1/50 000, ja allergeenin mittaaminen pölystä on paljon helpompaa kuin ilmasta. Allergeenin määrä pölyssä osoittaa epäsuorasti altistuksen voimakkuutta. Allergeenien ilma- ja pölymittaukset ovat maassamme vasta kehitysvaiheessa eikä niitä ole juuri käytetty kliinisen työskentelyn apuna. Arvioitaessa altistumista pölypunkille on käytettävissä niin sanottu Acarex-testi, joka mittaa punkin ulosteessa olevaa guaniini-valkuaisainetta. Pölynäyte kerätään imuroimalla kahden minuutin ajan neliömetrin alalta lattiaa tai patjaa. Jos testitulos on positiivinen, grammassa pölynäytettä on ainakin kaksi mikrogrammaa pölypunkin pääallergeenia, mikä riittää herkistymiseen. Pääkaupunkiseudulla pölypunkille ihon pistotestissä reagoineista potilaista noin joka neljännellä löytyy kodin pölynäytteistä merkittävä määrä pölypunkin allergeenia. Silloin sisätilan tehokas siivous on paikallaan. Acarex-testi on kuitenkin epäherkkä ja punkkia saattaa todellisuudessa olla, vaikka testi on negatiivinen.

Huonepölyssä on usein eläin- tai kasviperäisiä allergeeneja, jotka selittävät potilaan oireet vaikka homealtistusta on epäilty.

KOSTEUSVAURION ARVIOIMINEN JA HOMEIDEN TUNNISTAMINEN

Kosteuden vaurioittaman rakennuksen tutkiminen aloitetaan rakennuskatselmuksella, jossa asiantuntija arvioi kosteuden alkuperän ja kosteusvaurion vaikeusasteen. Hän myös arvioi korjausvaihtoehdot. Jos asukkailla on homesienialtistukseen viittaavia oireita, on käynnistettävä asunnon tai työpaikan tarkastus mahdollisen homealtistuksen paljastamiseksi. **Usein tähän kuitenkin riittää kokeneen tarkastajan aistinvaraiset arviointi eikä tarkempiin tutkimuksiin tarvitse ryhtyä.** Näkyvä home on kuitenkin aina terveysriski ja silloin on tarvittaessa otettava

homehtuneesta materiaalista näytteitä homelajien tunnistamista ja ehkä tulevaisuudessa toksiinien mittaamista varten. Usein kosteus- ja homevaurion syy löytyy helposti, mutta joskus joudutaan hankaliin purkutöihin ennenkuin vaurion perussyy paljastuu. Homeitiöiden ilmamittaukset esimerkiksi Andersenin menetelmällä eivät useinkaan anna oikeaa kuvaa mahdollisesta homeongelmasta. Rakenteissa voi olla suuri näkyvä homevaurio ilman, että itiöiden määrät ilmassa ovat tavallista suurempia. Itiöinnin voimakkuus vaihtelee homelajista toiseen ja ajanhetkestä toiseen.

Kosteusvaurion mikrobiologinen tutkimus sisältää sekä materiaalin suoran mikroskooppisen tutkimuksen että materiaalinäytteen viljelyn elatusainepinnoille. Mikroskooppisessa tutkimuksessa eli niin sanotussa natiivitutkimuksessa tarkastellaan materiaaliin muodostunutta sienikasvustoa sekä sen aktiivista kasvuvaihetta. Muutamia poikkeuksia lukuunottamatta sienten tunnistaminen natiivinäytteestä on kuitenkin mahdotonta. Tämä koskee paljolti myös elektronimikroskooppisia näytteitä.

Homevaurion aiheuttaneiden sienten tunnistaminen vaatii aina materiaalin viljelyn elatusainepinnoille. Viljelyllä saadaan kaikki elinkykyiset sieni-itiöt tuottamaan näkyvä pesäkekasvusto edellyttäen, että elatusainevalikoima sopii tarkoitukseen. Pesäkkeiden määrän perusteella arvioidaan näytemateriaalin homeisuutta vertaamalla tulosta vaurioitumattomasta kohteesta saatuihin tuloksiin. Sienten lopullinen tunnistaminen sisältää aina elatusainemaljalle kehittyneen sienikasvuston makroskooppisen tarkastelun sekä tietyn ikäisestä kasvustosta tehdyn mikroskooppipreparaatin tutkimisen, jossa pitää näkyä kullekin homesuvulle tunnusomaiset rakenteet. Sienten tunnistaminen perustuu sienikasvuston rakenteellisiin ominaisuuksiin, jotka vaihtelevat suvuittain ja joiden tunnistaminen vaatii huomattavaa asiantuntemusta ja kokemusta.

Sienimääritysten laadunvalvonta. Homevaurioiden yleisyys ja laajuus, niiden aiheuttamat terveyshaitat, vaurioiden korjauskustannukset ja epäselvät vastuukysymykset rakentamisessa ja kiinteistöjen huollossa ovat voimakkaasti lisänneet asiantuntijalausuntojen tarvetta. Sen takia on syntynyt joukko liikeyrityksiä tutkimaan ongelmaa. Myös mykologisia tutkimuksia tekeviä yrityksiä on syntynyt kuin "sieniä sateella". Jotkut niistä myyvät kalliilla hinnalla "asiantuntijalausuntoja" ilman laadunvalvontaa tai toimilupaa. Niiden antamat lausunnot ovat olleet ratkaisevia eräissä oikeusprosesseissa, joissa on haettu korvauksia potilaalle aiheutuneesta terveyshaitasta.

Kosteusvauriohomeita tutkivat laboratoriot pitää saattaa laadunvalvonnan piiriin kuten muutkin kliinistä tietoa tuottavat laboratoriot, jolloin niiden pitää täyttää tietyt vaatimukset saadakseen toimiluvan. Vähimmäisvaatimus on, että sienten tunnistamisesta vastaavalta henkilöltä pyydetään näyttö osaamisesta. Yhteen sienikurssiin osallistuminen ei riitä vaan on oltava myös harjoittelujakso käytännön työtä tekevässä laboratoriossa.

- *Homevaurioiden korjaaminen on kuin lohikäärmeen tappamista.* (HS 22.2.1997)

Kun kosteusvaurio havaitaan, se on korjattava välittömästi homeongelman estämiseksi. Homeiset rakanteet poistetaan homepölyaltistuksen eliminoimiseksi. On huomattava, että homeisten rakenteiden purku- ja korjausvaiheessa altistuminen on usein voimakkainta. Suurempien korjausten aikana rakennuksessa asuminen tai työskentely ei ole suotavaa ja myös työntekijöiden on suojauduttava. Yhdysvalloissa on ehdotettu, että homepölytyössä on suojauduttava yhtä tehokkaasti kuin asbestityössä.

Pelkkä homeisen materiaalin korvaaminen uudella ei riitä, syy homehtumiseen on selvitettävä ja siihen on puututtava. Jos asukkaiden oireet johtuvat homealtistuksesta, tilanne ei korjaannu ennenkuin altistus on eliminoitu.

POTILAIDEN TUTKIMINEN

Yhä usemmat ihmiset ovat havahtuneet epäilemään oireidensa ja sairauksiensa syyksi sisäilmaan liittyvää ongelmaa. Homekeskustelu oli varsinainen herättäjä. Tämä alkoi selvästi näkyä lääkärien vastaanotoilla, vaikka potilaiden lukumääristä ei ole tehty selvityksiä. HYKS:n iho- ja allergiasairaalaan perustettiin vuonna 1995 sisäilmapoliklinikka, koska sisäilmaan liittyvä ongelma tuotiin esiin noin joka kymmenennessä lääkärin lähetteessä. Samalla paljastui, että terveydenhuolto oli varsin valmistautumaton ja osaamaton hoitamaan ja neuvomaan näitä potilaita.

Potilaiden (ja sisäilma-altistuksen) tutkimukset ja hoito ehdotetaan järjestettäväksi seuraavalla tavalla (taulukko 12, kuva 1). "Sisäilmapotilas" kulkee terveydenhuollon järjestelmässä aivan samoin kuin muutkin potilaat. Altistuksen arviointiin tarvitaan usein terveystarkastuksen ja ehkä rakennustarkastuksen apua.

TAULUKKO 12.

Ehdotus asunnon sisäilmaongelmista kärsivien potilaiden tutkimus- ja hoitokaavioksi.

Oireileva potilas tai perhe

⇩

Perusterveydenhuollon lääkärin tutkimukset, joihin sisältyy potilaan tutkimuksen lisäksi tarpeen mukaan terveysvalvonnalle osoitettu pyyntö asunnon tutkimiseksi.

⇩

Asunnon ja sen sisäilman tutkimus terveystarkastajan toimesta. Lääkärin mahdollinen kenttäkäynti.

⇩

Potilaan seurantakäynti ja lääkärin arvio havaittujen sisäilma-altisteiden ja oireilun välisestä yhteydestä. Tarvittaessa lääkärinlausunto.

⇩

Potilaan lähettäminen erikoissairaanhoitoon (yliopistollisen tai muun keskussairaalaan keuhkosairauksien, korva-, nenä- ja kurkkutautien tai lastentautien poliklinikalle), jos hoitotulos ei ole tyydyttävä tai tarvitaan tarkempia diagnostisia selvityksiä.

⇩

Erikoissairaanhoidon lääkärin tutkimukset (immunologiset tutkimukset, altistuskokeet jne.) ja sisäilmaongelman jatkoselvitykset. Tarvittaessa lääkärinlausunto.

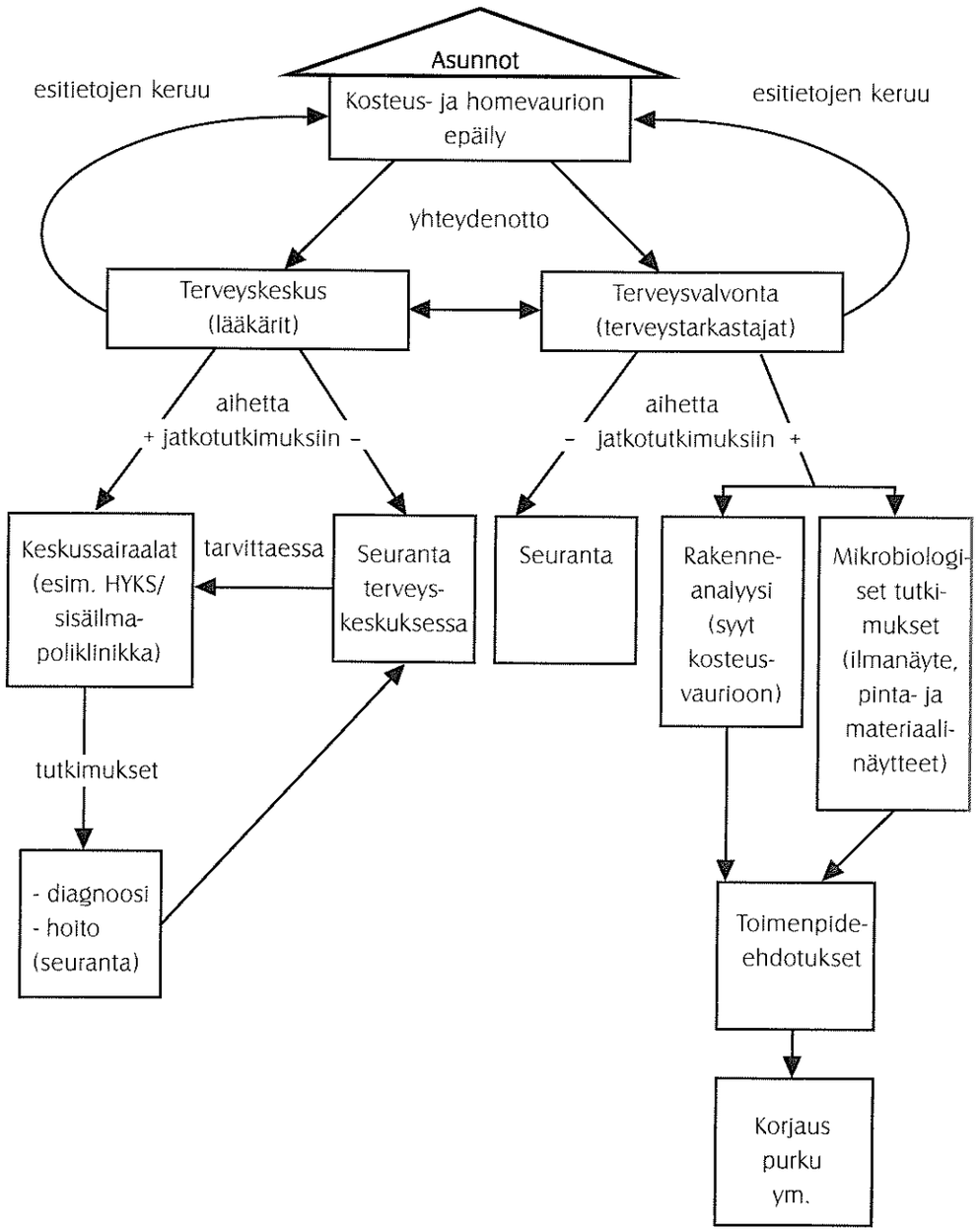
⇩

Kaikkein ongelmallisimpien tai riidanalaisten tapausten lähettäminen HYKS:n iho- ja allergiasairaalan sisäilmapoliklinikalle tai valtakunnallisen **sisäilmaraadin** arvioitavaksi.

KUVA 1.

Ehdotus asunnon sisäilmaongelmista kärsivien potilaiden tutkimus- ja hoitokaavioksi. Esimerkkinä kosteus- ja homevaurio-rakennus.

KOSTEUS- JA HOMEVAURIORAKENNUKSEN JA OIREISTEN HENKILÖIDEN TUTKIMUKSET



LÄÄKETIETEELLISET TUTKIMUKSET

Tutkimus alkaa potilaan tarkasta haastattelusta eli anamneesista, jota on mielellään vahvistettava kyselyllä, johon potilas vastaa kirjallisesti kaikessa rauhassa kotona. Sisäilmaongelmaisella potilaalle on varattava riittävästi aikaa, tunti ensikäynnillä ei tahdo riittää.

Kliinisissä tutkimuksissa selvitetään objektiiviset löydökset ja tehdään tarvittavat allergologiset ja immunologiset selvitykset. Potilaan allergista (atooppista) herkistymistä tutkitaan ensisijaisesti ihon pistotesteillä ja määrittämällä seerumista IgE-vasta-aineita. Tutkimuksissa käytetään immunokemiallisesti vakioituja uutteita tai *ad hoc* testitilanteeseen valmistettua materiaalia. Potilaan seerumista voidaan mitata allergeenille spesifejä IgE-vasta-aineita sadoille allergeeneille. Erikoisklinikassa potilaalle voidaan tehdä epäselvissä tapauksissa kohde-elimen (silmän sidekalvo, nenän limakalvo, keuhkoputket) altistuskokeita epäillyllä allergeenilla. Altistuskokeet eläinpölylle, pölypunkille tai monille työperäisille allergeeneille ovat erikoisklinikan rutiinia, mutta altistustutkimukset homeille ovat vasta kehitysvaiheessa. Niihin sisältyy joukko ongelmia, joista suurimpia ovat testiaineiden ja testimenetelmien vakioimattomuus ja homesienten myrkyllisyys. Selvässä homeongelmassa etsitään spesifistä herkistymistä, mutta sitä löytyy erittäin harvoin. Herkistymisen selvittäminen on tärkeää, koska kun altistuminen kosteusvaurio-homeille loppuu, ärsytysoireet, yleisoireet ja infektiot poistuvat, mutta spesifinen herkkyys pysyy ja oireilu uusii helposti, jos altistusta on vähänkään.

Tutkittaessa suurempaa homealtistuneiden ryhmää, seulotaan mahdollisesti seerumin IgG-vasta-aineet, mutta on muistettava että positiiviset löydökset saattavat antaa tietoa altistumisesta, mutta eivät ole allergisen herkistymisen saati kliinisesti merkittävän sairauden merkki.

Limakalvojen eosinofiilisen tulehduksen paljastamiseksi on usein aihetta tutkia veren ja eritteiden (nenäliman ja yskösten) eosinofiilisten solujen määrät (ehkä myös tulehdus-ilmaisijoiden, kuten eosinofiilien kationisen proteiinin eli ECP:n pitoisuus ysköksessä tai seerumissa). Tehdään myös tarpeen mukaan keuhkojen toiminnan tutkimuksia (keuhkojen tilavuudet ja hengitysteiden ahtautuminen) sekä röntgenkuvauksia (keuhkot, nenän sivuontelot). Kuopiossa on kehitetty menetelmää,

jossa nenän huuhtelunesteestä määritetään tulehdustekijöitä. Tulosten mukaan tietyt tulehdustekijät lisääntyvät altistuttaessa kosteusvauriomikrobeille erityisesti aktinomykeettibakteereille (*Streptomyces* sp.)

Psykososiaaliset tekijät. Sisäilman altisteet ovat aiheuttaneet tai vaikeuttaneet monien ihmisten sairauksia, mutta tietämättömät tai välinpitämättömät lääkärit ovat saattaneet vähätellä ongelmaa tai kieltää sen kokonaan. Monet ihmiset ja kokonaiset perheet ovat kokeneet tragedian, kun asunnossa on todettu paha homevaurio. Asunnon arvo on romahtanut, mutta velka ei. Samalla perheenjäsenet ovat alkaneet vakavasti sairastaa. Työttömyys on voinut lisätä ahdinkoa. Selviytyminen on vaatinut perheeltä poikkeuksellista vahvuutta. Potilas on aina tutkittava asiallisesti, mutta sisäilman altistustekijöiden paljastamisessa ja mittaamisessa lääkäri tarvitsee usein muiden asiantuntijoiden, kuten terveystarkastajien apua.

Voimakas julkinen keskustelu on kiinnittänyt ihmisten huomion oireiden ja sairauksien uudenlaisiin syihin. Puutteellinen tieto sisäilman aiheuttamista todellisista terveysriskeistä on lisännyt psykosomaattisesti herkästi reagoivien ihmisten pelkoja. Myös vanhempien pelko lasten terveydestä on tullut vahvasti esiin. Taloudellisen hyödyn tavoittelu on joskus tehnyt kärpäsestä härkäsen ja liioitellut terveyshaittaa. Seurauksena on ollut lääketieteellinen, psykososiaalinen ja teknistaloudellinen vyyhti, johon terveydenhuollon on ollut vaikea vastata. Jotkut ihmiset projisoivat ongelmansa ympäristön syyksi, nyt on ollut muotia syyttää monesta vaivasta homeita. Potilas pitää homeita ja muita sisäilmaongelmia oireilun syynä, vaikka syy on enemmän hänen psyykkisessä tavassaan reagoida stressitilanteisiin. Pelko voi saada irrationaalisia piirteitä, mielen kiinnittymistä johonkin kuviteltuun sisäilman kemialliseen tai mikrobiologiseen riskiin. Tällöin toistuvat kalliit sisäilmatutkimukset ja esimerkiksi homevasta-aineiden määritykset vain pahentavat kierrettä.

On kuitenkin syytä painokkaasti todeta, että poikkeuksia lukuunottamatta ihmisten valitukset ovat olleet asiallisia ja oireiden syyksi on ollut aihetta epäillä sisäilmaan liittyviä tekijöitä.

SYY-SEURAUSSUHTEEN ARVIOINTI

Yksilön tasolla sisäilman aiheuttama sairaus tai oire on aina vaikea osoittaa. Selvissä allergiatapauksissa, kuten eläinpölyallergioissa, potilaan oireilun ja altistumisen välinen syy-yhteys voidaan kuitenkin osoittaa suurella varmuudella. Sen sijaan tällä hetkellä ei ole luotettavia lääketieteellisiä keinoja osoittaa yksittäisen potilaan oireilun ja homealtistumisen välistä syy-yhteyttä. Se on helpompaa suuremman joukon ollessa kyseessä. Tarvitaan kokemusta arvioitaessa todennäköisyyksiä ja tehtäessä johtopäätöksiä altistumisen ja sairauden välisestä yhteydestä. Syy-seuraussuhteen arvioinnista Suomen Lääkäriliitto on antanut suosituksen (taulukko 13).

Lääkäriltä vaaditaan todistuksia nykyään aivan liikaa ja mitä moninaisimpiin tarkoituksiin, joilla ei ole potilaan sairauden ja sen hoidon kannalta paljoakaan tekemistä. Asetusten mukaan asunnon terveellisyyden tarkastamiseksi tai korjausavustusten hakemiseksi ei tarvita lääkärintodistusta todetusta tai epäillystä terveyshaitasta. Käytännössä todistuksia kuitenkin pyydetään ja kirjoitetaan asioiden vauhdittamiseksi. Tällaisesta käytännöstä on syytä luopua.

Lääkärintodistuksia laadittaessa on otettava huomioon, että niitä käytetään oikeudenkäynneissä ja riitajutuissa, joissa vaaditut korvaukset voivat olla huomattavan suuria. Lausunnoissa on syytä noudattaa järkevää pidättyvyyttä.

TAULUKKO 13.

Syy-yhteyden käsite lääkärinlausunnoissa.

Annettaessa lausuntoa syy-yhteydestä lääkäri voi harvoin lausua mitään täysin varmaa. Yleensä hän toimii todennäköisyyksien pohjalta, jolloin lääkärintodistuksessa on lausuttava, minkä asteinen syy-yhteyden todennäköisyys on. Oikeus- tai hallintoviranomaisen, joka käyttää lääkärintodistusta ratkaisunsa eräänä perusteena, tulee voida tutkia esitetyn todennäköisyyspäätelmän painavuutta todisteena. Tätä varten syy-yhteyden varmuus on käytännöllistä ilmaista viitenä asteena:

1. Erittäin todennäköinen
   on yleensä suurin varmuus, minkä lääkäri voi esittää. Tällöin voi oikeudellisen tms. ratkaisun tekijä pitää syy-yhteyttä käytännössä todistettuna.

2. Jokseenkin todennäköinen
   merkitsee että syy-yhteys katsotaan todistetuksi, mikäli muita todisteita ei ole. Kuitenkin mieluiten tulisi olla käytettävissä muitakin samansuuntaisia todisteita, ja jos painavia vastakkaisia todisteita tulee esiin, voi syy-yhteys jäädä todistamattomaksi.

3. Mahdollinen
   on mitäänsanomaton todennäköisyyden aste. Mahdollinen merkitsee vain, että syy-yhteyttä ei ole suljettu pois, vaan se voi yhtä hyvin olla olemassa kuin olemattakin eikä asiaa voida ratkaista tämän lääkärintodistuksen perusteella.

4. Jokseenkin epätodennäköinen
   on ymmärrettävä kuten "jokseenkin todennäköinen" käännettynä. Syy-yhteys siis voidaan tällä perusteella kieltää, mutta lisätodisteet ovat suotavia.

5. Erittäin epätodennäköinen
   merkitsee, että syy-yhteyttä ei ole olemassa.

TYÖPAIKAN SISÄILMASTO-ONGELMAN SELVITTÄMINEN

Jokaisella työpaikalla on lakisääteisesti järjestettävä työterveyshuolto, jolla tulisi olla työpaikan työntekijöistä ja työolosuhteista tietoja. Työturvallisuuslain mukaan työnantajan tulee tarjota työntekijöille terveellinen ja turvallinen työympäristö. Työpaikoilla on työsuojelutoiminnasta vastaavat työsuojelupäällikkö ja -valtuutettu, suuremmissa työpaikoissa myös työsuojelutoimikunta. Mikäli työpaikalla epäillään työperäistä sairautta, tutkimuksissa on edettävä ammattitautilain ja -asetuksen mukaisesti.

Työpaikan sisäilmasto-ongelma on ensisijaisesti **työsuojelukysymys**, jolloin työsuojelutoimikunta valvoo tutkimusten asianmukaisen ja viivyttelemättömän etenemisen sekä raportoi työntekijöille. Työsuojelutoimikunta ja työpaikan oma työterveyshuolto toimivat yhteistyössä ja käyttävät apuna asiantuntijoita. Työterveyshuolto voi tukeutua Työterveyslaitoksen aluelaitokseen, joka sijaitsee lähinnä kyseistä työpaikkaa. Kaikissa aluelaitoksissa on sisäilmastoasiantuntijaryhmä, jossa on eri alojen asiantuntijoita. Työnantaja on vastuussa ulkopuolisten asiantuntijoiden aiheuttamista kustannuksista ja päättää työsuojelu- ja työterveyshuoltohenkilöstöä kuultuaan, kenen asiantuntijan puoleen on kulloinkin syytä kääntyä.

Kun sisäilmasto-ongelman aiheuttaja on tutkimuksissa selvinnyt, saadaan käsitys tilojen käyttäjille koituvasta terveysriskistä. Mikäli ongelma on pystytty nimeämään, se on koetettava poistaa viivyttelemättä. Työntekijöiden mahdollista terveysriskiä arvioi työterveyshuolto tukeutuen usein Työterveyslaitokseen. Viranomaispäätöksen tilojen käytöstä antaa alueellinen työsuojelupiiri.

Silloin, kun ongelma on suuremmalla joukolla työntekijöitä tai asukkaita, oireiden ja rakennuksen välisten yhteyksien selvittämiseksi voidaan käyttää vakiomuotoisia kysely- ja tarkastuslomakkeita (Työterveyslaitoksen sisäilmastokysely). Sen avulla selvitetään työntekijöiden tai asukkaiden oireiden esiintymistä, olosuhteita, ympäristökokemuksia hajujen, vetoisuuden ja lämpötilaolosuhteiden osalta viimeisen kolmen kuukauden aikana. Kysely voidaan tehdä, jos tutkittavia on vähintäin kymmenen. Yleisesti katsotaan, että viikoittain oireita tai haittoja rapor-

toivien osuus ei saisi ylittää 20 % tutkituista. Koska asukkailla tai työntekijöillä esiintyy monenlaisia oireita rakennuksessa kuin rakennuksessa, tulokset tulee suhteuttaa johonkin "terveeseen" vertailukohteeseen tai kerättyyn normaaliaineistoon.

Ongelmakohteen ja vertailukohteen vastaukset tulostetaan graafisesti, jolloin lopputulos on mielipide- ja oireprofiili. Jos kyselyn tulos sopii vesivahinkoon tai homeongelmaan, ja se on varmistettu, korjaustoimenpiteet on käynnistettävä heti odottamatta vakavampia sairastumisia.

Työpaikkojen osalta jokainen aluetyöterveyslaitos tarjoaa näitä palveluita ja antaa tarvittaessa lausunnon tehdystä kyselystä. Oireileville työntekijöille on tarjottava mahdollisuus hakeutua työterveyshuollon vastaanotolle. Työterveyshuollon kliinisissä tutkimuksissa diagnosoidaan sisäilmastoperäiset oireet ja sairaudet. Työterveyslaitoksen tai keskussairaalan jatkotutkimuksiin ohjataan ongelmatapaukset (kuva 2)

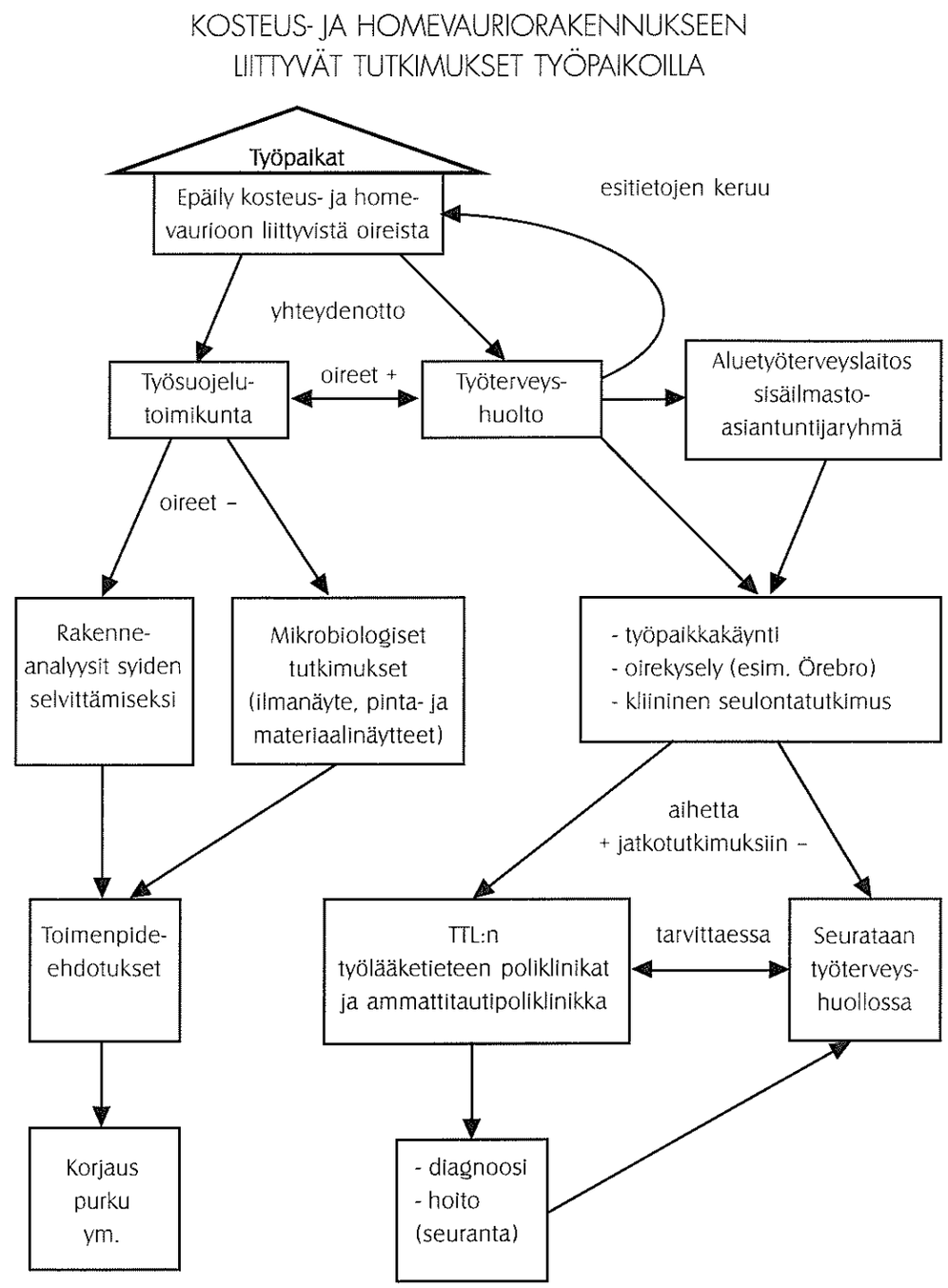
Perusteltuja ammattitautiepäilyjä tutkittaessa vakuutuslaitokset korvaavat tutkimuksista aiheutuvat kulut. Ammattitaudin todetessaan lääkärin on tehtävä ammattitauti-ilmoitus työsuojelupiiriin ja lääninlääkärille sekä kirjoitettava niin sanottu lääkärinlausunto-E työpaikan vakuutusyhtiölle.

Lähettäessään työntekijään ammattitautiepäilynä jatkotutkimuksiin työterveyslääkärin on huolehdittava siitä, että työpaikan tutkimuksista on mukana mahdollisimman tarkka selvitys. Koko sisäilmasto-ongelman tutkimuksen ajan työnantaja ja työntekijät tulee pitää tietoisina hankkeen etenemisestä. Sisäilmasto-ongelma tulee hoitaa "projektina", joka etenee huolellisen suunnittelun, selkeän työnjaon, asiallisen informaation sekä ripeän aikataulun mukaisesti.

Sisäilmasto-ongelman hoitaminen on moniammatillista yhteistyötä, jossa työpaikan edustajat, työsuojelu ja työterveyshuolto, kiinteistön omistaja sekä ulkopuoliset asiantuntijat seuraavat määrävälein hankkeen etenemistä.

KUVA 2.

Ehdotus työpaikan sisäilmaongelmista kärsivien potilaiden tutkimus- ja hoitokaavioksi. Esimerkkinä kosteus- ja homevaurriorakennus.



Työperäisten allergisten hengityselinsairauksien määrä on ollut kasvussa koko 1990-luvun ajan, mutta eläinpölyt ja kasviperäiset allergeenit ovat olleet paljon yleisempiä aiheuttajia kuin homesienet (taulukot 14 ja 15). Ne ovat näkyneet merkittävässä määrin tilastoissa vasta vuoden 1994 jälkeen. Syynä on ollut osittain se, että homesieniä ei ole aikaisemmin pidetty (havaittu) tärkeinä ammattitaudin aiheuttajina muilla työpaikoilla kuin maataloudessa. Karjanhoitajien homepölykeuhko on seurausta karjan ruokinnan yhteydessä tapahtuvasta massiivisesta home- ja bakteerialtistuksesta, joka poikkeaa oleellisesti kosteus-homevaurioisessa toimistotilassa tapahtuvasta altistumisesta.

TAULUKKO 14.

Työpaikkojen sisäilman allergeenit ammattitautien (astma ja nuha) aiheuttajina 1990-luvulla (Työperäisten sairauksien rekisteri, Työterveyslaitos).

Aiheuttaja	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
eläinten epiteeli, karvat ja eritteet	299	260	270	284	258	254	209
jauhot, viljat, rehut	129	162	184	194	187	160	162
isosyanaatit	35	26	14	13	12	14	8
kasvit	31	27	21	18	25	15	27
punkit	10	38	46	54	62	66	84
homesienet	3	4	7	13	28	93	183
Yhteensä	507	517	542	576	572	602	673

TAULUKKO 15.

Homepölyn aiheuttamat työperäiset hengitystiesairaudet vuosina 1992-96 (Työperäisten sairauksien rekisteri, Työterveyslaitos).

Ammattitauti	1992	1993	1994	1995	1996
Allerginen nuha	4	8	15	45	99
Astma	3	5	13	48	84
Allerginen alveoliitti	124	137	131	87*	78
- maatalous	*112*	*125*	*128*	*65*	*62*
- muu toimiala	*12*	*12*	*3*	*22*	*16*
Orgaanisen pölyn toksinen oireyhtymä (ODTS)					10
Yhteensä	131	150	159	180	271

*= sisältää ODTS-tapaukset

Työyhteisön psykososiaaliset tekijät. Sisäilmastoon liittyviä oireita on vuosikymmenet leimattu luulosairaudeksi. Kun sisäilmasta ei löydetty kemiallisia, fysikaalisia tai biologisia tekijöitä, jotka olisivat selittäneet sisätiloissa olevien oireita, katsottiin, että syyt ovat enemmän tai vähemmän psyykkisiä. Usein valittajat olivat toimistotyöntekijöitä, jolloin asiaa saatettiin pitää herkkien naisten vaivoina. Eräissä tapauksissa on esiintynyt joukkohysterian piirteitä, mutta ne ovat olleet poikkeuksia. Sisäilmasto-ongelmien, työyhteisöllisten ja psykologisten tekijöiden suhteista on riittämättömästi tutkimustietoa. Tiedetään kuitenkin, että sisäilmasto-ongelmat aiheuttavat työyhteisössä jännitteitä. Hankala ongelma voi johtaa työyhteisökriisiin, mikä on nähty lukuisissa kosteus- ja homevauriotapauksissa. Toisaalta kriisissä oleva työyhteisö ajautuu poikkeuksetta sisäilmasto-ongelmissaan vaikeuksiin. Pienikin ongelma voi saada aikaan vaikean tilanteen, vaikeamman kuin tasapainoisessa työyhteisössä.

Työyhteisön ja psykososiaalisten tekijöiden osuutta sisäilmasto-ongelmien tutkimuksessa voidaan selvittää kyselyn avulla. Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyssä työyhteisö-näkökohtaa tarkastellaan osana muuta tutkimusta. Kysymykset antavat sisäilmastotutkijalle kuvan työntekijöiden kokemasta työn laadullisesta ja määrällisestä kuormittavuudesta sekä työntekijän mahdollisuudesta vaikuttaa omaan työhönsä. Vastaukset kysymyksiin "Onko työsi mielestäsi mielenkiintoista ja innostavaa?" ja "Onko sinulla liian paljon työtä?" kertovat työn kuormittavuudesta. Kysymykset "Onko sinulla mahdollisuuksia vaikuttaa työhösi ja työoloihisi?" sekä "Saatko apua työtovereiltasi, jos sinulla on ongelmia työssä" kuvaavat työntekijän mahdollisuutta vaikuttaa työhön sekä työilmapiiriin. Kun samassa kyselylomakkeessa on kohdat, joissa vastaaja ilmoittaa sisäilmastoon liittyvät epäkohdat sekä sisäilmastoon liittyvät oireensa, voidaan työyhteisön tilanne ottaa huomioon arvioitaessa ympäristövalituksien ja oireiden määrää.

Työyhteisön tila, työilmapiiriä ja psykososiaalisia näkökohtia voidaan tarvittaessa tutkia monipuolisemmalla kyselyllä ja toteuttaa tulosten perusteella työyhteisöinterventioita mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

Ensimmäiset tutkimukset sisäilmasto-ongelmien vaikutuksesta työyhteisöjen tilaan ovat parhaillaan käynnissä. Niiden perusteella avoimmuus, hyvä tiedon kulku ja nopea toiminta ongelmien tutkimisessa johtavat suotuisampaan lopputulokseen.

SISÄILMASTO-ONGELMIEN TUTKIMINEN VIRANOMAISYHTEISTYÖNÄ

Ongelmien selvittämisessä tarvitaan kuntien terveysvalvonnan, terveydenhuollon ja kiinteistön omistajien yhteistyötä. Terveysvalvonnalla on oltava riittävästi voimavaroja tarkastusten suorittamiseksi, mutta viime vuosina on terveystarkastajien virkoja muutettu ympäristönsuojelun puolelle. Rakennusvalvonnan ja terveysvalvonnan organisaatiot, käytän-

tö ja tehokkuus vaihtelevat voimakkaasti kunnasta toiseen.

Ympäristöministeriön alaisena toimii kuntien ympäristötoimi, ympäristöjohtaja ja ympäristötarkastajat, joita on noin 200 henkilöä. He valvovat ja toteuttavat terveyden kannalta tärkeitä ilmansuojelulakia, meluntorjuntalakia ja jätehuoltolakia. Ympäristötoimen yhteydessä on tavallisesti myös kuntien terveysvalvonta, josta vastaavat terveysvalvonnan johtaja ja terveystarkastajat. Heitä on noin 1800 henkilöä ja heitä ohjaa uusi **terveydensuojelulaki**. Sekä ympäristö- että terveysvalvonnassa on erittäin vähän ympäristöterveyden lääketieteellistä asiantuntemusta. Tämä puute on tullut vahvasti esiin homeongelman yhteydessä. Kuntien sosiaali- ja terveystoimi huolehtii perusterveydenhuollosta ja erikoissairaanhoidosta asianomaisten lakien mukaan, mutta ei ole kiinteässä yhteydessä ympäristötoimeen.

Monissa kunnissa yhteistyötä on parannettu perustamalla **sisäilmatyöryhmä**. Joensuussa sisäilmatyöryhmään kuuluvat terveysvalvonnan johtaja (eläinlääkäri), lääkäri, terveystarkastaja ja rakennustekniikan asiantuntija. Imatralla ryhmään kuuluvat terveysvalvonnan johtaja (eläinlääkäri), lääkäri, terveystarkastaja, rakennustekninen asiantuntija ja palopäällikkö. Nämä ovat suositeltavia järjestelyjä, mutta eivät poista sitä ongelmaa, että terveysvalvonnan virkamiehiltä puuttuu ympäristölääketieteellistä osaamista eli he eivät kykene arvioimaan esimerkiksi mittauksissa havaittujen epäpuhtauspitoisuuksien tai homeiden terveysvaikutuksia. Näin on siitä huolimatta, että terveysvalvonnan tehtäviin suuntautuvat eläinlääkärit tai kemistit saavat koulutusta ihmisen terveyttä uhkaavista ympäristötekijöistä. Lääkärien yleinen osaamattomuus ympäristölääketieteessä ei paranna tilannetta, vaikka he olisivatkin työryhmissä jäseninä. Lääkärien ympäristöterveydenhuollon ja allergologian koulutusta on lisättävä ja huolehdittava erikoistumiskoulutuksesta näille aloille. Koulutuksen myötä kuntien terveysvalvonnan johtotehtävät pitää avata myös lääkäreille. Lääninlääkärit ja lääninelläinlääkärit pitää saada tukemaan kuntien ympäristöterveydenhuoltoa.

Kuntien perustamat sisäilmatyöryhmät ovat parantaneet terveysvalvonnan, terveydenhuollon ja rakennusasiantuntijoiden yhteistyötä.

Vuonna 1997 monissa kunnissa oli hometarkastuksiin kuukausien, Helsingissä puolen vuoden jono. Kuntien terveysviranomaisten voimavarat eivät tällä hetkellä riitä sisäilmaongelmien hoitamiseen. Pitkät viiveet lisäävät asukkaiden altistumista ja vaurioiden pahenemista. Kuntien terveysvalvonta tekee sisäilmatutkimuksia pääasiassa valitusten perusteella.

Sosiaali- ja terveysministeriö on kuluvana vuonna saanut valmiiksi sisäilman tutkimusohjeet: **"Sisäilmaohje, asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät."** Ohjeita annetaan muun muassa lämpötilan, kosteuden, ilmanvaihdon, radonin ja kemiallisten epäpuhtauksien ja mikrobien määrittämiseksi. Sisäilman tutkimustuloksia ei systemaattisesti kerätä muuta kuin erillisissä tutkimushankkeissa. Tästä on poikkeuksena Säteilyturvakeskuksen keräämät radonmittausten tulokset.

Joensuun kokoisessa kaupungissa on viime vuosina tarkastettu lähinnä valitusten perusteella noin 150 kohdetta vuodessa. Niistä noin 120 on ollut asuntotarkastusta ja kosteusvaurio on löytynyt vajaassa puolessa kohteita. Joensuussa on ollut yllättävän yleistä ympäristön valumavesien valuminen asuntoon. Muut yleiset ongelmat ovat olleet huono ilmanvaihto, asukkaiden osaamattomuus "käyttää asuntoa" ja kunnossapidon puutteet.

Suurin osa asuntojen tarkastuspyynnöistä on asiallisia, mutta myös turhia tarkastuksia vaaditaan. Tarkastukset ovat asukkaille ilmaisia, mikä on johtanut myös palvelujen väärinkäyttöön. Tarkastuksiin pitäisi asettaa rahallinen omavastuu, esimerkiksi 300 markkaa/tarkastus.

Rakennusvalvonnan voimavarat tulee turvata ja valvonnassa on siirryttävä ainakin pistokokeina tehtäviin mittauksiin ja tarkistuksiin ja edellytettävä epäkohtien korjaamista ennen rakennuksen käyttöönottoa.

• *Hometta on myös ihmisten korvien välissä.*
(Jouni J. Särkijärvi)

3. TUTKIMUS, KOULUTUS JA TIEDOTUS

TUTKIMUS

Sisäilmastotutkimus on melko nuorta ja käynnistynyt maassamme vasta 1980-luvulla. Tutkimuksen lähtökohdat ovat olleet paljolti rakennusteknisiä ja keskittyneet esimerkiksi ilmanvaihtokysymyksiin. Lääketieteellistä ja terveysvaikutuksiin keskittyvää tutkimusta on ollut liian vähän. Lääketiede on ollut sivujuonne sisäilmastotutkimuksessa. Sisäilmaan perehtyneitä lääkäritutkijoita on edelleenkin vain muutamia. Tilanne on hitaasti muuttumassa. Sisäilmaston osalta pätee paljolti sama kuin yhdyskuntailman osalta aikaisemmin: monenlaisia mittauksia tehdään ja tuloksia on loputtomasti, mutta vain vähän tiedetään siitä, mitä ne merkitsevät ihmisen viihtyvyyden ja terveyden kannalta. Pitää panostaa vaikutustutkimuksiin ja jättää rutiinimittaaminen vähemmälle. Mittaustiedolle on löydettävä yhtymäkohdat arkitodellisuuteen ja kliiniseen lääketieteeseen. Tarvitsemme erityisesti terveyslähtöisiä tutkimuksia. Tutkimustarpeet voidaan linjata ja ryhmitellä seuraavasti:

- Sisäilmastoperäisten terveyshaittojen ja tärkeimpien altisteiden määrittäminen, altisteiden vaikutusten ja terveysriskien arviointi sekä riskinarviointimenetelmien kehittäminen.
- Potilaiden tutkimus- ja hoitomenetelmien kehittäminen tavoitteena parempi ja varhaisempi sairauksien diagnostiikka sekä asianmukainen hoito.
- Tutkimus ja tuotekehitys terveyttä vaarantavan sisäilmastoperäisen altistuksen ehkäisemiseksi, haittojen torjumiseksi ja korjaustoimenpiteitä varten.

- Terveystaloudellisten arviointimenetelmien kehittäminen yhtäältä potilashoitoa ja toisaalta sisäilmastoon kohdistuvia korjaustoimenpiteitä varten.

Sisäilman mikrobien, allergeenien ja epäpuhtauksien aiheuttamien oireiden ja sairauksien syntymekanismeja tunnetaan kovin puutteellisesti. Allergeenien, tupakansavun ja asbestin osalta tiedot ovat parhaimmat ja altisteen ja terveyshaitan syy-yhteys on usein pätevästi osoitettavissa. Homesienten osalta olemme vasta tien alussa ja kemiallisten epäpuhtauksien aiheuttamista haitoista on vain aavistus.

Tutkimustarpeet ulottuvat oireiden ja sairauksien epidemiologiasta molekyylibiologiaan. On aloitettava oireiden ja sairauksien esiintyvyydestä, löydettävä spesifiset taudinaiheuttajat, selvitettävä oireiden mekanismit ja siten saatava avaimet ehkäisyyn ja hoitoon. Tarvitaan paljon nykyistä enemmän perustutkimusta, joka on kansainvälisestikin tällä alalla nuorta. Sairauksien aiheuttajien ja oireiden mekanismien paljastaminen edellyttää immunologian, biokemian ja molekyylibiologian osaamista ja solutason tutkimusta. Elinvasteiden määrittämiseen tarvitaan immunologian lisäksi erityisesti toksikologista tietämystä. Perustutkimuksen ohella on tehtävä käytännönläheisiä selvityksiä ja soveltavaa tutkimusta, jotta toimenpiteitä osataan suunnata oikein ja taloudellisesti.

Terveyskeskusten ja työterveysasemien lääkärit tutkiessaan potilaita tarvitsevat nykyistä kätevämpiä ja luotettavampia menetelmiä erityisesti allergeenien ja mikrobien aiheuttamien oireiden selvittämiseksi. Potilaiden koti- ja työympäristöolosuhteiden kartoitukseen kliinisessä tilanteessa pitää löytää käyttökelpoisia seulontamenetelmiä. Sairauksien mahdolliset aiheuttajat ja altisteet pitää saada nykyistä paremmin selville. Sisäilmatekijät aiheuttavat sinänsä tuttuja sairauksia, joilla on nimet ja diagnostiset kriteerit: astma, allerginen nuha, allerginen alveoliitti (homepölykeuhko), krooninen keuhkoputkentulehdus, poskiontelotulehdus jne. On kuitenkin oireyhtymiä, joiden osalta diagnostiset kriteerit häilyvät. Tätä ongelmaa on erityisesti homesienten aiheuttamissa oireissa ja sairauksissa. Sisäilmatekijöiden aiheuttamien sairauksien diagnostisia kriteereitä pitää kehittää, jotta taudeille ja oireyhtymille saadaan yhteismitalliset nimet.

Erikoissairaanhoidon klinikat tarvitsevat nykyistä parempaa immunologista osaamista potilaan immuunivasteen selvittämiseksi. Klinikat tarvitsevat vakioituja testiaineita ihotestejä, altistuskokeita ja immunologisia tutkimuksia varten. On kehitettävä spesifisiä hengitysteiden ja silmien sidekalvon altistustutkimuksia allergeeneille, homesienille ja kemiallisille epäpuhtauksille altistumisen ja oireilun syy-yhteyden osoittamiseksi. Tämä on erityisen välttämätöntä ammattitautiepäilyissä.

Koska sisäilmaston aiheuttamat terveyshaitat ovat merkittävä kansanterveydellinen, työterveydellinen ja kansantaloudellinen ongelmavyyhti, on yliopistojen, tutkimuslaitosten ja muiden asiantuntijatahojen tehostettava yhteistyötä, varattava voimavaroja ja rakennettava tutkimusohjelmia. Sisäilmaston tutkiminen vaatii usein tavanomaisesta poikkeavia suunnitelmia ja järjestelyjä projekteihin osallistujilta ja erityisesti niiden johdolta, koska tarvitaan monitieteistä lähestymistä ja tieteenalojen uudenlaista yhteistyötä. Terveyshaittaa aiheuttavat sisäilman fysikaaliset, kemialliset ja biologiset tekijät, joihin usein liittyy psykososiaalisia tekijöitä. Usein ongelmien taustalla on monien aiheuttajien pitkäaikaisen vaikutuksen, pienten epäpuhtauspitoisuuksien ja monimutkaisten psykososiaalisten tekijöiden verkko.

Kansanterveyslaitos ja Työterveyslaitos ovat terveysvaikutustutkimusten osalta avainasemassa. Näiden laitosten tulisi asettaa sisäilmastotutkimuksia etusijalle määrittäessään tutkimuspainotuksia ja toimia monitieteisten tutkimushankkeiden koordinoijina. Laitosten yhteistyö, esimerkiksi yhteisen sisäilmatutkimukseen keskittyvän johtoryhmän avulla on välttämätöntä.

Suomen Akatemian uusi ympäristöterveyden tutkimusohjelma on merkittävä avaus, jota pitää jatkaa ja vahvistaa. Akatemian ohjelma ei kuitenkaan yksin riitä. Myös muiden rahoittajien, kuten ministeriöiden, rahastojen ja tutkimuslaitosten on varattava varoja sisäilmaston tutkimukseen. Poikkitieteellisyyden tarpeesta puhutaan, mutta rahoittajat ovat tähän asti katsoneet asiaa lähinnä vain oman sektorinsa kannalta.

Sisäilmaston aiheuttamien ongelmien terveystaloudellinen tutkimus on alkutekijöissään ja sitä tarvitaan kipeästi. Terveyshaittojen kansantaloudellisesta merkityksestä voidaan esittää vain karkeita arvioita. Myöskään rakennusten korjaustoimenpiteiden hyötysuhteesta terveyttä ja viihtyvyyttä ajatelleen ei ole mitään käsitystä.

Terveysnäkökulmasta tärkeitä tutkimusaiheita ovat muun muassa seuraavat:

- Kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamat terveyshaitat.
  Lajistoltaan ja voimakkuudeltaan vaihtelevan home- ja sädesienialtistuksen kliininen merkitys on selvitettävä. Näytteenotto- ja analyysimenetelmiä on kehitettävä ja vakioitava. Tarvitaan interventiotutkimuksia tehtyjen korjaustoimien vaikutuksesta asukkaiden tai työntekijöiden terveyteen sekä tietoa korjaustyön laadun arvioinnista. Kosteusvaurion korjaustarpeen kriteerit pitää määritellä. Kosteus- ja homevaurioisen asunnon asumiskelpoisuudesta pitää saada tietoa.
- Sisäilman homesienten ja allergeenien aiheuttaman immunologisen vasteen (IgG- ja IgE-vasta-aineet) kliininen merkitys. Homesienten aiheuttamien reaktioiden diagnostiset työkalut lääkärin vastaanotolla.
- Psyykkisten ja psykososiaalisten tekijöiden merkitys sisäilmastoongelmissa (myös paniikkihäiriöiden ja hyperventilaatiosyndrooman merkitys)
- Materiaalipäästöjen aiheuttamat terveysriskit
- Melu- ja ääniympäristön aiheuttamat terveysriskit
- Otsonin aiheuttamat terveysriskit
- Hajusteiden ja painomusteen vaikutukset työpaikoilla
- Sähkömagneettisten kenttien terveysmerkitys erityisesti toimistoympäristössä (näyttöpäätteet, tulostimet, faksit, kopiokoneet)
- Henkilökohtaisen altistumisen mittaaminen ja arviointi (henkilökohtaiset altistumismittarit, työ- ja vapaa-ajan altistustietojen integraatio)
- Uusien asuntojen asukkaiden terveys asumisolosuhteissa.
  Selvitykseen tulee sisällyttää epäpuhtauksien, ilmanvaihdon, asumiskäyttäytymisen sekä asukkaiden terveyden selvittäminen. Osa uusiin asuntoihin muuttaneista aiemmin oireettomista asukkaista saa oireita, jotka ilmeisesti liittyvät uuteen asuntoon.
- Siivouksen ja erilaisten siivousmenetelmien merkitys terveyshaittojen vähentämisessä

Rakentamisessa ja kiinteistöjen ylläpidossa tärkeitä tutkimus- ja kehitystarpeita ja teknologialle asetettavia haasteita ovat muun muassa seuraavat (perustuu osin Terve Talo - ohjelmaan):

- Rakentamisprosessin kehittäminen, virheiden vähentäminen
- Ilmanlaadun mittarien kehittäminen (hiilidioksidi, haihtuvat orgaaniset yhdisteet jne.)
- Rakenteiden ja materiaalien päästöt, erityisesti tasoitteet, liimat, lakat, maalit ja betoni
- Materiaalien, rakenteiden ja erityyppisten rakennusten kosteuskäyttäytyminen, kosteusvaurioiden kustannushyödylliset korjausmenetelmät
- Kosteuden hallinta rakennusvaiheesta tilan käyttöön
- Ilmanvaihdon, ilmastoinnin ja lämmityksen tekniikka, ilmanvaihtojärjestelmien hygienia
- Sisäilmaston käytön, ylläpidon ja valvonnan tekniikat
- Kosteusvaurioiden kustannushyödylliset korjausmenetelmät
- Sisäilmayhdistyksen sisäilman laatuluokituksen uudistaminen ja vertaaminen tutkimustietoon

KOULUTUS

Sisäilmastoon liittyvää koulutusta on liitettävä ainakin lääkärien peruskoulutukseen ja erikoislääkärikoulutukseen, terveydenhuollon koulutukseen sekä rakentajien ja ympäristöviranomaisten koulutukseen.

Kliinisen allergologian ja ympäristölääketieteen merkitys on yhteiskunnassa yleisesti kasvanut. Lääkäreillä pitää säilyttää mahdollisuus erikoistua näille aloille.

Yliopistoihin tarvitaan asianomaiset koulutusohjelmat ja voimavaroja opetukseen. Tämä on myös avain lääketieteellisen tutkimuksen kehittämiseksi näillä aloilla. Lääkäreiden perusopetukseen on sisällytettävä niin kansanterveystieteen opintojakson kuin kliinisten erikoisalojen (allergologia, ihotaudit, keuhkosairaudet, korva-, nenä- ja kurkkutaudit, lastentaudit ja työterveyshuolto) yhteydessä tietoa sisäilman terveyshaitoista, sairauksien diagnosoinnista ja hoidosta. Jo perusopetuksessa on otettava esiin lääkärin tehtävät ympäristötutkimusten ja altistumisen arvioinnin osalta sekä toiminta muiden asiantuntijoiden kanssa ongelmia ratkottaessa. Lääkäreiden jatkokoulutuksessa on muistettava edellä mainituilla erikoisaloilla sisäilmakysymykset ja esiteltävä tutkimustoimintaa sekä menettelytapoja käytännön tilanteissa.

Hallituksen työllisyysohjelmassa edellytettiin selvitettäväksi keinot rakennusvirheiden kartoittamiseksi. Asiantuntevaa henkilöstöä tulee kouluttaa tähän työhön. LVI-insinöörejä, rakennusinsinöörejä ja rakennusmestareita voitaisiin kouluttaa rakennusvirheiden toteamiseen ja korjaussuunnitelmien laatimiseen. Koulutukseen pitää sisällyttää myös tietoa terveyshaittojen torjunnasta. Näin saadaan työtä rakennus- ja ilmanvaihtoalan asiantuntijoille ja käynnistetään pahimpien epäkohtien korjaustoiminta. Tällainen koulutus onkin aloitettu pilottiluonteisesti Kuopion yliopiston ja muiden laitosten yhteistyönä vuonna 1996.

Kolmenkymmenen opintoviikon koulutus sisäilmaston asiantuntijaksi on suunnattu rakennusalan ammattilaisille, esimerkiksi rakennusinsinööreille. Tätä toimintaa tulee vahvistaa ja kehittää.

Kunnallisen terveysvalvonnan työmäärä on viime vuosina voimakkaasti lisääntynyt kosteus- ja homevauriorakennusten tutkimusten myötä. Terveystarkastajien ja terveysvalvonnan laboratorioissa toimivien asiantuntijoiden koulutusta on lisättävä ja taattava, että jokaisessa kunnassa tunnetaan hometalojen ongelmien lisäksi myös muut tärkeimmät sisäilmaston aiheuttamat terveyshaitat ja niiden torjuntamahdollisuudet. Terveystarkastajien koulutuksessa on erityistä huomiota kiinnitettävä rakennusten teknisiin asioihin ja ilmanvaihtojärjestelmiin. Laboratorioiden laatukoulutusta on lisättävä, kunnallisten laboratorioiden mittaustoiminnalle pitää saada laatukriteerit. Harvinaisemmat ja vaativammat tutkimukset on keskitettävä joihinkin alueellisiin toimintayksiköihin, koska kaikkien kunnallisten laboratorioiden ei kannata pitää yllä yhtä laajaa tutkimusvalmiutta.

• *Opittu on, vaan eipä niin pirusti.*
(Antero Mukka, HS 1997)

Kuntiin on saatava sisäilmaston ongelmatapauksia pohtivia ja ratkovia työryhmiä. Eläinlääkäri, perusterveydenhuollon lääkäri, terveystarkastaja ja muut työryhmän jäsenet tulee kouluttaa tehtäväänsä.

Työsuojelutarkastajat eivät riittävästi hallitse työpaikkojen sisäilmasto-ongelmia. Heidän tulee toimia yhteistyössä alueellisten asiantuntijalaitosten kanssa, joista he tarvittaessa pyytävät apua ja tarkempia selvityksiä esille tulleen ongelman luonteesta ja laajuudesta. Työsuojeluviranomaisten ja aluetyöterveyslaitosten on järjestettävä alueellisia koulutustilaisuuksia yhteistyön kehittämiseksi.

Kauppa- ja teollisuusministeriön johtamassa MOTIVA-ohjelmassa on koulutettu asiantuntijoita energiakatselmointiin. Heidän ja sisäilmastoasiantuntijoiden yhteistoiminta tulee selvittää ja koordinoida. Rakennuksen kuntoarvioijien koulutuksen (tutkinto) yhdistämistä energiakatselmointikoulutukseen tulee harkita.

Teknillisen korkeakoulun LVI- ja rakennusinsinöörikoulutukseen tulee sisällyttää riittävästi sisäilmastoaiheista koulutusta, jossa on mukana myös terveysnäkökohtia. Erityisesti pitää paneutua korjausrakentamiseen.

Sosiaali- ja terveysministeriön, ympäristöministeriön, opetusministeriön ja työministeriön asianomaisille virkamiehille tulee järjestää tarpeen mukaan koulutusta sisäilman terveyshaitoista ja niiden torjumisesta. Erityisesti muiden kuin sosiaali- ja terveysministeriön virkamiesten tulisi muistaa rakentamiseen aina liittyvä terveysnäkökulma.

Peruskoulun ja lukion opetuksessa sisäilmastoteema voidaan ottaa osaksi "Terveellinen ympäristö" opetusohjelmia. Aihetta tulisi esitellä eri yhteyksissä. Sisäilmastoon liittyvien teemojen käsittely palvelee terveyskasvatusta ja sopii luontevasti esimerkiksi tupakansavun terveyshaittojen tarkastelun yhteyteen.

Sisäilmayhdistyksen vuotuinen sisäilmaseminaari on ollut onnistunut ja kehittyvä tilaisuus, jossa eri alojen asiantuntijat ovat kokoontuneet ja esitelleet tutkimustuloksiaan. Tilaisuutta pitäisi kuitenkin kehittää enemmän terveysnäkökulmaa huomioon ottavaan suuntaan. Sisäilmastoseminaareja pitäisi lähivuosina järjestää myös muualla kuin Helsingissä.

TIEDOTUS

Lähtökohta:
Ihmiset eivät tiedä rakennusten toiminnan ja ilmanvaihdon periaatteista juuri mitään.

Sisäilmastokysymyksistä, rakennusten käytöstä ja huollosta pitää järjestää suurelle yleisölle suunnattua valistusta. Terveyshaitoista ja niiden torjunnasta tiedotettaessa sosiaali- ja terveysministeriö voi koordinoida ministeriöiden yhteisiä tietoiskuja kotitalouksiin. Niissä pitää käsitellä esimerkiksi kosteusvaurioiden ehkäisyä, homevaurioiden tunnistamista ja aikaista korjaamista, ilmanvaihtokysymyksiä, hartiapankkirakentamista, kodin tavallisia korjauksia sekä kiinteistöjen hoitoa ja huoltoa. Ympäristöministeriön kampanja "Kosteus kuriin" on hyvä esimerkki tämän suuntaisesta tiedottamisesta. Televisiota ja radiota pitäisi käyttää sanoman vahvistamiseksi.

Tiedotusvälineissä on käsitelty lähinnä vaikeita ongelmatapauksia, jatkossa päähuomio pitää kiinnittää ongelmien ratkaisemiseen.

• *Kotina homepommi.* (SK 1997)

Terveyshaittoihin liittyvän tiedotuksen ja myös koulutuksen vastuuta voidaan jakaa siten, että järjestöt, kuten Allergia & Astmaliitto, Hengitys ja Terveys, Keuhkovammaliitto, Asumisterveysyhdistys ja Suomen sisäilmayhdistys huolehtivat tiedottamisesta omalle jäsenistölleen ja osin suurelle yleisölle. Viimemainitun tiedotuslehteä Sisäilmauutisia kannattaa kehittää rakennus- ja LVI-alan sekä terveydenhuoltoalan yhteisfoorumina. Järjestöt tuottavat myös terveyskasvatusaineistoa yhteistyössä terveys-, opetus- ja ympäristöviranomaisten kanssa. Tätä aineistoa voidaan lähivuosina suunnata sisäilmakysymyksiin. Järjestöt saavat tähän työhön taloudellista tukea mm. Raha-automaattiyhdistykseltä, joka voi painottaa sisäilmakysymyksiä.

Rakennusalalla on monia tiedotuskanavia, joiden tulisi käynnistää paremman ja terveemmän rakentamisen tiedotuskampanja.

• *Rakennustyön taso on Suomessa yhä kurjalla tolalla.* (Antero Mukka, HS 12.5.1997)

Rakennusalalle on langennut varjo, jonka vain ala itse voi poistaa.

4.
TERVEYDEN EDISTÄMINEN RAKENTAMISESSA JA KIINTEISTÖJEN YLLÄPIDOSSA

Rakennukset rakennetaan lähinnä ihmisten käyttöä varten. Siksi rakentamisen keskeinen tavoite on terveellinen sisäilmasto. Rakennuksissa tulee aina olemaan terveyshaittoja. Niiden määrään, vaikeuteen ja ilmaantumisen nopeuteen voidaan kuitenkin ratkaisevasti vaikuttaa.

Rakentamisessa vaikuttava voimakas taloudellinen paine on tekijä, joka ohjaa suunnittelua ja toteutusta. Terveys- ja viihtyvyystekijöitä on vähätelty ja ongelmien osoittamiseksi on monesti vaadittu kohtuuttoman vahva näyttö. Kuitenkin suuri osa sisäilmahaitoista on poistettavissa tai vähennettävissä yksinkertaisilla keinoilla. Kysymys ei useinkaan ole lisäkustannuksista vaan tietämisestä ja osaamisesta. Suunnittelijoilla ja rakentajilla pitää olla riittävästi tietoa erilaisten ratkaisujen vaikutuksesta sisäilmaan. Haittojen ehkäisy on ratkaisevasti parempi ja halvempi keino, kun vikojen etsiminen ja korjaaminen jälkikäteen.

Tekniikan ja rakentamisen ammattilaiset luovat ratkaisuillaan perustan sisäilman laadulle. Sen takia käytännön rakentajat on saatava kiinnostumaan terveellisestä rakentamisesta. Laadunvalvonta on pahasti puutteellista: tarvitaan laatuajattelua ja laadunvarmistusta. Rakennuttajat ovat keskeisessä asemassa. Maksajan pitää oppia vaatimaan laatua. Tilojen käyttäjä on sen jälkeen vastuussa sisäilman säilymisestä hyvänä.

Lääkärit ja terveydenhuoltohenkilökunta hoitavat ihmisten oireita ja sairauksia, joiden taustalla on luultua useammin kodin tai työpaikan huono ilma. Viime vuosien homekeskustelu on tämän paljastanut. Tilannetta ei korjaa apteekkiin viety lääkeresepti vaan yhteistyö rakentamisen ja terveydenhuollon asiantuntijoiden välillä niin, että tehdään terveellisiä ja viihtyisiä rakennuksia sekä pidetään niistä oikealla tavalla huolta.

KEHITYKSEN KULKU

Jotta ymmärrettäisiin miten nykyisiin ongelmiin on jouduttu, luodaan seuraavassa katsaus rakentamisen kehitykseen sotien jälkeen.

Sodan jälkeen 1950-luvulla Suomessa alkoi voimakas jälleenrakentamisen kausi. Rakentamisteknologian kehitys keskittyi asuinrakentamiseen, koska asunnoista oli valtava pula. Perustettiin "arava", joka myöhemmin muutettiin asuntohallitukseksi ohjaamaan valtion tukea asuinrakentamiseen. Sodan jälkeiset vuodet rakennustekniikka noudatti aikaisemmin opittua rakentamistapaa, jolle oli ominaista massiiviset tiilirakenteet, luonnollisen ilmanvaihdon rakennusaineiset hormit ja puolimetriset betoniholvit. Tekniikka oli opittu jo ennen sotia. Materiaalipula oli vallitseva, joten kaikkea mahdollista pullonkorkeista, vanerilaatikoiden kansista ja koksikuonasta lähtien käytettiin rakentamiseen.

Kuusikymmentäluvulla alkoi teollisen rakentamisen kausi, jonka ajatuksena oli koota talot (nimenomaan asuintalot) valmisosista. Asuntojen määrällinen tarve kasvoi muuttoliikkeen seurauksena valtavasti.

Elementtiteollisuus mahdollisti asuntojen nopean tuottamisen, koska elementtirakentaminen osoittautui työmaalla nopeaksi. Rakennustyöntekijöitä motivoitiin sillä, että kylmässä ja sateessa suoritettava työ siirtyisi tehtaisiin.

Tuotannon kasvamisen esteenä oli vielä rahoitus, kaavoitus ja rakentamisen organisointi. Näin alkoi aluerakentamisen kausi, jonka painopiste oli 1970-luvulla. Sille oli tunnusomaista, että kunnat kaavoittivat raakamaata, joka annettiin rakennusyrityksille, jotka perustajaurakoivat (gryndasivat) omistusasuntoja. Valtio antoi aravalainaa asukkaille, jotta

ne voisivat ostaa tuotettuja asuntoja. Hintatasoa valvoi asuntohallitus hyväksymällä urakoitsijoiden esittämät hankkeet aravakelpoisiksi. Suuret betonilähiöt on tuotettu tällä tavalla. Rakennustuotanto oli hyvin kannattavaa. Tämän mahdollisti asuntomyynnin riskittömyys (valtio takasi ostajat antamalla aravalainaa), suuret tuotantosarjat, maa-alueiden luovutus sekä mahdollisimman vakioidut suunnitelmat ja detaljit. Rakennuksista tuli samannäköisiä betonilaatikoita (mallia Hervanta, Matinkylä, Jakomäki, Merihaka jne.). Asuntotuotanto ei sinänsä ollut halpaa, siitä pitivät huolen niin teollisuus kuin rakentajatkin. Hintataso asetettiin niin ylös kuin mikä saatiin asuntohallituksessa hyväksyttyä.

Elementit tulivat julkiseen- ja liikerakentamiseen asuntotuotannon myötä 1970-luvulla. Rakennusaika lyheni ja päästiin eroon työmaan "muottiviidakoista". Julkisivuelementtejä on julkisessa rakentamisessa aina käytetty asuntotuotantoa varovammin, koska julkisivun pitää olla näyttävää. Silti pääosa tavallisista koulu-, toimisto- ym. rakennuksista on elementtirakenteisia. Suomen rumimmat virastotalot on tehty elementeistä 1970-luvulla.

Suunnittelun ja rakentamisen ohjausta ja valvontaa varten ympäristöministeriö alkoi 1970-luvulla julkaista Suomen rakentamismääräyskokoelmaa. Siinä määriteltiin mm. minimit eristepaksuuksille ja ilmanvaihdon mitoitukselle.

Asuntotuotannossa aluerakentamisesta siirryttiin täydennysrakentamisen kauteen 1980-luvulla. Muutoksen syinä olivat mm. urakoitsijoiden ylivalta, arkkitehtuurin kriisin aiheuttaneet elementtilähiöt sekä kuvitelma asuntotarpeen pienentymisestä. Aluerakentajien sijaan asuntohallitus edellytti, että asuntojen rakennuttajina toimivat yleishyödylliset rakennuttajat (mm. Sato, Hoas, Vatro, Salpa, Vvo), jotka kilpailuttavat urakoitsijoita.

Ennusteista huolimatta rakentamisen määrä kasvoi jatkuvasti. Siirryttäessä 1980-luvun loppupuolelle syynä ei enää ollut niinkään määrällinen tarve, vaan muuttoliike ja rahapolitiikan vapautuminen. Asuntoja vaihdettiin, ostettiin sijoituksiksi, kasvatettiin keskipinta-alaa. Julkinen- ja liikerakentaminen lisääntyi myös jyrkästi, kun rahaa oli ja pankista sai lainaa. Suuri osa vieläkin tyhjänä olevista rakennuksista rakennettiin muutaman vuoden aikana vuosikymmenen taitteessa. Rakennuspalvelujen kysyntä ylitti tarjonnan niin rakennusmiesten kuin materiaalienkin osalta. Työn laatu heikkeni ja hinnat kohosivat. Rakennus oli kiireesti saatava valmiiksi, jotta voisi aloittaa seuraavan.

Rakentaminen romahti nopeasti vuoden 1992 aikana. Rakennusalalla alkoivat hengissäpysymisen vuodet, jolle oli tyypillistä raivoisa kilpailu ja kilpailuttaminen. Rakentamisen laatu edelleen heikkeni (eri syystä kuin muutama vuosi aikaisemmin). Edelleen piti rakentaa nopeasti, mutta nyt myös alihinnalla eikä varaa ollut edes suunnitteluun.

Rakentamisen tunnusomaisena piirteenä läpi viime vuosikymmenten on ollut se, ettei käyttäjä ole ollut kovinkaan tärkeä hankkeen osapuoli. Rakennusalalla tavattiin sanoa, että "käyttäjä pysyköön poissa häiritsemästä ammattimiesten toimintaa." Asuntotuotannossa tämä on ilmennyt selvimmin, kun asunnot on toteutettu tuottajien ja viranomaisten ehdoin. Vielä nykyäänkin asuntotuotannon tuki kanavoidaan tuotanto-organisaatioille eikä asukkaille. Viime aikoina asukkaat ovat oppineet jo vähän vaatimaan. Rahastusautomaatteja on silti vielä paljon.

RAKENNETEKNINEN KEHITYS

Kuusikymmenluvulla kehiteltiin ensimmäiset tehtaassa valmistetut elementit. Tehdastuotannon soveltaminen rakentamiseen edellytti yhteisen rakenne- ja mitoitusstandardin luomista (BES-järjestelmä). Järjestelmä on edelleen asuntotuotannossa lähes yksinomaisena käytössä. Sen seurausta ovat samanlaiset lokeroasunnot, vakiokerroskorkeudet ja heikko muunneltavuus (kantavia väliseiniä on tiheässä).

Samanlaisten elementtien valmistaminen oli mahdollista rationalisoida tehtaissa suuriksi tuotantosarjoiksi, tehtaita perustettiin koko ajan lisää ja näin elementtien hinnat saatiin edullisiksi. Kuljetus oli ongelmallista elementtien painon takia, mutta kaluston kehittyminen auttoi. Julkisivusanastoon vakiintuivat termit sisäkuori ja ulkokuori, jotka voitiin tehdä erikseen ja kiinnittää työmaalla tai tehdä valmiiksi niin sanotuksi sandwich-rakenteeksi.

Elementtirakentamisen alkuaikoina puhuttiin vakavissaan 20-40 vuoden käyttöajasta seurauksia ajattelematta. Nyt tuo aika on kulunut.

Elementtirakentamisen ongelmia ovat alusta saakka olleet betonilaadut, eristeet ja saumat. Ongelmat ovat paljolti keskittyneet julkisivuelementteihin. Sisäseinäelementtien osalta on aivan sama valaako tehtaassa vai työmaalla. Vaakaelementit (ontelolaatat) ovat pääosin osoittautuneet käyttökelpoisiksi. Niiden ongelmiksi ovat muodostuneet lähinnä äänieristyskysymykset ja laattojen esijännityksestä johtuva käyrevyys, joka on edellyttänyt laattojen tasoitusta.

Betonilaadun kehittämisen lähtökohtana oli lähinnä nopeus ja kestävyys. Elementit piti saada mahdollisimman pian kovettumaan, jotta tuotantomääriä voitiin kasvattaa. Otettiin käyttöön erilaisia kiihdyttimiä ja hidastimia. Nämä ovat kemiallisia yhdisteitä ja tutkimustekniikka perustui paljolti kokeilemiseen. Eräs kiihdytin oli esimerkiksi sellujäte, joka toimi hyvin, mutta vuosien jälkeen havaittiin sen erittävän klooria, joka on mahdollisesti ruostuttanut elementtiteräksiä.

Elementtikuorien väliin laitettiin eriste, joka oli aluksi mitä sattui, mutta varsin pian kehiteltiin kovia ja pehmeitä mineraalivilloja. Kuoret sidottiin teräsansailla ja kun kosteuden hallinnasta ei ollut tietoakaan, ansaat ovat usein ruostuneet. Kuorien väliin pyrittiin jättämään muutaman millin ilmaurat, jota pitkin kondensoituvan veden ajateltiin poistuvan rakenteesta. Elementtiasennus työmaalla ei ole koskaan ollut kovin tarkkaa, joten ilmaurat eivät eri elementeissä yleensä jatku yhtä elementtiä pitemmälle. Näin kosteus on jäänyt rakenteisiin. Elementtirakenne on hyvin tiivis, joten kosteus ei juuri läpäise sisäkuorta, joten asunnoista tuli ulkoseinien osalta tiiviitä (pulloja).

Pystyelementtien väliin jätettiin muodonmuutos- ja asennusvaraa muutaman sentin sauma, jota on saumattu elastisilla sauma-aineilla. Vaakaelementit (esimerkiksi ontelolaatat) on aina saumatttu betonijuotoksilla, koska niihin ei kohdistu suuria lämpötilaeroja. Sauma-aineiden elastisuus on saavutettu erilaisilla kemiallisilla yhdisteillä. Tutkimusmenetelmät ovat olleet kokeilevia eikä mahdollisiin myrkkypäästöihin ole kiinnitetty huomiota, koska saumat ovat ulkopinnassa eikä niistä ole

• Asbesti, home, PCB... (HS 9.9.1997, pääkirjoitus)

ajateltu siirtyvän emissioita rakenteen sisäpuolelle. Syksyllä 1997 paljastui sauma-aineiden PCB-ongelma, josta ei vielä tiedetä pitääkö asiasta kantaa huolta sisäilman kannalta vai onko kyseessä lähinnä jäteongelma.

Elementtien valmistuksen ja käytön ongelmat ovat likimain samat kuin tuotantoa aloitettaessa. Vasta viimeaikoina on kiinnitetty huomiota rapautumisiin, terästen ruostumisiin, kosteuden hallintaan, sauma-aineiden päästöihin jne. Uusia ongelmakohtia vanhoissa elementtirakenteissa ilmenee jatkuvasti.

Betonilähiöiden aiheuttamaa ja myös julkiseen rakentamiseen levittäytynyttä arkkitehtonista alennustilaa pyrittiin 1980- luvun alussa parantamaan laatimalla suunnitteluohjeita, suunnittelijoiden valinnan avulla sekä kaavoituksen keinoin asettamalla yksityiskohtaisia kaavamääräyksiä ja lähiympäristön suunnitteluohjeita rakentamisen ehdoksi (esimerkkialueita Katajanokka, Länsi-Pasila, Pikku-Huopalahti).

Myös muussa rakentamisessa rakennusten monimuotoisuus, suunnitteluratkaisujen vaihtelevuus, yksityiskohtien rikkaus ja erilaisten materiaalien yhdistämispyrkimykset lisääntyivät huomattavasti.

Rakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa pyrittiin vielä sodan jälkeen perinteisesti turvallisiksi tiedettyihin ja yksinkertaisiin teknisiin ratkaisuihin. Osittain tämä johtui tietämättömyydestä, osittain teknologian kehittymättömyydestä ja osittain käytettävissä olevista harvoista materiaaleista. Usein kokemuksen tuoma terve järki saneli ratkaisut. Esimerkiksi rakennuksia ei sijoitettu alaville maille tai kosteikoille, räystäät olivat pitkiä, katoissa oli jyrkät harjat, perusmuurien vierustäytöt suoritettiin huolellisesti. Sisätiloissa käytettiin puuta, tiiltä ja laastia. Saumat tiivistettiin pellavahampulla ja maalit olivat "luonnonmateriaaleja". Tiedon ja tekniikan lisääntyminen, hyvien rakennuspaikkojen vähentyminen, materiaalivalikoiman runsaus, muovien käytön lisääntyminen sekä arkkitehtuurin uudet suunnat muuttivat suunnittelua ja rakentamista riskialttiimpaan suuntaan. Syntyi tasakatot, räystäättömät talot, terassiratkaisut, vajaat pohja- ja yläkerrokset, tiiviit seinärakenteet, materiaaliyhdistelmät ja ylipäänsä vaikeat yksityiskohdat. Rakentamisen "hulluina" vuosina 1980-lopussa ja 1990-luvun alussa vaikeiden suunnitteluratkaisujen ja yksityiskohtien negatiiviset piirteet korostuivat, koska

rakentamisessa oli kiire ja ammattitaitoisesta työvoimasta oli jatkuva puute.

Tuloksena oli riskialttiita rakenteita sekä pienipiirteisiä ja yksityiskohdiltaan vaikeasti hallittavia julkisivuja, joiden korjaustarve on osoittautunut suureksi.

Rakennusten sisätiloissa otettiin materiaaliteknologian kehittymisen myötä käyttöön uusia ratkaisuja. Ne nopeuttivat rakentamista (esimerkiksi helposti levittyvät tasoitteet, muovieristeet, liimat ikkuna- ja ovikarmeissa), mutta niitä käytettiin myös arkkitehtonisesta kokeilunhalusta. Uudet ratkaisut ja työtavat otettiin käyttöön sitä mukaa kun niitä ilmestyi markkinoille. Tutkimus ja testaus oli vähäistä eikä seurausvaikutuksia juuri ajateltu. Samat ratkaisut ovat edelleen käytössä. Lattioita ja kattoja saatetaan vieläkin tasoittaa niin sanotuilla itselevittyvillä tasoitteella, jotka sisältävät usein orgaanisia aineita (ks. liimasideaineiset tasoitteet). Kylpyhuoneiden laatat liimataan levyseiniin. Ikkunat ja ovet tiivistetään polyuretaanilla, elastisia massoja käytetään saumoissa, maaleina käytetään hengittämätöntä muovimateriaalia ja ulkopintoihin vedetään myrkyllisiä lahonestoaineita.

Rakentamisen laadusta saadut huonot kokemukset käynnistivät julkisen keskustelun rakentamisen lamavuosina 1994 jälkeen. Havaittiin elementtien rapautumista, julkisivulaattojen irtoamista ja kosteusvaurioita vähän joka paikassa.

Se on pöyristyttävää.
(Suomeen muuttanut laattamies Pekka suomalaisesta rakennustavasta, HS 12.5.1997)

Rakennusala heräsi vasta vuonna 1996, kun yhteys kosteuden, homeen ja terveyden välillä tuli julkiseksi. Ala reagoi ongelmiin ensin vähätellen, mutta myöhemmin siirtymällä mm. enemmän työmaalla paikalla tehtäviin rakenteisiin.

Nyt tiilimuuraukset ja valettavat betoniholvit ovat alkaneet lisääntyä, viimeisenä massiiviset rakenteet. Sisätilojen materiaaleihin on alettu kiinnittää huomiota. Paikallarakentamisen taitoa on yritetty elvyttää

Kerrostaloja halutaan taas tehdä paikalla valamalla. Vanhat taidot tekevät paluuta rakentamiseen.
(Osmo Virtanen, HS 4.5.1997)

ja työmaatoimintaa kohentaa. Neljässäkymmenessä vuodessa on kuitenkin paljon unohtunut ja taloudelliset näkökohdat ovat entistä ratkaisevampia. Vallitseva ajattelutapa on edelleen: nopeasti, halvalla ja sen verran kestävästi, että takuuaika menee umpeen.

ILMANVAIHTOTEKNIIKKA

Rakennuksissa oli 1960-luvulle saakka pääosin painovoimaiseen ilmankiertoon perustuva ilmanvaihto. Huoneisiin rakennettiin usein kiviaineiset hormit, jotka koottiin katolle ilmanvaihtopiipuiksi. Korvausilma otettiin ikkunakarmeihin poratuista reiistä. Rakennusten ulkoseinät olivat sekä hengittäviä että ne vuotivat. Hengittävyys syntyi kun ulkoseinärakenne oli höyrynpaineen läpäisevää (esimerkiksi perinteinen massiivinen tiilimuuri). Vuotaminen taas aiheutui ulkoseinän eri rakenneosien keskinäisistä epätiiveyksistä (tärkein vuotolähde oli ikkunakarmin ja seinärakenteen liitos). Huonetiloissa lämpötila saattoi vaihdella huomattavasti. Ehkä merkittävin piirre aikakaudelle olivat suuret huoneet ja suuren kerroskorkeuden mukanaan tuoma suuri ilmatilavuus.

Elementtirakentamisen ja mineraalivillaeristämisen seurauksena ulkoseinien hengittävyys estyi. Tuloilma otettiin huoneisiin edelleen ikkunakarmien kautta. Luonnollinen poistoilmanvaihto muutettiin 1960-luvulla koneelliseksi huippuimureilla. Poistoilmakanavia alettiin tehdä pellistä, jolloin niitä oli helppo muotoilla ja keskittää eri huoneiden poistot yhteen tai muutamaan hormiin.

Teknologia alkoi hallita suunnittelua. Sovittiin että asuntojen sisäkorkeutta alennetaan 250 senttimetriin. Myös julkisessa rakentamisessa kerroskorkeuksia alennettiin. Perusteena käytettiin mm. elementtituotannon edellytysten parantamista, elementtien kuljetusongelmia ja myös kustannusten alentumista.

Päätökset alentaa kerroskorkeuksia ja tiivistää seinärakenteita ovat olleet sisäilman kannalta kohtalokkaita.

Julkisiin rakennuksiin alettiin 1960-luvun lopulla toteuttaa myös ensimmäisiä koneellisia tuloilmaratkaisuja. Energiakriisin seurauksena 1970-

luvun puolivälissä alkoi rakennusten konetekninen "vallankumous". Energian säästämiseksi rakennusten piti olla mahdollisimman tiiviitä. Muovin käyttö höyrysulkuna lisääntyi, eristepaksuuksia kasvatettiin, ikkunoihin laitettiin kolmas lasi ja kaikkia vuotokohtia yritettiin tukkia. Tuloilma järjestettiin muissa kuin asunnoissa koneellisesti keskitetyn tuloilmalaitteiston avulla. Koneellinen poistoilmanvaihto keskitettiin, jotta aikaisemmin ulospuhalletun ilman sisältämää lämpöä voitaisiin saada talteen. Rakennuksiin syntyi suuria konehuoneita, joissa ilmanvaihtolaitteet sijaitsivat ja kanavien viidakoita, joita pitkin ilmaa ohjattiin. Puhuttiin pyrkimyksestä hallittuun ilmanvaihtoon.

Asuinrakennuksissa korvausilma järjestettiin edelleen ikkunaraoista ja poisto hoidettiin koneellisesti keskitettynä yhteispoistona. Asunnoista tuli hyvin tiiviitä ja alipaineisia. Alipaineisuus aiheutti sen, että korvausilmaa tuli jokaisesta mahdollisesta vuotokohdasta. Esimerkiksi ulkooven lukon kautta, elementtisaumoista ja ikkunakarmin ja elementin liitoskohdasta.

Rakentamismääräyksissä minimi-ilmamäärät asetettiin sellaisiksi, ettei painovoimaisen ilmanvaihdon käyttö muussa kuin asuinrakentamisessa ollut mahdollista. Ulkovaipan lämmönjohtavuus määriteltiin myös niin pieneksi, etteivät menneiden aikojen massiivirakenteet enää olleet mahdollisia.

Rakennusten tiiviys aiheutti sen, että rakennukset hengittävät vain koneiden avulla. Tähän ovat LVI- teollisuus ja alan auktoriteetit alusta saakka pyrkineetkin, siis rakennusten keinoilmaston luomiseen (esimerkkeinä avaruusalukset, sukellusveneet). Asiassa on luonnollisesti voimakas taloudellinen intressi.

Kaavoituksessa alettiin suosia entistä syvärunkoisempia julkisia- ja liikerakennuksia. Asuinrakennuksissakin yritettiin leveämpiä runkomitoituksia. Syvärunkoisuuden seurauksena rakennuksen keskiosat oli voimakkaasti ilmastoitava. Kumpi on syy ja kumpi seuraus? Koneellisen tuloilmanvaihdon on sanottu mahdollistaneen syvärunkoisuuden. Tuloksena oli kuitenkin rakennuksia, joista lopullisesti poistui mahdollisuus rakennuksen läpi toimivaan ikkunatuuletukseen.

Ilmanvaihtotekniikka on säilynyt periaatteiltaan samanlaisena. Muissa kuin asuinrakennuksissa tuloilmaa jäähdytetään nykyisin entistä useammin. Rakennukset jaetaan useampiin vyöhykkeisiin kuin ennen. Jako voi olla jopa huonekohtainen. Ilmamäärät ovat käytännön suunnitelmissa kasvaneet (vaikka rakentamismääräykset eivät tätä edellytäkään). Laitteiden melu- ja vetohaittoihin on yritetty kiinnittää huomiota tosin huonolla menestyksellä. Säätöjärjestelmät ovat elektroniikan kehityksen myötä parantuneet. Aikaisemmin ilmanvaihto-kanavat ovat olleet alttiina kaikelle rakennuspölylle. Ne tuodaan usein edelleen työmaalle öljytyinä, mutta nykyisin ne saatetaan puhdistaa. Kanavoinnin ongelma on säilynyt entisenä. Ne sijoitetaan vaikeasti huollettaviin paikkoihin alakattojen sisään. Kanavia on rakennuksessa paljon ja kun niitä ei näe, ne eivät ole siivoustoiminnan piirissä.

Asuntoihin on lisääntyvässä määrin alettu suunnitella koneellista tuloilmaa. Lamavuodet jarruttivat kehitystä, mutta nyt esimerkiksi Herttoniemen uudella kaava-alueella koneellinen tuloilma on rakennusluvan ehtona. Tuloilmaratkaisuna on nykyisin joko keskitetyt tai huoneistokohtaiset tuloilmakoneet. Molemmat ovat yhtä huonoja. Keskitetyssä järjestelmässä yksi asukas, joka tukkii venttiilit (kun vetää tai on kylmä) sekoittaa koko talon. Valtion teknisen tutkimuslaitoksen mukaan vain noin kolmasosa ilmanvaihtojärjestelmistä toimii suunnitellulla tavalla.

Huoneistokohtaisia ilmanvaihtolaitteita ei osata käyttää ja kehitetyt toimivat huonosti.

Pikku-Huopalahden Allergiatalo on Suomessa ensimmäinen rakennus, jossa yritetään palata hengittävään massiiviseen ulkoseinärakenteeseen. Ruotsissa tällaisia rakennuksia on jo toteutettu. Painovoimaisten ulkoilmaventtiilien lisäksi rakennukseen rakennetaan kuitenkin täydellinen koneellinen ilmanvaihtolaitteisto. Näin rakennuksen fysiologiaa ja sen vaikutusta ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen voidaan tutkia muuttamalla tuloilman lähdettä, rakennuksen painesuhteita ja ilmamääriä. Paradoksaalista kyllä, mutta paluu entiseen vaatii koerakentamista.

Herttoniemessä on suunnitteilla ja rakenteilla myös muutama asuinkerrostalo, joissa Allergiatalon mallia noudattaen ulkoseinä on massiivinen ja hengittävä. Allergiatalon tiiliulkoseinän sijasta asuinrakennusten ulkoseinät muurataan siporex-harkoista. Siporex on huokoinen ja siten lämmöneristävyydeltään tiiltä parempi, mutta kantavuudeltaan heikompi. Malli on taas haettu Ruotsista, jossa on toteutettu kymmeniä asuinkerrostaloja massiivi-siporexseiniä käyttäen.

Järkevää olisi, että meillä otettaisiin Ruotsista oppia, eikä yritettäisi totuttaa ruotsalaisia täkäläiseen kiireessä butilointiin.
(IS 13.5.1997)

TILOJEN OMINAISUUDET

Tilojen ominaisuuksilla tarkoitetaan sellaisia suunnittelun ja rakentamisen lähtöarvoja, joita tiloissa tapahtuva toiminta edellyttää (esimerkiksi mitoitus, muoto, sisäilmasto, ääneneristys, valontarve). Ominaisuuksien muuttumiseen ovat vaikuttaneet toiminnan muutokset sekä vaatimustason kasvu.

Suurin asumiseen liittyvä muutos on luonnollisesti ollut siirtyminen usein väljästä maaseutuasumisesta kaupunkien pieniin kerrostaloasuntoihin. Asunnoille tyypillisiä muutoksia ovat asuntokohtaisten saunojen lisääntyminen, pyykinpesun ja kuivatuksen siirtäminen yhteistiloista asuntoihin, märkäpisteiden lisääntyminen, keittiöiden koneistuminen sekä pintamateriaalien laadun parantaminen. Asuntojen keskikoko taas ei ole suurentunut, johtuen mm. ruokakuntien keskikoon pienentymisestä, sivu- ja sijoitusasuntojen kysynnästä ja vuokra-asumisen lisääntymisestä. Sisäilmastolta edellytetään vedottomuutta ja tasalämpöisyyttä (lämpötila ei saa laskea mitoitusarvojen alapuolelle). Toisaalta käyttökulujen tulee olla mahdollisimman pienet. Energiasäästö, vedottomuus ja sisäilman vaihtuvuus ovat ristiriitaisia vaatimuksia.

Kosteuden hallinta asunnoissa on toiminnan muutosten aiheuttama ongelma, johon ei ole osattu varautua. Vanhoissa kerrostaloasunnoissa saattoi olla yksi vaatimaton pesupaikka tilavuudeltaan suuressa asunnossa. Nyt pienessä asunnossa on sauna, suihkut, pyykinpesu ja pyykin kuivatus.

Työskentelytiloille tyypillisiä muutoksia ovat koneiden ja laitteiden sekä valon ja sähkötehon lisääntyminen. Elektroniikan kehittyminen on

tuonut mukanaan paljon uusia vaatimuksia (esimerkiksi tietokoneet, turvajärjestelmät, puhelintekniikka). Pölyn, melun ja likaisuuden torjuntaan on pyritty aktiivisti. Teollisuustiloissa muutokset ovat luonnollisesti olleet suurimpia. Nykyaikainen teollisuustila eroaa sisäilmastoltaan, melu-, pöly- ja kemiallisilta haitoiltaan, valoisuudeltaan ja viihtyisyydeltään radikaalisti sodanjälkeisten vuosien teollisuushalleista. Toimisto-, opetus- ja vastaavissa tiloissa tasalämpöisyysvaatimus kasvaa jatkuvasti johtaen sisäilman samanaikaiseen jäähdytykseen ja lämmitykseen sekä yhä henkilökohtaisempaan lämpötilan säätöön. Vaatimustason muutokset on ratkaistu yleensä koneteknisin keinoin ja pintarakenteita kehittämällä. Teollisuustiloissa työskentelevät kokevat useimmiten tilojen ominaisuuksien parantuneen, mutta kehitykselle paradoksaalisti esimerkiksi toimistotyöntekijät ja asukkaat katselevat kaihoisasti vanhoja rakennuksia.

HINTATASO

Rakentamisen hintataso on sodan jälkeen jatkuvasti kehittynyt yleistä kustannustason kehitystä nopeammin. Poikkeuksena ovat olleet lamavuodet 1970-luvun lopussa ja 1990-luvulla. Syynä on jatkuva laatu- ja vaatimustason nousu. Laatu- ja vaatimustasolle tunnusomaisia ovat olleet konetekniikan lisääntyminen, sen mukanaan tuomat rakennusosat (konehuoneet, alakatot, hormit jne.) varustetason paraneminen sekä kaavoitus- ja arkkitehtooniset ratkaisut.

Jos nyt rakennettaisiin viisikymmenluvun asuinrakennus, se olisi neliöhinnaltaan kymmeniä prosentteja nykyisiä halvempi, jos käytettävissä olisi aikakauteen liittyvä ammattiosaaminen. Ominaisuudet olisivat luonnollisesti erilaiset. Asunnoissa ei olisi saunaa, vesi- ja sähköpisteitä olisi vähän, ulkoseinät olisivat massiivisia, ikkunat kaksilasisia, pesu- ja kuivaustilat sijaitsisivat yhteistiloissa, hissiä ei ehkä olisi, keittiö olisi koneistukseltaan ja kalusteiltaan vaatimaton eikä koneellista ilmanvaihtoa olisi. Huonekorkeus olisi lähes kolme metriä, huoneilman lämpötila vaihtelisi ja vetoakin ilmenisi. Arkkitehtuuriltaan rakennus olisi yksinkertainen, aukotukseltaan toistuva, harjakattoinen ja betoni, tiili ja puu olisivat vallitsevat materiaalit. Tällaiset asunnot ovat nykyään useimpien haaveena.

RAKENNUSTÖIDEN SUORITUS

Rakennustyö on muuttunut vuosikymmenten aikana huomattavasti. Rakennukset rakennettiin aikanaan työmaalla muutaman ammattikunnan voimin. Työmaalla oli muurareita, timpureita ja rappareita apumiehineen. Elementtituotannon myötä rakennuksen rungon pystyttämiseen liittyvät työt siirtyivät suurelta osin tehtaaseen, työmaalle tuli uutena ammattikuntana elementtiasentajat. Muurausten painopiste siirtyi väliseiniin ja rappaukset korvattiin tasoitteilla. Materiaalien tuotekehittely, valinnaisten materiaalien runsaus ja kullekin määritellyt asennustavat ovat jakaneet rakennustyön lukemattomien osatoimittajien (alihankkijoiden) työksi. Tätä on korostanut teknisten komponenttien ja laitteiden määrän valtava kasvu. Tavanomaisessa uudisrakennuskohteessa on nykyisin kymmeniä urakoitsijoita, joista vain muutama osallistuu perustusten, rungon ja vaipan rakentamiseen (asentamiseen).

Aikaisemmin rakennusurakoitsija rakensi talon pääosin omassa palveluksessaan olevilla rakennusmiehillä. Nykyisin rakennustyö tehdään aina pieninä osaurakoina rakentamisen organisaatiotavasta riippumatta. Yleisimmässä organisaatiotavassa rakennuttaja tekee urakkasopimuksen niin kutsutun pääurakoitsijan kanssa, joka teettää työt alihankkijoilla (osaurakoitsijoilla). Mannereuroopassa rakennuttajat usein teettävät rakennustyöt suoraan tekijäorganisaatioilla. Tällaista rakennuttamistapaa (projektinjohtorakennuttaminen) on Suomessakin alettu soveltaa.

Rakennustavan ja materiaalien muutos on paitsi muuttanut rakennustöiden ammattikuntajakautumaa myös vähentänyt perinteisiä rakennustöitä osaavien määrää. Esimerkiksi paikallarakennettavien betoni- tai massiivijulkisivurakenteiden tekijöitä on vaikea löytää. Rakennustöille asetetut ajalliset tavoitteet (entistä nopeammin) yhdistettynä lukemattomiin osatoimittajiin ovat tehneet rakentamisesta haastavan organisointi- ja valvontatehtävän. Työn pirstoutuminen osatoimituksiin on muuttanut myös vastuuta ja ammattikunniaa tehdystä työstä.

Kukaan ei voi sanoa rakentaneensa taloa, vaan kaikki ovat olleet mukana tekemässä jonkin pienen osan.

Kun jokaiseen toimitukseen sisältyy voimakkaat ajalliset ja taloudelliset intressit ja paineet seurauksena on vaikeasti hallittava laatuongelma. Kiireesti ja huolimattomasti tehty osatoimitus ei tekijänsä mielestä ole kovinkaan vakava puute, koska joku muu vastaa kuitenkin suuremmista kokonaisuuksista. Tätä "muuta" ei nykytyömaalla kuitenkaan ole. Siihen ei sovellu pääurakoitsija, koska pääurakoitsija lähinnä vain organisoi ja sillä on lähes yksinomaan taloudellinen intressi. Rakennuttaja taas ei yleensä osaa eikä halua ottaa vastuuta. Helpoin tapa olisi sysätä vastuu vakuutusyhtiölle, koska siitä aiheutuvat kustannukset voitaisiin siirtää rakentamisen hintaan.

RAKENTAMISEN JA KÄYTÖN ONGELMAT

KOSTEUS

Kosteusongelmat ovat seurausta:

- rakennusvaiheessa rakenteiden liian lyhyistä kuivumisajoista rakennusaikana
- rakenteiden kastumisesta rakennusaikana puutteellisen suojauksen takia
- rakennuksen suunnittelu- tai rakennusvirheistä
- rakennuksen käytön aikaisista vesivaurioista

Märät rakenteet ovat seuraus lyhyistä rakennusajoista ja suojauksen puutteesta. Tyypillistä on, että betonia pinnoitetaan pintakuivana, elementit tulevat kuin pullat uunista työmaalle, lämmöneristeitä asennetaan kaatosateella, julkisivumuuraus on avoimena koko työn ajan jne. Massiivirakenteisia kerrostaloja saatettiin ennen kuivata puoli vuotta ennen pintatöiden alkua. Nykyiset aikataulut mahdollistavat tuskin viikkoakaan. Suomessa on pääosan vuotta huonot rakentamisolosuhteet. Runkojen rakentamista vaikeimpaan aikaan voi kuitenkin välttää. Rakenteiden tiiviys ja pinnoittaminen kosteuden haihtumista estävillä pintarakenteilla (esim. muovimatto, muovimaali) estää luonnollista kuivumista.

Ratkaisuna rakennusaikaisen kosteuden poistamiseen on rakennusaikojen kasvattaminen ja rakenteiden tekeminen kosteutta läpäiseviksi. Tämä on jokseenkin vastakkainen näkemys nykyiselle tiiviysajattelulle.

Rakennuksen suunnitteluvirheet johtuvat usein riskialttiista arkkitehtonisista vaatimuksista, uusista kokeilemattomista materiaalivalinnoista sekä rakennuspaikan olosuhteista. Viimeksimainittuja ei paljoakaan voi valita, mutta ennaltaehkäisevään suunnitteluun tulisi panostaa. Arkkitehtoniset epävarmat ratkaisut ja materiaalivalinnat poistuisivat, kun niitä ei hyväksyttäisi toteutettavaksi (rakennuslupaprosessi, rakentamismääräykset, rakennuttajien valistaminen). Vaikeimmin poistettavat suunnitteluvirheet liittyvät tilojen toimintaan. Esimerkiksi pienten asuntojen kosteutta on vaikea hallita, jos puolet asunnosta on saunaa sekä pesu- ja kuivatustiloja. Yhteistilaratkaisut asuinrakennuksissa taas eivät kelpaa asukkaille.

Rakennusvirheet ovat useimmiten huolimattomuutta ja laiminlyöntejä. Salaojien puuttuminen, vuotavat putket, virheellisesti tehdyt laatoitukset, puuttuvat kosteussulut jne. poistuisivat huolellisella työllä ja työnjohtamisella.

- Rakentamisen taso ei kohene ennen kuin ammattitaitoa ruvetaan arvostamaan ja kuluttajat vaativat parempaa. Kun huonosti tehdyt talot jäävät käsiin, urakoitsijat muuttavat tapojaan. (Panu Kaila, Luonnonsuojelija 6/1997)

Suuri osa kosteusongelmista johtuu tilojen käyttäjistä. Pesukone tai patteri vuotaa, lattiapinnoitus on puhki, ilmanvaihtoventtiilit tukitaan, kosteutta ei tuuleteta pois. Asukkaiden välinpitämättömyys on usein uskomatonta.

- Jokaisen pitäisi pysytellä omalla alueellaan, eikä esimerkiksi lääkärilehdessä saisi olla ohjeita siitä, miten kosteusvaurio korjataan. (Ralf Lindberg, Tekniikka &Talous 4.9.1997)

SISÄILMAN LAATU

Sisäilman laadun ongelmina ovat mm. raittiin ilman riittämättömyys, rakenteista erittyvät aineet sekä käytöstä aiheutuvat epäpuhtaudet. Myös kosteus muodostaa ennenpitkää sisäilmaongelman. Sisäilman laatua on yritetty ratkaista pitkälti konetekniikan keinoin. Se taas on tuottanut uusia sisäilmapulmia mm. melun, lian, pölyn ja vetoisuuden takia.

Ilmanvaihtokanavat ovat niin sisältä kuin päältäkin lähes mahdoton puhdistaa. Alakaton yläpuolella onkin usein varsinainen siivottomuus.

Ilmanvaihtokanavien huollettavuuden parantaminen muuttaa rakennustapaa. Vaakakanavoinnin sijasta tulisi siirtyä pystykanavointiin, joka syö hormitilaa ja voi olla kallista. Tässäkin suhteessa palattaisiin entiseen rakennustapaan nykyaikaisin materiaalein (ennen jokaisesta huoneesta pyrittiin järjestämään rakennusaineinen pystyhormi ulos).

Rakenteista erittyvät aineet on mahdollista testata ja tutkia ennen käyttöönottoa. Näin nykyisin on jo alettu toimia. Konetekniikalla voidaan ratkaista raittiin ilman riittävyys, mutta koneistus tuo omat ongelmansa.

Monet ongelmat ratkeaisivat huoneiden ilmatilavuutta suurentamalla ja tiiviydestä tinkimällä.

Tämän väitetään olevan ristiriidassa energiansäästötavoitteiden kanssa. Ruotsissa on kuitenkin korotettu huonekorkeuksia, kokeiltu paluuta kaksilasisiin ikkunoihin ja rakennettu massiivisia ulkoseinärakenteita. Siellä väitetään, ettei energiankulutus ole kasvanut ja että ihmiset voivat paremmin. Ongelmaksi muodostuvat myös tilojen käyttäjät, jotka on totutettu vakio-olosuhteisiin. Talvella ja tuulisella säällä tulisi sallia lämpötilavaihteluita.

SUUNNITTELU JA SUUNNITELMAT

Suunnittelun suurin ongelma on nykyisin ettei suunnitella. Yltiökilpailuttaminen ei mahdollista paneutumista suunnittelutyöhön kehittämisestä puhumattakaan. Syypäitä ovat ennen kaikkea julkisen sektorin virkamiehet, jotka soveltavat kilpailuttamissääntöjä liian kirjaimellisesti. Hyviä suunnittelijoita tulisi kannustaa ja uusien tulisi toimia riittävä aika hyvien oppipoikina.

- Rakentaminen ei ole kilpahiihtoa. (Aatos ja Aila Issakainen, HS 30.5.1997)

Suunnitelmien hyväksymisprosessiin voidaan liittää rakenteiden riskittömyys ja turvallisuus terveysnäkökohdista lähtien. Tämä vaatii valta-

van asennemuutoksen alkaen kaavoituksesta ja päätyen yksittäisiin suunnitteluratkaisuihin. Viranomaisvalta helposti kasvaa johtaen ojasta allikkoon.

RAKENNUTTAMINEN (PROJEKTIN JOHTO)

Tuskin yhtään teollisuusprojektia hoidetaan amatöörivoimin niinkuin useimpia rakennushankkeita. Tilaaja yrittää itse rakennuttaa tai perustetaan rakennustoimikunta tai yltiökilpailutetaan hankkeelle kuka tahansa rakennuttajaksi. Samalla logiikalla laivojakin ohjaisivat laivanvarustajat koulutettujen kapteenien sijasta. Useimmat laadulliset ja taloudelliset epäonnistumiset rakentamisessa johtuvat keskitetyn ammattijohdon ja vastuun puutteesta.

Asia on korjattavissa. Rakennushankkeiden toteuttamisen ehdoksi asetetaan osaava, ammattipätevä johto. Rakennuttamiseen pätee sama kuin suunnitteluun. Ammattinsa osaavia tulee kannustaa ja palkita ja hankkia heille oppipoikia.

Asuntorakennuttamiselta tulee poistaa yhteiskunnan suojaus. Epävarmuus asunnon käymisestä kaupaksi pakottaa laatuun ja rakennuttamisen ammattitaidon kehittämiseen.

- *Sosialismin jälkeen on maailmanuskonnoksi noussut kilpailuttaminen. Se on varmasti yhtä hyvä uskonto kuin edeltäjänsäkin, mutta vain tukevalla harkintakyvyllä käytettynä.*
(HS 30.5.1997)

RAKENNUSTYÖN SUORITUS

Yhteiskunnassa käden taitojen kunnioittaminen ja arvostaminen on vähentynyt vuosi vuodelta. Kaikkia pitää korkeakouluttaa sopivat he siihen tai eivät. Tämän seurauksena ammattikoulujen rakennuslinjat kärsivät oppilaspulasta ja ammatissa toimivat vähentyvät. Rakennustyömaat tarvitsevat ammattitaitoisia ja työmenetelmät tuntevia muurareita, timpureita, laatoittajia ja monia muita enemmän kuin on käytettävissä.

Perinteisesti ammattimiehet saivat oppinsa vanhempien alan taitajien oppipoikina. Näin käsityön perinne säilyi. Oppipoikakoulutusta voitaisiin palauttaa nykyaikaisemmalla oppisopimustoiminnalla.

- *Rakentamisen käytännön toteuttamisesta vastuulliset, kuten vastaavat mestarit ja työpäälliköt, ovat vakavasti uhanalainen laji.*
(HS 30.5.1997)

Rakennustyön suorittajien vastuuta ja ammatillista kunnianhimoa ei ole helppo parantaa valvonnan kiristämisellä tai sanktioilla. Ongelma liittyy yhteiskunnassa yleisestikin vallitsevaan työnteon motivaatiokriisiin. Ammatillinen arvostus, käden taitojen kunnioittaminen ja palkitseminen, kannustus ja ammattitaitoon perustuva etenemismahdollisuus ovat ainoita keinoja.

RAKENTAMISEN ORGANISOINTI

Rakennusosien ja materiaalien kasvu on tuonut rakennusalalle uusia vain tiettyihin työsuorituksiin erikoistuneita ammattikuntia. Tämä on yhteiskunnalle tyypillinen kehityspiirre. Samalla lailla esimerkiksi lääkärit erikoistuvat yhä suppeampiin spesialiteetteihin. Rakentamisen heikko laatu ei sinänsä johdu rakennustyön jakautumisesta lukuisiin osasuorituksiin (osaurakoihin). Kokonaisuuden hallinta ja vastuu on hämärtynyt, mutta se ei parane sillä, että erikoisosaajalle pyritään sälyttämään tehtäviä tai vastuita oman erikoisalansa ulkopuolelta.

Avainsana on jälleen rakennuttaminen. Rakennushanke on kuin suuri orkesteri, joka koostuu monista eri alojen taitajista, mutta joka edellyttää johtoa soidakseen harmonisesti. Johtaminen edellyttää tietoa, taitoa, valtaa, vastuuta ja välineitä onnistuakseen. Tehtävä on nykyään entistä vaikeampi, sillä rakennushankkeet ovat taloudellisesti suuria, ajallisesti kireitä ja osapuolia on paljon.

Mitä lähempänä tekijät ovat isäntää, työn teettäjää, sitä helpompi heitä on motivoida laadukkaaseen työsuoritukseen. Perinteiset rakennusliikkeet, jossa isäntä itse oli työmaalla läsnä usein tuottivat puutteellisissakin olosuhteissa laadukkaita rakennuksia. Kun tähän liittyi vielä yrittäjän oma riski eli tuotettiin (gryndattiin) markkinoille mm. asuntoja, laatuintressi oli suuri.

Pääosa rakentamisesta on kertaluonteista ja suoritetaan tilaajan toimeksiannosta. Laadun valvonnan ja parantamisen kannalta pahinta on laittaa pukki kaalimaan vartijaksi eli urakoitsija, jolla on vain taloudellinen intressi, ostaa ja organisoi rakentamisen alihankintana. Näin kuitenkin nykyisin toteutetaan pääosa suomalaisesta rakentamisesta.

Huonon tuloksen todennäköisyyttä ei juuri paranna urakoitsijalle

asetettavat vastuut ja sanktiot mahdollisista alihankkijoiden suorittamista rakennusvirheistä, koska ne yleensä ilmenevät vasta vuosien kuluttua kauan takuuajan umpeutumisen jälkeen. Keskustelu kymmenien vuosien vastuuajoista pahentaa vain ongelmaa, kun vain entistä pienempi suuryritysten joukko voi toimia tilaajan sopimuskumppanina ja organisaattorina, vastuun voi myydä vakuutusyhtiölle ja siirtää vakuutuskustannukset tilaajan maksettavaksi.

LAATUJÄRJESTELMÄ

Laatujärjestelmä lienee syntynyt konepajateollisuudessa vähentämään virheyksilöiden määrää ja siinä toistuvan työn osasuoritukset on pyritty liittämään saumattomaksi kokonaisuudeksi.

Rakennusalalle laatujärjestelmä on siirretty kuvaamaan toimintaa ja rutiineja, jotka tulisi tehdä rakennushanketta suunniteltaessa ja toteutettaessa. Auditoinnissa tarkastetaan, että toiminta tapahtuu ilmoitetulla tavalla.

Rakennushanke ei kuitenkaan ole konepajateollisuuden toistuva mutteri, jonka valmistusta voi jatkuvasti hioa. Hanke on ainutkertainen ja sen suorittaa yleensä hintakilpailun tuloksena valittu satunnainen suunnittelijoiden ja osaurakoitsijoiden joukko, jotka pitäisi motivoida toimimaan yhdessä halutun päämäärän hyväksi. Tällaisessa toiminnassa rutiinit ovat välineitä, joilla ei tarvitse olla mitään yhteyttä lopputulokseen. Esimerkiksi laatujärjestelmän yhtenä tehtävänä voi olla suunnittelu- tai urakkakilpailun järjestäminen. Miten tämä edistää laadukasta lopputulosta?

Valinta kohdistuu yleensä halvimpaan, joka esimerkiksi suunnittelijan kohdalla voi merkitä lopputuloksena katastrofia ja urakoitsijan kohdalla hyppyä tuntemattomuuteen. Rakennustyön suorittajaksihan nykyisin kelpaa kuka tahansa, jos on halvin eikä ole verojäämiä.

RAKENNUSTEN VASTAANOTTO

Tuskin mitään muuta tuotetta otetaan työn tai tehtävän suorittajalta vastaan yhtä kevein tarkastuksin kuin kymmenien miljoonien rakennusta.

Rakennusta vastaanotettaessa on helppo havaita, että siinä on lattia, katto ja seinät. Myös pintavirheet on luetteloitavissa. Piiloon jääneitä rakenteita on kuitenkin vaikea jälkikäteen tutkia. Tekniikan toimivuudesta ei ole tietoa. Kun laivoja ja lentokoneita rakennetaan, valvonta- ja tarkastustoimi on oleellinen osa niin tekijöiden kuin tilaajankin työprosessia. Saumat röntgenkuvataan ja piilovikojen mahdollisuudet yritetään poistaa. Luovutusvaiheessa suoritetaan perusteellisia testejä ja koeajoja. Jos käyttövaiheessa ilmenee vikoja, perustetaan tutkijalautakunta ja tutkimuksen kohteena on koko valmistusprosessi.

Rakentamisessa turvallisuuden kannalta kriittiset tekijät valvotaan viranomaistarkastuksin huolellisesti.

Rakennukset harvoin sortuvat, perustukset pettävät tai sähkölaitteista saa sähköiskun. Muilta osin rakennustyötä voi kuitenkin valvoa aika huolettomasti.

Tilaaja asettaa työmaalle kylläkin paikallisvalvojan ja työmaalla on vastaava mestari. Viimeksimainittu on useimmiten urakoitsijan palveluksessa eli tilaajan vastapuolena ja paikallisvalvojaksi kelpaa halvimman tarjouksen tehnyt, vaikka sen tuloksena valvojaa ei työmaalla juuri näkyisi.

Rakennukset ovat teknisesti monimutkaistuneet jatkuvasti. Koneiden, pumppujen, venttiilien, säätölaitteiden ja elektroniikan saattaminen toimimaan suunnitellulla tavalla on haastava tehtävä. Rakennuksen laitteita, toimintaa ja säätöjä tulisi testata ja koekäyttää useita kuukausia niin kylminä kuin lämpiminäkin vuodenaikoina. Näin puutteet löytyisivät ja säätöarvot asettuisivat kohdalleen. Rakennusalalle on tyypillistä, että vastaanoton jälkeen esimerkiksi ilmanvaihtokone pyörii väärinpäin, jokin koneen tärkeä osa puuttuu, säätöjärjestelmää ei ole kytketty, lämmitysjärjestelmä lämmittää ja jäähdytysjärjestelmä yrittää poistaa syntyvää liikalämpöä eikä käyttäjä tai kiinteistöhuollosta vastaava huomaa vuosikausiin mitään.

Rakennusaikaista valvontaa on tehostettava, on luotava ohjeita ja laaduntarkistusta palvelevia listoja. Valvojan ammattipätevyyden parantamiseen ja valvonnan yltiökilpailuttamiseen pätee sama kuin muihinkin rakennusalalla toimiviin. Rakennusten vastaan- ja käyttöönoton parantamiseksi tarvitaan tuotekehitystä ja yrityksiä, joita tilaajat voivat käyttää.

RAKENNUSTEN KÄYTTÖ JA YLLÄPITO

Rakennusten käytön suurin ongelma on, että usein suurella pääomalla rakennetun rakennuksen koneita ja laitteita ei osata käyttää. Tosin vastaanottomenettelyn puutteellisuuden vuoksi ne saattavat alunperinkin toimia huonosti eivätkä täytä suunniteltuja säätöarvoja.

Kiinteistöhuolto kohdistuu lumen luontiin ja siivoukseen. Väheksymättä näitä tehtäviä, jonkun pitäisi opetella rakennuksen tekniikka ja jonkun pitäisi tunnistaa viat ja puutteet, kun niistä vielä aiheutuu vähän vahinkoa.

Suunnittelijoilta ja rakentajilta vaaditaan nykyisin useimmiten käyttö- ja huoltosuunnitelmat, jotka pölyttyvät yhdessä koneiden kanssa. Suunnitelmat on tosin tehty vanhan suunnitelman pohjalta mahdollisimman nopeasti ja yleisinä, joten usein niistä ei olisi apuakaan rakennuksen käyttämiseen.

On nurinkurista, että rakennusten ylläpitokustannuksia seurataan mittarein hyvin tarkasti, mutta kustannuksilla tuotetuista olosuhteista ei ole väliä. Sisällä voi olla kylmä tai kuuma, melua, hajua tai pölyä. Niitä ei mitata ellei joku valita.

MITEN TERVEEMPÄÄN RAKENTAMISEEN?

• Ammattiylpeys pilkistää taas. (Antero Mukka, HS 4.5.1997)

Seuraavassa esitetään joitakin terveeseen rakentamiseen ja olemassaolevien tilojen sisäilmastoon liittyviä teesejä, joiden avulla rakennusalaan ja syntyvään lopputulokseen voidaan vaikuttaa. Avainsanoja ovat vastuuntunto, ammattitaito, tuotekehitys, valistus, koulutus, laatu ja terve järki. Sanktioita, määräyksiä, viranomaisohjausta, orgaanisaatioiden ja järjestelmien valtaa pitää käyttää vain tarkan harkinnan jälkeen. Tiettyä pakkoa kuitenkin tarvitaan, koska

rakennusala on sisäänlämpiävä, suojattu ja taloudellisilta vaikutuksiltaan mahtava ala. Muutokset ovat alalle myrkkyä eivätkä ne yleensä tapahdu kuin kovan pakon edessä.

UUDISRAKENTAMINEN

- Suunnittelussa pitää siirtyä ajattelutapaan, jossa vaipan ja rungon rakennusosat suunnitellaan mahdollisimman riskittömiksi ja hengittäviksi. Tilojen tulee rakenteiden suhteen olla muunneltavia ja hormireittien ja teknisten järjestelmien kulkureittien väljiä. Sisäosat luonnollisesti räätälöidään käyttäjän tarpeiden mukaan. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että suunnittelijoille ja käyttäjille varataan nykyistä enemmän yhteistä keskusteluaikaa.

Kosteutta, pölyä ja kemikaaleja tulee tulevaisuudessakin rakennuksiin niin ulkoa kuin sisältäkin. Rakenteiden tulee olla tarkoitukseensa oikeita ja toleranssien suuria, anteeksi antavia, jotta haitat eivät pilaa rakennusta. Rakenteita suunniteltaessa on muistettava, että toiminnan muuttuessa sisäosia korjataan ja muutetaan, mutta perusrakenteet säilyvät. Näin on rakennettu satoja vuosia vanhat rakennukset.

- Asuntojen suunnitteluperiaatteita on harkittava uudesta näkökulmasta. Huonekorkeutta pitää kasvattaa, 280 cm on hyvä tavoite. Tuuletus ja raittiin ilman tarve sekä kosteuden poisto pitää suunnitella

nykyistä paremmin. Pitääkö pienissäkin asunnoissa olla löylyhuone? Voitaisiinko pyykin kuivatus järjestää järkevällä tavalla? Monet kysymykset liittyvät tavalliseen arkipäivän toimintaan. Niistä usein vastaavat naiset, ovatko he mukana suunnittelussa?

- Rakennusten ei tarvitse olla pullotiiviitä ja lämpötila saa vaihdella kohtuurajoissa. Siis tuulisella säällä vähän vetää ja kovalla pakkasella on vähän viileämpää. Ulkoa saa tulla vähän pölyä ja kosteutta.
- Nykyisten muovien korvaamista hengittävillä materiaaleilla on tutkittava tosissaan. Lämmöneristeiden määrän ja ikkunalasien lukumäärän kasvattamisen sijasta pitää kiinnittää huomio rakennuksen fysiologiaan ja energiatalouteen kokonaisuutena.
- Ilmanvaihdon suunnittelussa tekniikan myymisen sijasta pitää lähtökohtana olla sisäilmaston terveellisyys. Nyt myydään LVI-tekniikkaa, kun pitää myydä hyvää sisäilmaa. Raittiin ilman saanti on turvattava opettelemalla käyttämään luonnollista ja koneellista tuloilmaa tarpeen mukaan vaihdellen jopa samassa tilassa. Asuntoihin ei pidä määräyksillä pakottaa koneellista tuloilmaa. Ikkunatuuletus on aina järjestettävä, kun se vain on mahdollista.
- Ilmanvaihdon koneet ja kanavat on suunniteltava helposti puhdistettaviksi. Pystyhormeja tulisi suosia vaakakanavoinnin sijasta.
- Materiaalit on testattava ja luokiteltava esimerkiksi nykyisin jo aloitettuun tapaan. Uudet materiaalit velvoitetaan läpäisemään asetettavat testit. Testaus tulisi ulottaa perusmateriaaleihin (betoni, tiili, teräs, elementit) ja niiden valmistusprosessiin. Rakennusaineille tulee määrittää kuivumisajat, joita velvoitetaan noudattamaan.
- Rakennushankkeiden rakennuttamiseen, suunnitteluun ja valvontaan tulee voimakkaasti panostaa. Valintakriteerien tulee ensisijassa perustua ammatilliseen pätevyyteen ja kokemukseen, referensseihin. Suunnittelijoiden ja rakennuttajien valinta perustuen hintatarjouskilpailuun on julkisessa rakentamisessa kiellettävä. Tällainen esimerkki leviää nopeasti kaikkeen rakentamiseen. Suunnitteluun on varattava riittävästi aikaa ja valvonnalta on edellytettävä nykyistä suurempaa työpanosta ja ammattimaista henkilökuntaa.
- Asuntotuotannossa on saatava aikaan kilpailu asukkaista. Valtion tukitoimet tulee tuotannon sijasta siirtää asukkaalle. Tuesta riippumatta asukkaan pitää saada valita asuako vanhassa vai uudessa asunnossa, ostaako uudis- tai korjattavan asunnon vai muuttaako vuokra-asuntoon. Näin asukkaista aletaan kilpailla. Pitää saada aikaan vaativan asiakkaan markkinat.

- *Eilen valettu betonielementti tuotiin tänään rakennukselle ja nostettiin paikoilleen. Kun rakennusta aletaan lämmittää, vettä on rakenteissa valmiiksi.* (SK 1996).

- *Rakentamisessa urakkakilpailu on sairasta. Halvimman tarjouksen tehnyt saa urakan, vaikka sillä ei olisi mitään näyttöä ammattitaidosta.* (IS 13.5.1997)

- Urakoitsijoiden valinnassa hintakilpailuun tulee liittää laatukriteerit. Viestinä tarjoajille tulee olla, että laatua halutaan kohtuuhinnalla, ei halvalla mitä tahansa. Menettelytapana voi olla urakoitsijoiden ja toimittajien ammatillinen pätevyysluokittelu, joka perustuu kokemukseen, koulutukseen ja referensseihin.
- Rakennusrunkojen rakentamista talviolosuhteissa tulee välttää. Siis juuri päinvastoin kuin valtio pakotti rakennusalan toimimaan kymmeniä vuosia sitten. Rakennustyömailla tulisi olla työturvallisuusohjeiden tapaan siisteysohjeet, joissa esitetään materiaalien vastaanotto, varastointi ja suojaus sekä työmaan yleinen siisteys.
- Tuotekehittelyyn ja tutkimukseen tulee voimakkaasti panostaa. Se tulee kohdistaa uusien tai uusvanhojen rakenne- tai teknisten ratkaisujen etsimiseen yhtä hyvin kuin työmenetelmien ja työtapojen suunnitteluun. Koerakentamisajattelusta tulisi siirtyä tuotekehittelyyn, jonka avulla voidaan modernisti toteuttaa ratkaisuja, joita kokemus ja terve järki on jo vuosikausia sanellut.
- On käynnistettävä käden taitojen elvyttäminen koulutuksen, arvostuksen ja palkitsemisen avulla. Esimerkiksi yritystukea tai tuotekehitysavustusta suunnataan ammatillisesti osaaville rungon rakentajille ja kirvesmies-, muuraus- ja laatoitusyrityksille ja vastaaville vastineeksi velvoitteesta opettaa nuoria käden taitoihin.
- Laatujärjestelmien ja sertifikaattien sijasta viranomaisten, alan järjestöjen ja tilaajien tulee vaatia sellaista toimintaa, joka ilmenee lopputuotteen laatuna. Ajattelutapaa pitää tutkia ja kehittää. Siis miten mitataan ja todetaan, mikä on laadukas lopputuote jne. Joitakin laatukriteereitä on helppo asettaa. Esimerkiksi rakennuksen on vastattava tilaajan ja käyttäjän vaatimuksia, kustannusten tulee olla kohtuullisia, rakennusajan tulee olla siedettävä, suunnitteluperiaatteiden tulee kestää aikaa ja sisäilmaston tulee olla terveellinen sovittavien kriteerien mukaan, materiaaleina käytetään luokiteltuja materiaaleja, tekniikka on koekäytetty ja säädetty suunnitteluarvoihin ja

niin suunnittelijoina kuin rakentajinakin ovat olleet ammatillisesti osaavat tekijät.

- Kaavoitusvaiheessa kosteus- ja homevaurioiden ehkäisyyn kiinnitetään vain harvoin huomiota, vaikka siihen olisi syytä. Rakennus- tai asemakaavaan voitaisiin sisällyttää muun muassa vesien johtamista, viemäröintiä ja rakennusten korkeusasemaa koskevia määräyksiä

OLEMASSA OLEVAT RAKENNUKSET

- Olemassa olevan rakennuskannan suhteen tulee tavoitella tilannetta, jossa home- ja kosteusvauriot on korjattu, ilmanvaihtolaitteet ovat puhtaat ja ne toimivat, rakennusta ja sen laitteita osataan käyttää, sisäilman laatua seurataan jatkuvasti ja vaurioita ehkäisevä korjaus- ja kunnossapito-ohjelma on laadittu. Kysessä on luettelo itsestäänselvyyksistä, mutta todellisuus on näistä tavoitteista kaukana. Luettelo vastaa likimain Sisäilmayhdistyksen ja Teknologian Kehittämiskeskuksen laatimaa Terve Talo -ohjelmaa, johon kannattaa panostaa.
- Olemassa olevien rakennusten sisäilmaongelmat pitää katselmuksina kartoittaa. Nykyisin suoritettavat kuntoarviot ("yleislääkäritaso") ja kuntotutkimukset ("erikoislääkäritaso") on kohdistettava sisäilmaongelmien selvittämiseen. Tämä edellyttää tekijöitä, laitteita ja ammattiosaamista, jota pitää kouluttamalla hankkia. Ala on uusi ja edellyttää alusta saakka jonkinlaista auktorisointia, muuten tulokset ja tulkinnat sisäilmanlaadusta ja mahdollisten ongelmien aiheuttajista voivat olla mitä tahansa. Julkisten rakennusten pitää olla tiennäyttäjiä.
- Ilmastointilaitteet ja kanavat on määrävälein suursiivottava, korjattava, testattava ja säädettävä. Perusurakka on valtava ja se tulee aloittaa julkisista rakennuksista.

- *Juttutuokio rivirakentajan kanssa vetää mielen mustaksi. Pyrkimys parempaan laatuun on toki firmojen kirjattuna tavoitteena, mutta polkuhintaisten urakoiden pakkotahti vie laatujärjestelmiltä pohjan pois (Antero Mukka, HS 1997).*

Rakennusten kiinteistöhuollon tehtävät on laajennettava lumen luonnista ja siivouksesta koskemaan rakennuksen laitteiden toimintaa, käyttöä ja huoltoa. Kiinteistöjen pitää nimetä vastuullinen käyttäjä, joka tuntee rakennuksen tekniikan ja osaa käyttää sitä. Vastuuhenkilön on kyettävä tunnistamaan alkavat viat ja estämään niiden paheneminen. 1.1.1997 pakolliseksi tullut kiinteistön huoltokirja on hyvä askel oikeaan suuntaan.

- *Mitä varten lääkärit puuttuvat rakentamiseen, emmehän mekään leikkaa umpisuolia. (LVI-suunnittelija)*

- Asukkaat on velvoitettava huolehtimaan kohtuullisessa määrin asunnon ja sen laitteiden kunnosta. Törkeistä laiminlyönneistä syntyy korvausvelvollisuus.

5.
YHTEENVETO TÄRKEIMMISTÄ EHDOTUKSISTA

YLEISTÄ

Sisäilmasto-ongelmat ovat todellisia ja kansanterveydellisesti tärkeitä. Suurimittaisten ja taloudellisesti merkittävien yhteiskunnallisten toimenpiteiden perusteiksi tarvitaan kuitenkin vankkaa tutkimustietoa, tervettä järkeä ja suhteellisuuden tajua. Esimerkiksi homesienten ja monien sisäilmassa ilmenevien kemikaalien aiheuttamista todellisista terveyshaitoista ja niiden mekanismeista tiedetään aivan liian vähän. Emme tiedä ongelmien todellista laajuutta, vakavuutta ja täsmällisiä syitä emmekä varsinkaan tiedä, mitä vaikutuksia on erilaisilla korjaustoimilla, interventioilla. Terve järki sanoo, että homeiset rakenteet pitää korjata ja estää homesienten leviäminen. Se on kuitenkin pitkälti omaisuuden hoitoa eikä korjauksia pidä perustella terveyshaitoilla, jollei niistä ole näyttöä tai väestötutkimukset osoittavat, että terveyshaitan riski on pieni.

- *Tieto on vain tietämättömyyttä kohtaava häiriö. (tuntematon ajattelija)*

Nyt on sisäilma-asioissa ja homekeskustelussa asiallisen pohdinnan ja perustutkimusten aika. Tutkimukseen on varattava riittävät taloudelliset resurssit.

1. *Sisäilmaston vaikutuksista terveyteen puuttuu keskeistä tietoa.*

Ehdotus

- Valtion tulo- ja menoarvioon varataan vuosittain määräraha sisäilmaston terveystutkimusta varten. Rahoitus ohjataan sosiaali- ja terveysministeriöstä tutkijoille ja tutkijaryhmille.

- Tutkimuksen rahoittajat (yliopistolliset sairaalat, Suomen Akatemia, ministeriöt, Työsuojelurahasto ja muut rahastot, TEKES jne.) painottavat sisäilmakysymyksiä suunnatessaan rahoitusta.
- Koulutusta suunnataan erityisesti:
  lääkärien, LVI- ja rakennusinsinöörien perusopetukseen
  perusterveydenhuollon lääkäreille ja terveydenhoitajille
  erikoissairaanhoitoon soveltuvin osin
  terveysvalvontaan, terveystarkastajille
  rakentajille, suunnittelijoille
  työsuojeluhenkilöstölle
  siivousalalle

2. *Allergisten sairauksien määrä lisääntyy nuorissa ikäluokissa. Huono sisäilma on allergisille erityinen ongelma.*

Ehdotus

- Koulujen ja päiväkotien sisäilmaston laatuun kiinnitetään painavaa huomiota. Kunnat laativat toimintaohjelmia, jotka keskittyvät päiväkotien ja koulujen sisäilman parantamiseen ja antavat eväitä myös uudisrakennusten suunnitteluun. Opetustoimen osalta kunnat yhdessä opetusministeriön kanssa etsivät keinoja tilanteen parantamiseksi. Sisäilmasto-teema otetaan huomioon opetussuunnitelmissa (esimerkiksi "terve ja turvallinen koulu").

3. *Tupakansavu on edelleen merkittävin terveyttä uhkaava haitta sisäilmassa. Kaikki työpaikat, koulut, päiväkodit, julkiset tilat ja kulkuneuvot sekä suurin osa ravintoloiden tiloista tulee saada savuttomiksi.*

Ehdotus

- Sosiaali- ja terveysministeriö valmistelee päätöksen, jolla säädetään työpaikkojen sisäilman nikotiinille yläraja. Valtioneuvoston päätös laaditaan työturvallisuuslain perusteella. Koska muilla työpaikoilla kuin ravintoloissa tupakansavua ei saa olla ilmassa, nikotiinin yläraja vaikuttaisi käytännössä ravintoloihin, jotka joutuvat osoittamaan erillistilat tupakoiville asiakkaille.
- Tupakansavu tulee saada syöpävaaraa aiheuttavien aineiden luetteloon.

POTILAIDEN JA ALTISTUMISEN TUTKIMINEN

1. *Sisäilmaston epäpuhtaudet aiheuttavat sairauksia, joita osataan vain puutteellisesti tutkia perusterveydenhuollossa ja erikoissairaanhoidossa. Sairauksien aiheuttajia ei useinkaan tunnisteta ja hoito rajoittuu lääkereseptin kirjoittamiseen.*

Ehdotukset

- Lääkärien koulutusta lisätään. Siinä painotetaan yleisallergologiaa ja ympäristöterveydenhuoltoa.
- Sairauksien diagnostiikkaa kehitetään pyrkimyksenä etsiä sairauksien syitä pelkän oirehoidon sijasta. Kestävien tulosten saamiseksi tarvitaan nykyistä syynmukaisempaa hoitoa. Varhaisdiagnostiikan merkitystä erityisesti astmassa korostetaan.
- Keskussairaaloihin perustetaan **keskitetyt allergialaboratoriot**, jotka tarjoavat laadukasta potilaiden testausta alueen lääkärien sitä pyytäessä. Näihin laboratorioihin tulee kehittää myös valmiuksia ympäristönäytteiden tutkimiseen, esimerkiksi allergeenien ja mikrobien osalta.
- Keskussairaaloihin järjestetään asiasta kiinnostuneelle ja koulutusta saaneelle keuhkolääkärille, lastenlääkärille, korvalääkärille tai ihotautilääkärille mahdollisuus ottaa osa-aikaisesti vastaan "sisäilmapotilaita". Tämä lääkäri voisi myös toimia alueellaan vastuuhenkilönä ja osallistua asiantuntijana allergialaboratorion toimintaan sisäilmakysymysten osalta. Yliopistollisten keskussairaaloiden työlääketieteen poliklinikoiden yhteyteen voitaisiin järjestää "sisäilmapotilaiden" vastaanottoa, jolloin ympäristötutkimuksen tekisi joko aluetyöterveyslaitos (työpaikat) tai kunnallinen terveysvalvonta (kodit).
- HYKS:n iho- ja allergiasairaalan sisäilmapoliklinikka tutkii tarvittaessa potilaita koko maasta ja muodostaa yhteistyössä Allergia & Astmaliiton allergiataloon valmistuvan sisäilma-aseman kanssa **valtakunnallisen kliinisen osaamiskeskuksen**. Tämä keskus toimii kiinteässä yhteistyössä **Työterveyslaitoksen, Helsingin yliopiston kansanterveystieteen laitoksen** ja pääkaupunkiseudun **kuntien ympäristökeskuksien** kanssa. Toiminta rakennetaan potilaiden käytännön ongelmien ratkomiseksi ja painopiste on asuntojen sisäilmaongelmissa. Näin syntyy myös tutkimukselle oikeita kysymyksiä sekä neuvonta- ja ohjaustyölle arkitodellisuuteen nojaava pohja.
- Iho- ja Allergiasairaala aloittaa "**Allergiapostin**", joka tarjoaa koko maahan mahdollisuuden lähettää potilaiden verinäytteitä tarkempiin ja harvinaisempiin immunologisiin tutkimuksiin ja materiaalinäytteitä mykologisiin tutkimuksiin ja toksiinimäärityksiin.
- Työperäisten sisäilmaongelmien tutkimus toteutetaan työterveyshuollossa, joka tukeutuu tarvittaessa aluetyöterveyslaitoksiin, yliopistollisten keskussairaaloiden työlääketieteen poliklinikoihin ja Työterveyslaitoksen työlääketieteen osastoon Helsingissä. Koska usein on saatava selvyys potilaan **kokonaisaltistumisesta** (koti ja työpaikka), tarvitaan uusia yhteistyömuotoja työterveyshuollon ja muun terveydenhuollon välille.
- Sosiaali- ja terveysministeriö perustaa valtakunnallisen **sisäilmaraadin**, jonka tehtävänä on antaa lausuntoja vaikeimmista tapauksista, esimerkiksi epäselvistä homealtistumisista.

2. *Terveydenhuollolle ympäristöaltisteiden tutkiminen on vierasta. Toisaalta terveysvalvonnalla ei ole riittävää lääketieteellistä asiantuntemusta sisäilman terveyshaitoista.*

Ehdotus

- Kuntiin luodaan **sisäilmastotyöryhmät**. Jossa terveysvalvonta ja terveydenhuolto kohtaavat. Työterveyshuolto voi toimia asiantuntijatahona selvitettäessä ympäristöstä johtuvia sairauksia perusterveydenhuollossa. Työterveyshuolto tukeutuu Työterveyslaitoksen aluelaitoksiin, joiden tulee ottaa tällainen palvelu suunnitelmissaan huomioon.

3. *Sisäilman tutkijoina toimii henkilöitä ja yrityksiä, jotka antavat lausuntoja oireilevien ihmisten altistumisen laadusta ja määrästä, mutta joilla ei ole riittävää ammattitaitoa eikä asianmukaisia tutkimusmenetelmiä.*

Ehdotus

- Sosiaali- ja terveysministeriö vaatii alalla toimivilta henkilöiltä ja yrityksiltä **ammattipätevyyttä** (esimerkiksi sertifiointi). Kosteusvaurio-homeita tutkivat laboratoriot on saatava **laadunvalvonnan** piiriin.

4. *Työpaikkojen sisäilmasto-ongelmat vaativat toimintamalleja.*

Ehdotus

- Sisäilmasto-ongelmat käsitellään työpaikoilla **työsuojelukysymyksinä**, jolloin ne otetaan vakavasti.
- Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto laatii työpaikoille toimintamallit, joilla turvataan työntekijöiden terveys myös korjaustoiminnan aikana

5. *Sisäilmasto-ongelmat voivat aiheuttaa kotitalouksille taloudellisen ja terveydellisen ahdingon. Esimerkki: sairas perhe asuu hometalossa, joka on juuri asetettu asumiskieltoon, talosta on satojen tuhansien pankkilaina, sitä ei voi myydä ja korjaus maksaa yli sata tuhatta markkaa. Vakuutus ei korvaa.*

Ehdotus

- Perustetaan asumisterveysrahasto, josta tuetaan niitä sairastuneita perheitä, joilla on ylivoimaista selviytyä esimerkiksi kosteus- ja homevaurioituneen asunnon korjauskustannuksista.

TERVEYDEN EDISTÄMINEN RAKENTAMISESSA JA KIINTEISTÖJEN YLLÄPIDOSSA

Rakennuksen sisäilma on paljolti suunnittelussa ja rakentamisessa tehtyjen valintojen seurausta. Huonon sisäilman aiheuttamista viihtyvyys- ja terveyshaitoista on tullut siksi laaja kansanterveysongelma, että terveysnäkökulma on pakko ottaa rakentamisessa huomioon aivan toisella tavalla kuin aikaisemmin. Ongelmien parasta ehkäisyä ovat toimenpiteet, jotka takaavat rakennuksiin hyvän sisäilman. Terveysnäkökulman voimistuminen pakottaa tähän. Jos oireilu tai sairaus johtuu sisäilmasta, ensisijainen hoito on sisäilmaa parantavat korjaustoimenpiteet. Siksi sisäilmaongelmaa ei pidä liikaa "medikalisoida". Potilas tarvitsee ennemmin kirvesmiestä kuin kirurgia. Esimerkiksi pienetkin kosteusvauriot on korjattava heti odottamatta, että niistä seuraa homevaurio ja asukkaiden sairastuminen.

- *Rakennuskannassa on noin puolet maamme kansallisvarallisuudesta, joka on noin 2 200 miljardia markkaa. (Tilastokeskus 1997)*

Energiapoliittisia ratkaisuja ei jatkossa tule tehdä ihmisten terveyden kustannuksella ja niitä suunniteltaessa terveysnäkökohdat tulee ottaa huomioon. "Pullorakentaminen" on saattanut säästää energiaa, mutta on ilmeisesti lisännyt terveydenhoitokustannuksia. Energiatuotannon kehittäminen ei saa johtaa yhdyskuntailman saasteiden lisääntymiseen, ne heijastuvat aina myös sisäilman laatuun. Rakennusten energiakatselmuksissa tulee ottaa huomioon soveltuvin osin myös terveysnäkökohtia. Tämä on muistettava energiakatselmoijien koulutuksessa.

Rakentamisessa ja sen suunnittelussa tarvitaan voimakas asennemuutos. Hyvä ja kestävä rakentaminen tavoitteena viihtyisä ja terveellinen sisäilmasto pitää kokea yhteiskunnallisesti tärkeäksi. Hyvästä kannattaa maksaakin hiukan enemmän.

Ihmiset ovat halukkaita muutokseen, mutta heitä pitää innostaa siihen ja tarvittaessa suunnata tukitoimia muutoksen vauhdittamiseksi. Periaatteessa kyseessä ovat yksinkertaiset asiat, esimerkiksi: tehdään harjakattoja, vaikka niihin kuluukin enemmän materiaalia kuin tasakattoihin, maalataan talo useammin, jos voidaan käyttää ihmisen ja ympäristön kannalta turvallisia maaleja, käytetään ihmistyötä rakennusten hoitamiseen jne. Valtion kannattaa tukea tämänkaltaista toimintaa, joka tuottaa työtä ja samalla huolehtii kansallisuusvarallisuudesta.

Ehdotukset

- Suunnittelussa on valittava rakenteet, jotka ovat terveyden kannalta mahdollisimman riskittömiä.
- Huoneiden ilmatilavuutta on suurennettava ja rakenteiden tiiviydestä tingittävä.
- Osaaminen, koulutus ja vastuu on saatava kunniaan kaikkien rakennusalalla toimivien keskuudessa
- Rakennusalalta on vaadittava laadukasta käytännön tulosta ja vältettävä virkavaltaisten laatujärjestelmien laadintaa.
- Ilmanvaihtojärjestelmät on suursiivottava. Muutenkin siivouskysymyk-

siin on kiinnitettävä suurempaa huomiota. Rakennustyömaille on luotava siivous- ja siisteysohjeisto, joka ottaa mallia työsuojeluohjeista.

- Kiinteistöjen hoitoon ja huoltoon pitää saada kattava järjestelmä. Isännöitsijätoimen sisältö ja vaatimukset on uudistettava.
- Asuntokatsastustoiminta on aloitettava. Suomalaisten rahat ovat asunnossa, kesämökissä ja autossa. Autokanta on hyvässä kunnossa, kiitos katsastustoiminnan. Asuntoihin voidaan soveltaa samantapaista järjestelmää. Se olisi kaikkien etu.

Hallituksen työllisyysohjelmassa (1995) edellytettiin selvitettäväksi keinot rakennusvirheiden kartoittamiseksi ja korjaustoiminnan käynnistämiseksi. Työministeriön johdolla koottu työryhmä esittikin vuonna 1996, että työttömiä rakennusalan asiantuntijoita koulutetaan virheiden katselmointiin ja korjausehdotusten laatimiseen. Ympäristöministeriön REMONTTI-ohjelmassa on koulutettu joukko asiantuntijoita tekemään rakennusten kuntoarvioita. Samalla on valmisteltu suunnitelma rakennusten kuntotutkimusten toteuttamiseksi. Nämä koulutukset ja koulutussunnitelmat pitää koordinoida ja niitä tulee kehittää niin, että otetaan huomioon myös tilojen käyttäjien terveys. Kauppa- ja teollisuusministeriön MOTIVA-ohjelmassa koulutettujen energiakatselmoijien toiminta pitää soveltuvin osin niveltää rakennusten kuntoarvio- ja kuntotutkimustoimintaan.

Katsastusten pitää johtaa korjauksiin ainakin niissä rakennuksissa, jotka ovat aiheuttaneet terveyshaittaa.

Vuoden 1997 alusta valtion rahoittamissa uudisrakennus- ja laajoissa perusparannus-kohteissa **huoltokirja** on pakollinen. Tämä on hyvä uudistus. Huoltokirjan käyttöä pitää edistää myös muissa kohteissa ja sisällölle pitää asettaa vaatimukset.

Valtioneuvosto on päättänyt asuinrakennusten ja asuntojen korjausavustusten jakoperusteista tammikuussa 1997. Perusteita on muutettu ennaltaehkäisevään suuntaan kosteusvauriokorjausten osalta. Tätä suuntaa pitää vahvistaa.

MINISTERIÖIDEN YHTEISTYÖ

Sisäilmaongelmat koskevat monia hallinnonaloja, jotka perinteisesti eivät ole kiinteässä yhteistyössä. Yhteistyö on välttämätöntä erityisesti sosiaali- ja terveystoimen, ympäristötoimen ja rakennustoimen välillä. Tämä yhteistyö pitää rakentaa ministeriöiden tasolta asti. Koska terveysongelmasta on kysymys, koordinaatiovastuu kuuluu sosiaali- ja terveysministeriölle.

Ehdotukset

- Valtioneuvosto asettaa virkamiestyöryhmän kehittämään ministeriöiden välistä yhteistoimintaa sisäilmakysymyksissä ja niihin liittyvässä rakentamisessa ja kiinteistöjen ylläpidossa.
- Sosiaali- ja terveysministeriö asettaa sisäilmakysymyksistä vastaavan virkamiehen.
- Sosiaali- ja terveysministeriössä lisätään voimavaroja ministeriöiden välisen yhteistyön kehittämiseksi sekä tutkimuksen, koulutuksen ja tiedotuksen koordinoimiseksi.
- Sosiaali- ja terveysministeriössä on toiminut sisäilmaston asiantuntijaryhmä, mutta työryhmän koostumus, tehtävät ja tavoitteet tulee määrittää uudelleen. Uudelle ryhmälle pitäisi myös antaa taloudellista toimivaltaa.

STM:n sisäilmaston asiantuntijaryhmälle varataan riittävät taloudelliset resurssit käytettäväksi sisäilmastotutkimukseen, sisäilman parantamiseen tähtääviin käytännön hankkeisiin ja terveellisen rakentamisen edistämiseen.

Eräiden ministeriöiden, kuten opetusministeriön rooli on viime vuosina ollut lähinnä rakentamisen rahoittajan rooli. Rahoittajan on kuitenkin vaadittava laatua. Koska vanhaan rakennuspiirustusten tarkastamiseen ei ole paluuta, on lisättävä neuvonta- ja kehittämistoimintaa. Tarvitaan uusia työkaluja, informaatio-ohjausta, laatuohjausta ja tiedon tuottamista terveellisestä rakentamisesta. Käyttäjiä on koulutettava, koska työpaikkojen sisäilma on myös työterveyskysymys.

Kaikkeen rakentamiseen suuntautuvaan viranomaisohjaukseen pitää saada mukaan terveysnäkökulma. Esimerkiksi rakennusten peruskorjauksiin myönnettävää valtionosuutta tulee suunnata entistä selvemmin niiden kohteiden korjaamiseen, joissa on vakavia terveysriskejä.

Ympäristöministeriössä on tutkimus- ja kehittämisrahaa, mutta painopiste on luonnonsuojelussa. Rahanjako pitäisi tasapainottaa. Ympäristöministeriö on käynnistänyt mittavan **kosteus ja home - toimenpideohjelman**. Tätä ohjelmaa kannattaa tukea ja kehittää, mutta sen terveysnäkökulmaa pitää vahvistaa, jotta korjaustoimet suuntautuvat järkevästi. **Ympäristöministeriössä uudistetaan parhaillaan rakentamismääräyskokoelman D2 osaa sisäilmasto ja ilmanvaihto. Tässä pitää muistaa, ettei tervettä rakentamista edistä lämmöneristeiden ja koneellisen ilmanvaihdon lisääminen, jotka johtavat vain ojasta allikkoon. Pitää tutkia mahdollisuuksia kehittää painovoimaan perustuvaa "luonnollista" ilmanvaihtoa sekä kosteutta sietäviä ja "hengittäviä" rakenteita, joilla on suurimman osan vuotta hyvät toimintaedellytykset maamme ilmastossa.**

Kansainvälinen ja erityisesti eurooppalainen yhteistyö sisäilmakysymyksissä on välttämätöntä ja selvästi tiivistymässä Euroopan unionin alueella. Esimerkiksi EU pitää tietokantaa materiaalipäästöistä (European database on indoor air pollution sources). Kansainvälinen sisäilmajärjestö laatii sisäilman laadulle tavoitearvoja ja määrittelee epäpuhtauksien haitallisia pitoisuuksia. Tällä hetkellä toimii useita eurooppalaisia yhteistyöryhmiä eri sisäilmastoalueilla (European Collaborative Action). Suomi voi antaa tähän työhön merkittävän panoksen.

OIKEUSKÄYTÄNTÖ SISÄILMASTON AIHEUTTAMISSA SAIRAUKSISSA

Eduskunta muutti vuonna 1993 oikeudenkäymisnormeja ja oikeudenkäyntikulusäännöksiä huomattavasti ankarimmiksi. Samaan aikaan eduskunta kehotti vakuutusyhtiöitä kiristämään oikeusturvavakuutuksen ehtoja niin, ettei vastapuolen kuluja enää korvata. Jutut käsitellään nykyään tarpeettoman perusteellisesti. Niissä tunnetaan vain voittajia ja

- *Koskaan ennen ei ole tuotu tuomioistuimiin niin suurta määrää, useita satoja, kosteus- ja homevaurioihin liittyviä kanteita.* (Petri Järvensivu, HS 12.3.1997)

häviäjiä, ja häviäjä maksaa molempien oikeudenkäyntikulut. Muutokset merkitsevät sitä, että riitaosapuolet joutuvat usein taloudellisesti kestämättömään tilanteeseen. Suomessa on jo joukko lakimiehiä, jotka ovat erikoistuneet home- ym. sisäilmariitoihin. Uutta on myös se, että oikeudessa ei vaadita pelkästään kaupan purkua tai hinnan alennusta vaan myös amerikkalaiseen tapaan suuria vahingonkorvauksia esimerkiksi kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamista sairauksista. Tämä kehitys on syytä pysäyttää, koska lääketieteellisiä perusteita tämän kaltaisille vaateille ei vielä ole.

Asuntokauppakulttuuria on parannettava. Myyjän on toimittava avoimesti ja ostajan kannattaa harkita asiantuntijan käyttämistä ennen kaupantekoa. On ollut tavallista, että myyjä salaa asunnon ongelmia. Nykyisessä oikeuskulttuurissa asunnon vikoja salaava myyjä voi kuitenkin odottaa, että kauppasopimusta seuraa kanne, jossa vaaditaan kaupan purkua, vahingonkorvausta tai hinnan alennusta. Vastuuaika voi olla jopa kymmenen vuotta.

Ehdotus

- Kuluttajasuojalaki pitäisi ulottaa kiinteistökauppaan. Asuntokauppoihin liittyviä riitajuttuja ei pitäisi viedä oikeuteen asti, jos ne suinkin on mahdollista sopia muuten. Vahingonkorvaukset tulevat kysymykseen vain hyvin poikkeuksellisissa tapauksissa, lähinnä liittyen työperäiseen altistumiseen. Silloin tarvitaan altistumisen ja sairauden välisestä syy-seuraussuhteesta pitävä näyttö esimerkiksi altistuskokeiden avulla.

Ympäristöministeriö asetti tammikuussa 1997 selvitysmiehen ja kaksi työryhmää selvittämään rakentamisen laatuun ja vastuisiin liittyviä kysymyksiä. Ympäristöministeriö ja Suomen kiinteistöliitto julkaisivat 1997 tärkeän kirjasen: Hometalo, kuka vastuussa?

- *Onko vika sittenkin meissä, kun remonttireiska mokaa, eristysmies ei eristä ja mattomies tekee luokatonta työtä.* (Jari Keränen, IS 11.1.1997)

Käsityksemme on, että rakentamisen laatu, osaaminen ja ammatillinen vastuu eivät parane sysäämällä nykyiset ongelmat vakuutusyhtiöiden ja sitä kautta rakentamisen tilaajien ja maksajien kannettavaksi. Osaamisen jatkuva kehittäminen ja ammattiylpeyden palauttaminen on ainoa kestävä tie.

TERVEEN ASUMISEN KYMMENEN OHJETTA

1. Säädä huoneen lämpötilaksi talvella 20-22 astetta
2. Huolehdi ilmanvaihdosta; makuuhuone, keittiö, kylpyhuone
3. Vältä haisevia materiaaleja, haju on haitta
4. Siivoa säännöllisesti
5. Pidä suhteellinen kosteus 30-50 %:ssa
6. Estä kosteusvauriot ja korjaa heti vesivahingot
7. Ajattele kanssaihmisiä; tupakointi, lemmikkieläimet, hajusteet
8. Vältä asumista remontin keskellä
9. Suosi rakentamisessa yksinkertaisia ja koeteltuja ratkaisuja
10. Hoida ja huolla asuntoasi

KIRJALLISUUTTA

Aurola R, Välikylä T (toim.). Asumisterveysopas. Ympäristö ja Terveys-lehti 1997.

Chapman M D, Heymann P W, Sporik R B, Platts-Mills T A E. Monitoring allergen exposure in asthma: new treatment strategies. Allergy 50 (suppl 25),1995.

Haahtela T, Nordman H, Talikka M. Sisäilma ja terveys, 2. Uudistettu painos Allergialiitto 1993.

Haahtela T, Hannuksela M, Terho E O (toim.). Allergologia. Kustannus Oy Duodecim 1993

Jaakkola J J K. Sick building syndrome: the phenomenon and its air-handling etiology. Helsinki University of Technology. Report A2, 135 s. Espoo 1995

Kanerva L, Jolanki R, Toikkanen J, Keskinen H. Työperäiset allergiat v. 1990- 94. Työterveyslaitos. Allergia ja työ - ohjelma. Helsinki 1996

Kinnunen H, Kuhanen P. Hometalo, kuka vastuussa? Ympäristöministeriö, Suomen kiinteistöliitto 1997.

Koivisto J, Jääskeläinen E, Nevalainen A. Ym. Asuinkerrostalojen kosteusvauriot - yleisyyden ja korjauskustannusten selvittäminen. Kansanterveyslaitos 1996:B9.

Munir A K M. Exposure to indoor allergens and relation to sensitization and asthma in children. Linköping University Medical Dissertations No. 412. Linköping 1994

Partanen P, Jääskeläinen E, Nevalainen A, ym. Pientalojen kosteusvauriot - yleisyyden ja korjauskustannusten selvittäminen. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja. B6: 1-48, 1995

Pentikäinen T, Häkkinen U, Rissanen P. Radonaltistuksen pienentämisen kustannusvaikutusanalyysi. Aiheita 34/1996. Stakes, Helsinki 1996.

Pirhonen I, Nevalainen A, Husman T, Pekkanen J. Home dampness, moulds and their influence on respiratory infections and symptoms in adults in Finland. Eur Respir J 1996; 9: 2618-2622.

Platts-Mills T A E, Sporik R B, Chapman M D, Heymann P W. The role of indoor allergens in asthma. Allergy 50 (suppl 22): 5-12, 1995

Reijula K, Haahtela T (toim.). Sisäilma ja terveys. Duodecim. Miniteema 1996

Ruotsalainen R. Ventilation, indoor air quality, and human health and comfort in dwellings and day-care centers. Helsinki University of Technology. Report A1, 150 s. Espoo 1995

Ruotsalainen R, Palonen J, Jokiranta K, Seppänen O. Sisäilmaston kuntotutkimus. Suomen LVI-yhdistysten liitto 1997:4.

Salmi T, Kemoff T. Home- ja kosteusongelmat rakennuksessa. Suomen kiinteistöliitto 1996.

Seppänen O, Säteri J, Lehtinen T, Nevalainen A (toim.). Tavoitteena terve talo. Sisäilmayhdistys ry, Teknologian kehittämiskeskus. SIY Raportti 1997:9.

Seuri M, Reiman M. Rakennusten kosteusvauriot, home ja terveys. Rakennustieto Oy 1996.

Sisäilmaohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 1997:1.

Sisäilmasto ja terveys. Työterveiset. Työterveyslaitoksen tiedotuslehti 1/97.

Sisäilmatietokeskus. Terveellinen sisäilma. Gummerus 1996

Sisäilmayhdistys ym. Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus 1995.

Sosiaali- ja terveysministeriö. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen mikrobiologiset, kemialliset ja fysikaaliset olosuhteet. Ohje 1996

Suomen kansallinen ympäristöterveysohjelma. Sosiaali- ja terveysministeriö, ympäristöministeriö. Komiteamietintö 1997:8.

Tikkanen J. Sisäilman epäpuhtaudet ja niistä aiheutuvien sairauksien selvittely. Suomen Lääkärilehti 1996;51:59-62.

Tikkanen J, Paavola M, Koskela K. Suomalaisten käsitykset ympäristön terveydelle aiheuttamista vaaroista. Suomen Lääkärilehti 1991; 46:2531-2537.

Wallström M, Puttonen J, Airo J. Huoneilman ammoniakki. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 1996:7.

SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN TYÖRYHMÄMUISTIOITA
ISSN 1237-0606

1997: 1 Risto Suominen. Työnantajamaksujen porrastaminen. Selvitysmiesraportti.
ISBN 952-00-0271-5

2 Sosiaali- ja terveydenhuollon salassapidettävien asiakirjojen tutkimuskäyttö. Tietu-työryhmä.
ISBN 952-00-0286-3

3 Työnantajien sosiaalivakuutusmaksujen maksumenettelyjen parantaminen.
ISBN 952-00-0292-8

4 Sosiaalihuollon erityisosaamisen turvaaminen. Sosiaalihuollon erityisosaamista selvittäneen työryhmän muistio.
ISBN 952-00-0299-5

5 Arto Niemi. Yliopistoapteekkitoiminnan edellytykset. Selvitysmiesraportti.
ISBN 952-00-0298-7

6 Vammaistyöryhmä '96:n muistio.
ISBN 952-00-0301-0

7 Elintarvike-erityistilanne -työryhmän muistio.
ISBN 952-00-0304-5

8 Aulikki Kananoja. Murros ja mahdollisuus. Sosiaalityön selvityshenkilön raportti.
ISBN 952-00-0305-3
(Stakes Raportteja 211)

9 Tapaturmaviraston uudelleenorganisointia valmistelleen projektin loppuraportti.
ISBN 952-00-0315-0

10 Sosiaalivakuutuksen kriisivalmiustyöryhmän muistio.
ISBN 952-00-0331-2

11 Lääkekustannustyöryhmän muistio.
ISBN 952-00-0336-3

12 Mielekäs elämä! -ohjelman esisuunnitelma -työryhmän muistio.
ISBN 952-00-0338-X

13 Lääkärikoulutuksen aloituspaikkatarve sekä erikoislääkärien määräennusteet ja koulutustarve vuoteen 2010 saakka. Lääkärityövoiman laskentatyöryhmä IV.
ISBN 952-00-0339-8

14 Potilasvahinkolakityöryhmän muistio.
ISBN 952-00-0345-2

15 Yrittäjämaksutyöryhmä 1996 muistio.
ISBN 952-00-0343-6

16 Ensihoitotyöryhmän muistio.
ISBN 952-00-0342-8

17 Sosiaalihuollon ammatinharjoittamislainsäädännön tarpeen selvittämistyöryhmän muistio.
ISBN 952-00-0350-9

18 Pentti Arajärvi. Toimeentulotuen kehittäminen. Selvitysmiesraportti.
ISBN 952-00-0351-7

19 Eläkekassojen vakavaraisuustyöryhmän muistio.
ISBN 952-00-0357-6

20 Pentti Arajärvi. Selkeämpään toimeentuloon. Selvitysmuistio toimeentuloturvalainsäädännön selkeyttämisestä.
ISBN 952-00-0363-0

21 Eläkesäätiöiden vakavaraisuustyöryhmä 1997:n muistio.
ISBN 952-00-0364-9

22 Kohtuusperiaatetyöryhmän muistio.
ISBN 952-00-0365-7

23 Asko Tanskanen. Alle kymmenen hengen yrityksen työnantajamaksujen hoitaminen. Selvitysmiesraportti.
ISBN 952-00-0366-5

24 Toimeentulotuen säädöstyöryhmän muistio.

25 Tari Haahtela, Kari Reijula. Sisäilman terveyshaitat ja ehdotukset niiden vähentämiseksi. Selvitysmiesraportti.
ISBN 952-00-0381-9