

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Kiinteistönpitotekniikka

Tutkintotyö

Anne Koskela

ISÄNNÖITSIJÄN JA ASUKKAAN SISÄILMASTO-OPAS

Työn ohjaaja

Lehtori Pekka Väisälä

Tampere 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Kiinteistönpitotekniikka

Anne Koskela Isännöitsijän ja asukkaan sisäilmasto-opas

Tutkintotyö 54 sivua + 9 liitesivua

Työn ohjaaja Lehtori Pekka Väisälä

Tampere 2007

Hakusanat sisäilmasto, lämpöolot, kosteus, epäpuhtaudet, ilmavaihto, sisäilmastoluokitus

TIIVISTELMÄ

Tutkintotyön aiheena oli asuinkerrostalon sisäilmasto, johon otettiin mukaan lämpöolot, kosteus, ilman laatu, sähkömagneettiset ominaisuudet ja säteilyolosuhteet. Työstä rajattiin pois valaistus ja melu.

Tutkintotyön tarkoituksena on toimia isännöitsijän ja asukkaan oppaana. Siinä kerrotaan, mitä sisäilmasto on, mistä se koostuu, mitä lainasäädännössä ja määräyksissä edellytetään, miten sisäilmasto luokitellaan ja miten sisäilmastoon voidaan vaikuttaa. Tutkintotyön tavoitteena on siis kertoa isännöitsijälle ja asukkaalle sisäilmastosta kaikki oleellinen selkeästi.

Työn aihe valittiin sen vuoksi, että isännöitsijät joutuvat työskentelemään päivittäin sisäilmasto-ongelmien parissa. Ongelmien ratkaiseminen vaatii riittävää ja oikeaa tietoa.

Työ laadittiin perehtymällä alan kirjallisuuteen, painettuihin julkaisuihin sekä sähköisiin lähteisiin.

Tutkintotyön tuloksena syntyi isännöitsijän muistilista tyypillisimmistä sisäilmasto-ongelmista ja niiden mahdollisista syistä, sisäilmaston epäpuhtauksista ja niiden mahdollisista aiheuttajista sekä sisäilmasto-oireista ja niiden mahdollisista aiheuttajista. Tämän lisäksi tutkintotyön tuloksena syntyi asukkaille ohje siitä, miten he itse omilla toimillaan voivat vaikuttaa hyvän, terveellisen ja viihtyisän sisäilmaston ylläpitoon.

TAMPERE POLYTECHNIK

Construction Technology

Facility Management

Anne Koskela A Handbook of the microclimate of the room for managers ja residents

Engineering Thesis 54 pages + 9 appendices

Thesis Supervisor Lecturer Pekka Väisälä

March 2007

Keywords microclimate of room, thermal properties, moisture, impurities, ventilation,
classification of the microclimate of room

ABSTRACT

The subject of the engineering thesis was the microclimate of the room in the ordinary block of flats. The engineering thesis included thermal properties, moisture, quality of air, electromagnetic qualities and radiation regime. From this engineering thesis was defined away lighting and noise.

The purpose of this engineering thesis is to be a handbook for the managers and residents. The questions to which are found the answers are following: What is the microclimate of the room? What does the microclimate of the room consist of? What kind of actions do the law and orders determinate for the microclimate of the room? How is the microclimate of the room classified? How can to the microclimate of room be affected? The target of the engineering thesis is to tell all essential from the microclimate of the room clearly for the managers and residents.

The subject of the engineering thesis was chosen therefore that the managers have to work with this kind of problems every day. The problems in the microclimate of the room are demanding sufficient and right information to be solved.

The engineering thesis was established by reading up on the literature of the preserve, publications and web sites.

The result of the engineering thesis came about the checklist of the typical problems in the microclimate of the room and conceivable solutions for these problems. It also included the list of the impurities and the symptoms of the microclimate of the room and conceivable sources for these. In addition to that it also came instructions for the residents, how they can themselves affect on the microclimate of the room to make it better, healthier and more comfortable.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Kiinteistönpitotekniikka

ALKUSANAT

Tutkintotyöni taustalla olivat lukuisat asukkaiden tekemät valitukset sisäilmastosta. Ajatuksenani oli perehtyä kunnolla siihen, mitä sisäilmasto oikeastaan on ja miten siihen voidaan vaikuttaa. Lähtöajatuksenani oli tehdä selkeä isännöitsijän ja asukkaan opas sisäilmastosta ja työn lopputuloksena oli tarkoitus aikaansaada ohje asukkaille, siitä miten he itse voisivat omilla toimillaan vaikuttaa hyvään ja terveelliseen sisäilmastoon. Tämän lähtöajatuksen rinnalle nousi työn edistyessä myös ajatus siitä, että sisäilmasto-ongelmista olisi hyvä laatia myös isännöitsijälle lyhyt muistilista, jotta ongelmia ratkaistaessa kaikki mahdolliset syyt ja aiheuttajat tulisi huomioonotetuiksi.

Aloitin tämän työn tekemisen kesällä 2006 istuen rannalla Janakkalassa. Siinä vaiheessa sisäilmasto-ongelmat tuntuivat melko kaukaisilta, mutta lomien loppuessa ja syksyn edetessä ne taas lähenivät, jolloin työn kirjoittamisellekin löytyi pohjaa. Loppupäätelmän ja yhteenvedon laadin puolestaan helmikuussa 2007 istuen lomamökissä Ylläksellä pidellen pakkasta.

Toivon, että lopputyöstäni olisi apua isännöintityössä ja että asukkaatkin hyötyisivät siitä. Yhteisenä tavoitteenahan meillä kaikilla on viihtyisä, hyvä ja terveellinen sisäilmasto.

Janakkalassa 4.3.2007

Anne Koskela

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

	TIIVISTELMÄ	
	ABSTRACT	
	ALKUSANAT	
	SISÄLLYSLUETTELO	5
1	JOHDANTO.....	7
2	SISÄILMASTON MÄÄRITELMÄ JA TEKIJÄT	8
2.1	Sisäilmaston määritelmä	8
2.2	Sisäilmaston tekijät	9
3	SISÄILMASTON VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN JA TERVEYTEEN.....	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Sairas rakennus -ongelma	11
4	SISÄILMASTOON VAIKUTTAVA LAINSÄÄDÄNTÖ, MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	12
4.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132	12
4.2	Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895	13
4.3	Suomen rakentamismääräyskokoelma.....	14
4.4	Terveystensuojelulaki 19.8.1994/763	14
4.5	Sosiaali- ja terveysministeriö ja kunnat.....	16
4.6	Työsuojelulainsäädäntö	16
5	SISÄILMASTON PÄÄTEKIJÄT	17
5.1	Lämpöolot	17
5.1.1	Yleistä	17
5.1.2	Asuinkerrostalon ilman lämpötilojen suunnitteluarvot.....	17
5.1.3	Lämpötilojen yleiset vaikutukset ja viihtyvyyttä lämpötila.....	18
5.1.4	Lämpötilan vaihtelut ja lämpösäteily	19
5.1.5	Lattian lämpötila	20
5.1.6	Veto	21
5.2	Kosteus	22
5.2.1	Sisäilman suhteellinen kosteus.....	22
5.2.2	Rakennekosteuden vaikutus sisäilmastoon.....	23
5.2.3	Kosteuden aiheuttama mikrobikasvusto	24
5.3	Kemiallisten epäpuhtauksien ja muiden epäpuhtauksien vaikutus sisäilman laatuun.....	25
5.3.1	Yleistä	25
5.3.2	Orgaaniset kaasumaiset ja hiukkasmaiset epäpuhtaudet	25
5.3.3	Epäorgaaniset kaasumaiset epäpuhtaudet	27
5.3.4	Epäorgaaniset hiukkasmaiset epäpuhtaudet.....	29
5.3.5	Muut sisäilman epäpuhtaudet	30
5.3.6	Epäpuhtauksien poistaminen.....	32
5.4	Sähkömagneettiset ominaisuudet.....	33

Anne Koskela

5.4.1	Yleistä	33
5.4.2	Ionit.....	33
5.4.3	Sähkö- ja magneettikentät	34
5.5	Säteilyolosuhteet.....	35
5.5.1	Yleistä	35
5.5.2	Radon.....	36
6	ILMANVAIHDON MERKITYS HYVÄN SISÄILMASTON KANNALTA.....	38
6.1	Yleistä	38
6.2	Ilmanvaihdon riittävyys ja mitoitus	38
6.3	Ilmanvaihdon yleisperiaatteet sekä epäpuhtauksien hallinta.....	40
7	SISÄILMASTOLUOKITUS	40
7.1	Sisäilmaston tavoitearvot	41
7.2	Rakennustöiden puhtausluokat.....	45
7.3	Rakennusmateriaalien päästöluokitus	46
8	PÄÄPERIAATTEET HYVÄN SISÄILMASTON HUOMIOIMISESTA SUUNNITTELUSSA, RAKENTAMISESSA JA KÄYTÖSSÄ JA HUOLLOSSA.....	48
8.1	Yleistä	48
8.2	Kosteuden hallinta rakennussuunnitteluvaiheessa	49
8.3	Lämpöolojen hallinta rakennussuunnitteluvaiheessa	50
8.4	Ilman epäpuhtauksien hallinta rakennussuunnitteluvaiheessa.....	50
8.5	Pintarakenteiden ja -materiaalien suunnittelu hyvän sisäilmaston kannalta.....	51
8.6	Rakentaminen hyvän sisäilmaston kannalta.....	51
8.7	Hyvän sisäilmaston huomioiminen käytössä ja huollossa	52
9	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	53

LÄHDELUETTELO	54
---------------------	----

LIITTEET

Liite 1 Muistilista isännöitsijälle

Liite 2 Miten pidät yllä hyvää ja terveellistä sisäilmastoa? – ohje asukkaille

1 JOHDANTO

Isännöitsijän työssä joudumme päivittäin tekemisiin sisäilmasto-ongelmien kanssa. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää tietää, mitä sisäilmasto todellisuudessa on, mistä se koostuu, miten se luokitellaan ja miten siihen voidaan vaikuttaa. Sisäilmasto-ongelmista valittavat asukkaat saatetaan helposti luokitella ylireagoiviksi hysteerikoiksi, ja valituksen kohteena olevat asiat voivat jäädä selvittämättä, vaikka niissä todellisuudessa olisikin korjaamisen ja parantamisen varaa. Usein tässä on kysymys tiedon puutteesta.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on toimia isännöitsijän ja asukkaan oppaana perehdyttäessä sisäilmastokysymyksiin, selvittäessä sisäilmastomittausten tuloksia ja etsittäessä mahdollisiin ongelmiin ratkaisuja. Tutkintotyön tavoitteena on aikaansaada isännöitsijän muistilista tyypillisimmistä sisäilmasto-ongelmista ja niiden mahdollisista aiheuttajista sekä aikaansaada asukkaille jaettava opas siitä, miten he itse omilla toimillaan voivat vaikuttaa hyvään ja terveelliseen sisäilmastoon.

Sisäilmaston lopulliseen laatuun vaikuttavat yhtälailla lämpöolot, kosteus, ilman epäpuhtaudet, ilmanvaihto ja ilmastointi ja näissä käytetyt laitteet kuin rakennustekniikka, rakennustöiden suorittaminen, käytetyt materiaalit sekä rakennuksen käyttö ja huolto. Hyvän ja terveellisen sisäilmaston saavuttaminen edellyttää näiden kaikkien tekijöiden huomioonottamista niin suunnittelussa, rakentamisessa kuin käytössäkin. Siksi näihin asioihin on perehdytty myös tässä tutkintotyössä.

Tutkintotyöstä on rajattu pois valaistus ja melu, jotka luetellaan kyllä sisäilmastoon kuuluviksi, mutta jotka asiakokonaisuuksina ovat niin laajoja, että niitä ei voida käsitellä tässä tutkintotyössä.

Miksi asuntojen sisäilmasto-ongelmat ja niiden ratkaisut ovat sitten niin tärkeitä? Työpaikoillahan hyvän ja terveellisen sisäilmaston yhteys tuottavuuteen on kokeellisesti osoitettu, mutta asunnoissahan ei tällaisia tavoitteita tunneta. Johdannon lopussa on selvitystä siihen, miksi myös asuntojen osalta pyritään hyvään, terveelliseen ja viihtyisään sisäilmastoon.

Maantieteellisen sijaintimme vuoksi oleilemme sisätiloissa noin 90 - 95 % ajastamme. Tämän vuoksi meidän tulee saada kaikkiin sisätiloihin riittävästi raikasta, puhdasta sekä hapekasta ilmaa. Koska rakennuksemme ovat kylmän ilmaston vuoksi tiiviitä, on

toimiva ja oikein säädetty ilmanvaihtojärjestelmä ainoa keino taata raikkaan, puhtaan ja hapekkaan ilman saanti ja tätä kautta myös ihmisten viihtyvyys. Syömmme vuorokaudessa noin litran ruokaa, juomme noin kaksi litraa vettä, mutta hengittämme noin 15 000 litraa ilmaa. Ei ole siis yhdentekevää, millaisessa sisäilmastossa vietämme aikaamme.

Suomessa on noin 200 000 astmaa sairastavaa henkilöä, noin kolmanneksella väestöstä on jokin allergiasairaus, ihottuma tai allerginen nuha ja uusia radonin aiheuttamia keuhkosityöpätapauksia tilastoidaan vuosittain noin 450 kappaletta. Tekesin ja Työterveyslaitoksen laskelmien mukaan Suomessa käytetään noin 2,4 miljardia euroa näiden sairauksien ja oireiden hoitoon, poissaoloihin ja työtehon alenemiseen. Mikäli tähän lukuun lisätään vielä sairaalainfektiotapaukset, joista puolen katsotaan aiheutuneen huonosta sisäilmastosta, kasvaa luku aina 3,2 miljardiin euroon. Tämä lähestymistapa osoittaa sen, että kysymys on kansantaloudellisesti merkittävästä asiasta.

Puhdas sisäilma on kaikkien ihmisten perusoikeus. Se ei saa katsoa ikää, sukupuolta eikä taloudellista asemaa. Tästä on osoituksena se, että Maailman Terveysjärjestö WHO julkaisi vuonna 2000 laajan raportin nimeltä ”Oikeus terveelliseen sisäilmastoon”. Sisäilmasto-ongelmat ja niiden ratkaisemisen tärkeys on siis tiedostettu myös maailmanlaajuisesti, mikä osoittaa sen, että kysymys on vakavasta ja taloudellisesti merkittävästä ongelmasta.

/4; 28; 15; 11, s. 293; 5; 14; 8; 9; 26./

2 SISÄILMASTON MÄÄRITELMÄ JA TEKIJÄT

2.1 Sisäilmaston määritelmä

Sisäilmasto koostuu niistä rakennuksen ympäristötekijöistä, jotka vaikuttavat ihmisen terveyteen ja viihtyvyyteen. Sisäilmaston pääosat ovat

- lämpöolot (ilman ja pintojen lämpötilat sekä ilman liike ja veto)
- kosteus
- ilman laatu (orgaaniset ja epäorgaaniset epäpuhtaudet tai kaasumaiset ja hiukkasmaisen epäpuhtaudet sekä bioaerosolit)
- sähkömagneettiset ominaisuudet
- säteilyolosuhteet
- valaistus
- melu /13; 6./

Tässä tutkintotyössä ei siis käsitellä valaistusta eikä melua.

2.2 Sisäilmaston tekijät

Sisäilmastoon vaikuttavat monet eri tekijät. Näitä tekijöitä ovat rakennus, laitteet, ulkoympäristö ja ihmiset.

Se, miten rakennus on sijoitettu ulkoisiin epäpuhtauslähteisiin esimerkiksi liikenneväyliin nähden ja millaisia rakennus-, päällyys- ja sisustusmateriaaleja on käytetty, vaikuttavat suoraan sisäilman laatuun. Toisaalta sisäilman laatuun vaikuttaa myös, millaiset ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmät rakennukseen on valittu.

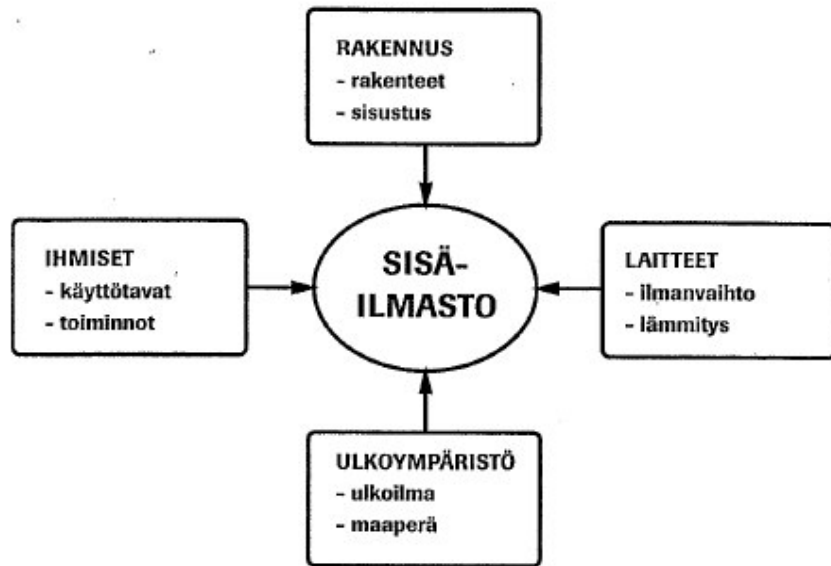
Ulkoisista ilmastotekijöistä sisäilmastoon vaikuttavat lämpötila, auringonsäteily ja tuuli sekä ulkoilman ja maaperän epäpuhtaudet. Näiden tekijöiden haittojen voimakkuuteen vaikuttaa merkittävästi rakennuksen sijoittuminen tontille.

Yllä luetellut asiat tulee muistaa ottaa huomioon rakennussuunnittelussa jo tarveselityksestä alkaen. Rakennussuunnittelijoiden ja rakennuttajan tulee rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa muistaa hyvään sisäilmastoon vaikuttavat tekijät ja puuttua mahdollisiin havaittuihin ongelmiin riittävän ajoissa ja riittävän ponnekkaasti. Suunnitelmien muuttaminen on aina halvempaa kuin valmiin rakennuksen korjaaminen. Vastuu tästä pitää olla rakennuttajalla ja pääsuunnittelijalla.

Ihmisten omat käyttötavat ja toiminnot, kuten tupakointi, ruuanlaitto, peseytyminen, pyykin kuivatus, siivous ja ilmanvaihtolaitteiden käyttö ja huolto sekä hankitut sisustusmateriaalit, huonekalut ja kodin tekstiilit vaikuttavat suurelta osin sisäilmastoon ja sen laatuun. Nämä tekijät ovat niitä, joihin me jokainen voimme itse vaikuttaa.

/4./

Seuraavassa kaaviokuvassa on havainnollistettu sisäilmastoon vaikuttavat tekijät.



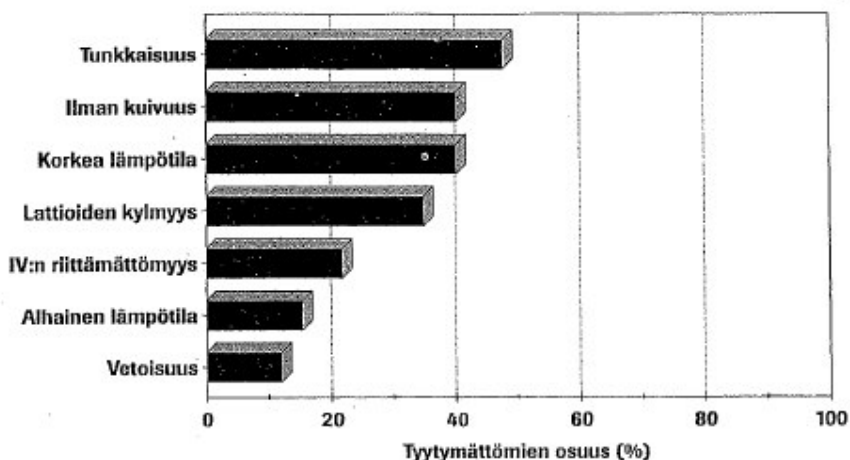
Kuva 1 Sisäilmaston tekijät /4, s. 47/

3 SISÄILMASTON VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN JA TERVEYTEEN

3.1 Yleistä

Suurin osa sisäilmaston ongelmista ei ole varsinaisia sairauksia vaan lähinnä asukkaan kokemia haittoja, joilla on vaikutusta asumisviihtyvyyteen. Tutkimusten mukaan yleisimmät asuntojen sisäilmastoon liittyvät valitukset koskevat tunkkaisuutta, ilman kuivuutta, korkeaa lämpötilaa, lattioiden kylmyyttä, ilmanvaihdon riittämättömyyttä, alhaista lämpötilaan ja vetoisuutta. /4./

Taulukko 1 Yleisimmät sisäilmastovalitusten syyt /4, s. 47/



On kuitenkin muistettava, että sisäilmasto on vain yksi asukkaan viihtyvyyteen ja terveyteen vaikuttava tekijä ja se neutraalisuudessaan ja konkreettisuudessaan on helppo valituksen kohde. Muita asukkaan viihtyvyyteen ja terveyteen vaikuttavia tekijöitä voivat olla mm. ihmissuhteet ja henkilökohtaiset ongelmat. Isännöitsijän on hyvä muistaa tämä, kun vastaanottaa valituksia huonosta sisäilmastosta. Toisaalta isännöitsijän on varmistuttava siitä, että sisäilmastoon vaikuttavat ”oikeat asiat” ja tekniikka on kunnossa ja että sisäilmastoon liittyviä koneita ja laitteita käytetään ja huolletaan oikein. /4./

Huonoon sisäilmastoon liittyviä ongelmia ja niistä ihmisille aiheutuvia oireita käsitellään tarkemmin kohdassa 5 ”Sisäilmaston päätekijät”.

3.2 Sairas rakennus -ongelma

Mikäli asukas oireilee asunnossa ollessaan, mutta oireet vähenevät tai häviävät asunnosta poistuttaessa, on syytä epäillä, että asunto tai itse rakennus aiheuttavat nämä oireet. Tällöin puhutaan ns. sairusrakennusoireista. Sairas rakennus -ongelmaa (sick building syndrome) havaittiin jo 1970-luvun loppupuolella ulkomailla lähinnä uusissa toimistorakennuksissa, kouluissa, hotelleissa ja päiväkodeissa. Maailman terveysjärjestön, WHO:n mukaan sairusrakennusoireita ovat

- silmien ärsytys
- ylähengitysteiden limakalvojen ärsytys
- nenän kuivuus, tukkoisuus ja limavuoto
- äänen käheys

- yskänärsytys
- ihon kuivuus, kutina ja punoitus
- erilaiset limakalvojen ja ihon yliherkkyyssreaktiot
- päänsärky
- pahoinvointi ja huimaus
- väsymys
- hajun aistiminen.

Nämä oireet ovat hyvin tavallisia ja yksilöllisiä ja niitä saatetaan kokea myös täysin terveissäkin asunnoissa ja rakennuksissa. Tämän vuoksi on alettu puhumaan myös uusien rakennusten -syndroomasta. Uusien rakennusten ongelma johtunee rakennusmateriaalien päästöistä, jotka ovat voimakkaimmillaan ensimmäisten käyttökuukausien aikana. Sairasrakennusoireista kärsivät tutkimusten mukaan enemmän naiset kuin miehet.

/5; 1, s. 20./

4 SISÄILMASTOON VAIKUTTAVA LAINSÄÄDÄNTÖ, MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Suomessa ei ole sisäilmastoa koskevaa omaa erityislakia, vaan siihen liittyviä asioita on käsitelty eri laeissa, asetuksissa, määräyksissä ja ohjeissa. Ohessa käydään läpi muutamia keskeisempiä lakeja, määräyksiä ja ohjeita ja niiden yhteyttä sisäilmastoon.

4.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

Maankäyttö- ja rakennuslaki luovat rakentamiselle yleisohjeet, joita täydennetään asetuksella ja asianomaisen ministeriön antamilla rakentamista koskevilla teknisillä määräyksillä ja ohjeilla, joita julkaistaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Tästä on oma pykälänsä Maankäyttö- ja rakennuslaissa (13 §). Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia, mutta ohjeet eivät.

Lisäksi Maankäyttö- ja rakennuslaissa on pykälä (14 §), jossa määrätään, että kunnassa tulee olla oma rakennusjärjestys. Tässä rakennusjärjestyksessä kunnan tulee antaa määräyksiä, jotka koskevat rakennuspaikkaa, rakennuksen kokoa ja sen sijoittumista, rakennuksen sopeutumista ympäristöön, rakentamistapaa, rakennetun ympäristön hoitoa ja muita niihin rinnastettavia paikallista rakentamista koskevia seikkoja. Näillä asioilla saattaa olla oma vaikutuksensa rakennuksen ja huoneiston sisäilmastoon.

Pykälässä 117 todetaan, että

rakennuksen tulee sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla täyttää rakenteiden lujuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, hygienian, terveyden ja ympäristön, käyttöturvallisuuden, meluntorjunnan sekä energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset (olennaiset tekniset vaatimukset).

Tämä pykälä luo mielestäni lähtökohdan hyvälle, terveelliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle, jota muilla asetuksilla, määräyksillä ja ohjeilla vain täydennetään. Pykälän lopussa todetaan myös, että rakentamisessa tulee muutoinkin noudattaa hyvää rakennustapaa.

Pykälässä 116 ensimmäisessä momentissa todetaan rakennuksen kunnossapidosta seuraavaa:

Rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisyyden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta ympäristöhaittaa tai rumenna ympäristöä.

Pykälä 116 jatkuu vielä seuraavasti:

Jos rakennuksen kunnossapitovelvollisuus laiminlyödään, kunnan rakennusvalvonta-viranomainen voi määrätä rakennuksen korjattavaksi tai sen ympäristön siistittäväksi. Jos rakennuksesta on ilmeistä vaaraa turvallisuudelle, tulee rakennus määrätä purettavaksi tai kieltää sen käyttäminen. Ennen korjauskehotuksen antamista rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennuksen omistajan esittämään rakennusta koskevan kuntotutkimuksen terveellisyyden tai turvallisuuden johdosta ilmeisen välttämättömien korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi.

Näiden lisäksi Maankäyttö- ja rakennuslaissa on määräyksiä kaavoituksista ym. asioista, joilla saattaa olla joko suora tai epäsuora vaikutusta rakennuksen ja huoneiston sisäilmastoon.

4.2 Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895

Maankäyttö- ja rakennusasetuksessa todetaan, että rakennus on suunniteltava ja toteutettava siten, että olennaiset tekniset vaatimukset täytetään ja ne voidaan ylläpitää

suunnitellun käyttöänsä ajan tavanomaisella kunnossapidolla. Sisäilmaston kannalta tällaisia teknisiä vaatimuksia on esitetty pykälässä 50 kohdassa 3 seuraavasti:

***Hygienia, terveys ja ympäristö.** Rakennuksesta ei saa aiheutua hygienian tai terveyden vaarantumista syistä, jotka liittyvät erityisesti myrkyllisiä kaasuja sisältäviin päästöihin, ilmassa oleviin vaarallisiin hiukkasiin tai kaasuihin, vaaralliseen säteilyyn, veden tai maapohjan saastumiseen tai myrkyttymiseen, jäteveden, savun taikka kiinteän tai nestemäisen jätteen puutteelliseen käsittelyyn taikka rakennuksen osien tai sisäpintojen kosteuteen.*

4.3 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittavat asianomaisen ministeriön (Ympäristöministeriön) antamaan rakentamiseen liittyviä määräyksiä ja ohjeita, jotka julkistetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Sisäilmaston kannalta merkittävimmät rakentamismääräyskokoelman määräykset ja ohjeet ovat seuraavat:

C2 Kosteus

D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.

Muita asuinrakennuksen sisäilmastoon liittyviä rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita ovat

C1 Ääneneristys ja meluntorjunta

C3 Rakennusten lämmöneristys

C4 Lämmöneristys.

4.4 Terveystensuojelulaki 19.8.1994/763

Terveystensuojelulain tarkoituksena on suojella ihmisiä terveyshaitoilta, joita elinympäristö aiheuttaa, joko vähentämällä tai poistamalla haittoja tai estämällä niiden syntyä. Lisäksi laissa on pykälä, joilla pyritään edistämään ympäristön myönteistä vaikutusta terveyteen.

Laissa on myös pykälä koskien sisäilman laatua. Nämä säädökset velvoittavat kunnan terveystensuojeluviranomaisia ryhtymään toimenpiteisiin sisäilmastohaittojen ehkäisemiseksi.

Asumisen ja asuntojen sisäilman osalta tärkeimmät pykälät kuuluvat seuraavasti:

26 §

Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

Asunnossa ja muussa oleskelutilassa ei saa olla eläimiä eikä mikrobeja siinä määrin, että niistä aiheutuu terveyshaittaa.

27 §

Asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvä terveyshaitta

Milloin asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyy melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevälle, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi velvoittaa sen, jonka menettely tai toimenpide on syynä tällaiseen epäkohtaan, ryhtymään toimenpiteisiin terveyshaitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi.

Jos epäkohta aiheutuu asunnon tai muun tilan puutteellisuudesta eikä epäkohdan poistaminen ole mahdollista tai asunnon tai oleskelutilan omistaja tai haltija, milloin tämä omistaja tai haltija on vastuussa puutteellisuuden tai epäkohdan korjaamisesta, ei ole ryhtynyt terveydensuojeluviranomaisen määräämään toimenpiteeseen, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi kieltää tai rajoittaa käyttämästä asuntoa tai oleskelutilaa tarkoitukseensa.

46 §

Asunnontarkastus

Asunnon tarkastus yksityiselle kuuluvassa asunnossa muutoin kuin asukkaan tai omistajan omasta aloitteesta voidaan tehdä vain, jos viranomaisella on

perusteltu syy epäillä asunnosta aiheutuvan asukkaalle tai asunnon naapurille terveyshaittaa. Jos tarkastus tehdään asukkaan tahdon vastaisesti, se voidaan tehdä vain, jos viranomaisella on perusteltu syy epäillä asunnon aiheuttavan asukkaalle tai asunnon naapurille vakavaa terveyshaittaa. Tarkastuksen suorittamiseen tulee tällöin olla kunnan terveydensuojeluviranomaisen antama kirjallinen määräys.

4.5 Sosiaali- ja terveysministeriö ja kunnat

Koska terveydensuojelun ylin johto ja valvonta kuuluu Sosiaali- ja terveysministeriölle, on se antanut vuonna 2003 asumisterveysohjeen (STM 2003:1) Terveydensuojelulain 32 §:n nojalla. Asumisterveysohje on laadittu kunnan terveydensuojeluviranomaisten avuksi. Näiden viranomaisten tehtäviin kuuluu asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveydellisten olojen valvonta. Ohjeissa on kerrottu eri sisäilmastotekijöiden ohjearvoja ja mittausmenetelmiä. Se soveltuu hyvin myös isännöitsijöiden, korjaajien ja kuntotutkijoiden käyttöön.

Kuntien tehtävänä on siis edistää ja valvoa terveydensuojelua omalla alueellaan. Niiden tehtäviin kuuluu myös terveydensuojelusta tiedottaminen, ohjaus ja neuvonta.

4.6 Työsuojelulainsäädäntö

Työsuojelulainsäädäntö käsittelee nimensä mukaan työpaikkojen työolosuhteita mukaan lukien sisäilmasto-olosuhteet. Tämän vuoksi tässä esityksessä tyydytään vain luetteloimaan tähän liittyviä tärkeimpiä lakeja ja asetuksia.

- Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738
- Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta 20.1.2006/44
- Työterveyshuoltolaki 21.12.2001/1383
- Laki toimenpiteistä tupakoinnin vähentämiseksi 13.8.1976/693

5 SISÄILMASTON PÄÄTEKIJÄT

5.1 Lämpöolot

5.1.1 Yleistä

Lämpöolot ja niiden hallinta on yksi tärkeimmistä sisäilmaston tekijöistä, joilla vaikutetaan asumisviihtyvyyteen. Huomattavan suuri osa asukkaiden valituksista koskee nimenomaan lämpöoloja. Lämpöolot muodostuvat ilman lämpötilasta, ilman liikenopeudesta, ilman kosteudesta (käsitellään tarkemmin omassa kohdassaan), säteilylämmöstä, lämpökuormista, ihmiskehon omasta lämmöntuotosta ja vaatetuksesta. Lämpöolot ovat siis paljon muuta kuin pelkkä asunnon huonelämpötila.

5.1.2 Asuinkerrostalon ilman lämpötilojen suunnitteluarvot

Suomen Rakentamismääräyskokoelman D2:n mukaan normaalina oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan suunnitteluarvona käytetään lämmityskautena 21 °C ja kesä kautena 23 °C. Oleskeluvyöhyke ulottuu 60 cm päähän seinistä ja muista kiinteistä rakennusosista sekä 1,8 m:n korkeudelle lattiasta. Erikseen on ilmoitettu ne tilat, joiden osalta ei tarvitse noudattaa kyseistä suunnitteluarvoa lämmityskautena. Näitä tiloja ovat:

- porrashuone	17 °C
- kylpyhuone, pesuhuone	22 °C
- kuivaushuone	24 °C
- hissikuilu	17 °C.

Lämpötila saa poiketa yllä olevista arvoista huonetilan keskellä 1,1 m:n korkeudella ± 1 °C.

Rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila saa nousta yli +25 °C. Ulkolämpötilan viiden tunnin keskiarvon ollessa yli +20 °C voi huoneilman lämpötila ylittää tämän arvon korkeintaan 5 °C.

Ohjelämpötilat voivat käytön aikana alittua, mikäli ulkolämpötila laskee alle mitoituslämpötilojen, jotka ovat lämmityskaudella seuraavan taulukon mukaiset.

Taulukko 2 Lämmityskauden mitoituslämpötilat lääneittäin /16/

Alue	Mitoitettava ulkolämpötila °C
Etelä-Suomen lääni	-26
Ahvenanmaan lääni	-26
Länsi-Suomen lääni	-26
Itä-Suomen lääni	-32
Oulun lääni	-32
Lapin lääni	-38

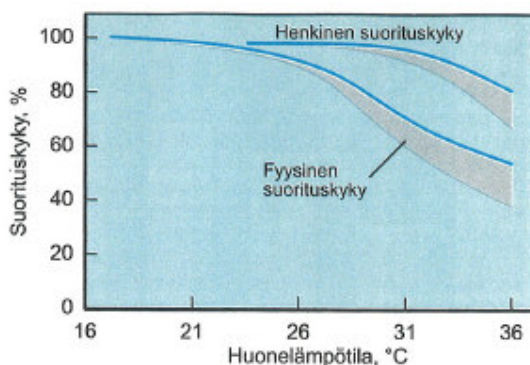
Mikäli tiloihin suunnitellaan tai rakennetaan sellaisia rakenteita tai laitteita, jotka aiheuttavat voimakasta lämpösäteilyä tai matalia tai korkeita pintalämpötiloja, on huonelämpötila tarkistettava laskelmin operatiivisen lämpötilan avulla. Operatiivinen lämpötila on huonelämpötilan ja pintojen säteilylämpötilojen keskiarvo. Asuinkerrostaloissa operatiivinen lämpötila voi poiketa huoneilman lämpötilasta esimerkiksi suurien ikkunoiden vuoksi. Operatiivisen lämpötilan hyvänä tasona oleskeluvyöhykkeellä voidaan pitää +20 °C.

/16, s. 5; 18, s. 4 - 5./

5.1.3 Lämpötilojen yleiset vaikutukset ja viihtyvyyslämpötila

Oikea huonelämpötila edistää terveyttä, vähentää tyypillisiä sairaita rakennus –oireita, lisää tyytyväisyyttä sekä parantaa työn tuottavuutta.

Korkea lämpötila kuormittaa elimistöä samalla tapaa kuin ruumiillinen työ, sekä vähentää henkistä ja fyysistä suorituskyyä, kuten oheisesta kuvasta ilmenee.



Kuva 2 Henkinen ja fyysinen suorituskyy verrattuna lämpötilaan /3, s. 15/

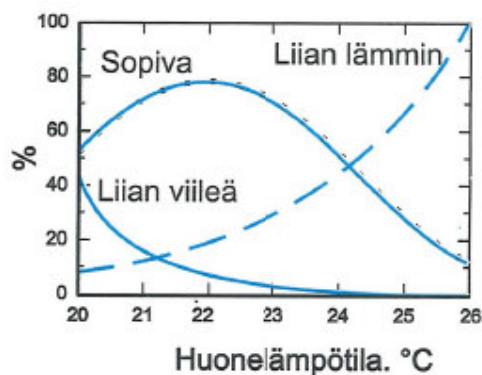
Näiden lisäksi korkea huonelämpötila lisää rakennusmateriaalien emissioita, alentaa ilman suhteellista kosteutta sekä lisää ilman tunkkaisuutta. Korkea lämpötila lisää myös ihmisten sydänkohtausten määrää, mahdollistaa lämpöhalvauksen sekä nestevajauksen aiheuttaman lämpöuupumisen. Lisäksi erilaiset silmäoireet lisääntyvät.

Tärkeää on myös muistaa, että liian korkea lämpötila tuhlaa energiaa. Yhden asteen vaikutus energiankulutukseen on tutkimusten mukaan n. 4 - 5 %.

Liian alhainen huonelämpötila puolestaan lisää vedon tunnetta ja vaikeuttaa raajojen liikkuvuutta. Tämän lisäksi liian alhainen lämpötila voi aiheuttaa vanhuksilla kehon alijäähtymisen (hypotermian), mikä kuitenkin on melko harvinaista.

Huonelämpötilojen valinta ja optimaaliset lämpöolot perustuvat lämpöviihtyvyyteen ja lämpötasapainoon. Lämpötasapaino tarkoittaa sitä, että ihmisen aineenvaihdunnan tuottaman lämmön on poistuttava kehosta kohottamatta kehon sisälämpötilaa (+37 °C). Tätä tasapainoa säädellään huonelämpötilalla ja vaatetuksella. Viihtyvyyslämpötila on siis se huonelämpötila, jossa kehon lämpö on tasapainossa. Viihtyvyyslämpötila on yksilöllistä, kuten oheisesta kaaviosta ilmenee. Tutkimus on tehty toimistotyötä tekeville, mutta on sovellettavissa myös huonelämpötiloihin. Pystyakseli kuvaa prosenttiosuutta vastaajista ja vaaka-akseli huonelämpötilaa.

/19; 18; 3; 2; 1; 22./



Kuva 3 Huonelämpötilan vaikutus tyytyväisyyteen /3, s. 17/

5.1.4 Lämpötilan vaihtelut ja lämpösäteily

Käytäntö on osoittanut, että asuinhuoneen lämpötila ei pysy vakiona säätölaitteista ja termostaattisista patteriventtiileistä huolimatta. Se vaihtelee lämpökuormien ja ulkolämpötilan vaihteluiden vuoksi. Suuri lämpötilan vaihtelu tekee huoneessa

oleskelun epämiellyttäväksi, vaikka lämpöolot keskimäärin olisivat normaalit. Lämpötilan vaihtelun tulisi jäädä alle 1,1 °C/h. Yksi perinteinen keino huoneen lämpötilaerojen pienentämiseksi on lisätä rakenteiden lämmönvarauskykyä.

Myös saman huoneen eri osien lämpötilaerot saattavat aiheuttaa epäviihtyisyyttä. Erot voivat johtua lämpösäteilystä esim. ikkunan vieressä, säteilylämmittimen tai jäähdyttimen vieressä. Pystysuunnassa lämpötilaeroja voivat aiheuttaa myös ilmalämmitys ja syrjäyttävä ilmanjako. Lämpötilaero nilkkojen ja pään välillä ei saisi ylittää 3 °C. Vaakasuunnassa lämpötilaero ei saisi ylittää 1,5 °C. Näiden vastakkaisiin suuntiin suunnattujen säteilylämpötilojen erotusten ylitykset ihminen kokee usein vetona.

/3; 2; 22./

5.1.5 Lattian lämpötila

Monet lämpötilaan liittyvistä valituksista koskevat lattian lämpötilaa, jolla on näin ollen suuri merkitys asumisviihtyvyyteen. Lattian pintalämpötilan alhaisuuteen saattaa olla syynä riittämätön eristys, lattian rajoittuminen ulkoilmaan tai sen alla oleva puolilämmin tila tai lattiaa pitkin virtaava korvausilma. Lisäksi lattian lämpimyyden arviointiin vaikuttaa sukkien ja sisäjäalkineiden käyttö. Paljas jalka on paljon herkempi kuin sukkiin tai jalkineisiin verhottu. /3; 22./

Lattian lämpimyyteen vaikuttaa myös käytetty lattian pintamateriaali. Oheisesta taulukosta ilmenevät lattian pintalämpötilojen ihannearvot eri lattiamateriaaleille.

Taulukko 3 Lattiapintalämpötilojen ihannearvot eri lattiamateriaaleille /3, s. 19/

Materiaali	°C
Puu	23 – 28
Kokolattiamatto	21 – 28
PVC-matto	25,5 – 28
Betoni, klinkkeri	24,5 – 28,5

Kuten taulukostakin ilmenee, tulisi kylpyhuoneiden ja vastaavien tilojen lattioihin asentaa lämmitys jo viihtyvyyssyistä.

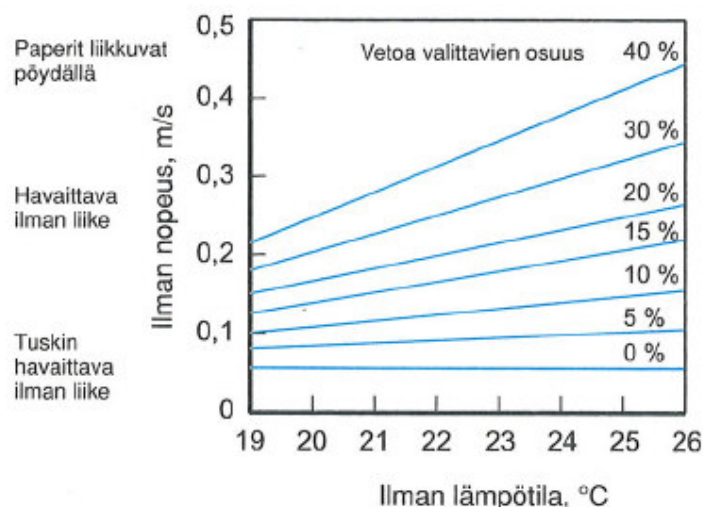
5.1.6 Veto

Veto määritellään liian voimakkaaksi paikalliseksi lämmönsiirroksi iholla. Lämmön siirtymiseen vaikuttavat sekä ilman liike että lämpösäteily. Tärkein tekijä on kuitenkin ilman liike, jonka nopeuden kasvaessa myös lämmön siirtyminen tehostuu ja ihminen kokee herkemmin vedon tunteen. Lämmön siirtyminen tehostuu myös kylmän pinnan läheisyydessä (esim. kylmä ikkunapinta) sekä ilman liikkeiden vaihdellessa. Lisäksi vetoisuutta lisäävät ilmavirtauksien tielle osuvat esteet, kuten rakenteet, valaisimet tai huonekalut, jotka kääntävät ilmavirtaa väärään suuntaan.

Hyvän sisäilmaston kannalta on muistettava, että vedon tunteen syntyminen on yksilöllistä, joten mahdolliset parannustoimenpiteetkin pitää harkita tapauskohtaisesti. Vedon tunteen osalta herkin kehon osa on niska. Ensimmäinen toimenpide vetovalitusten osalta on tarkkailla huonelämpötilaa sekä ilman liikettä. Jos huonelämpötila on alhainen, voi lämpötilan nosto 1 - 2 asteella pienentää vedon tunnetta. Toisaalta jos huonetilassa halutaan säilyttää oleskeluviihtyvyyden ja energiankulutuksen kannalta optimilämpötila, esimerkiksi asunnoissa 20 °C, ei ilman liike saa ylittää talvella 0,10 m/s ja kesällä 0,15 m/s. Kääntäen tämä tarkoittaa sitä, että ilman nopeuden lisäys $n \times 0,05$ m/s edellyttää lämpötilan nostamista $n \times 1$ °C, jos halutaan säilyttää sama oleskeluviihtyvyys.

/3; 2; s. 176./

Oheisesta kaaviosta selviää ilman lämpötilan ja ilman liikkeen vaikutus vetovalituksiin.



Kuva 4 Ilman lämpötilan ja ilman liikkeen vaikutus vetovalitusten määriin /3, s. 21/

5.2 Kosteus

Sisäilmastoon vaikuttava kosteus voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen: sisäilman suhteelliseen kosteuteen sekä rakenteiden kosteuteen.

5.2.1 Sisäilman suhteellinen kosteus

Sisäilman kosteus vaikuttaa ihmisen hikoiluun, limakalvoihin ja hengitykseen. Sopivana huoneilman suhteellisena kosteutena pidetään talvisaikaan 20 - 40 % ja kesäaikaan 50 - 60 %.

Sisäilman suhteellinen kosteus on siis alhaisin talvella. Tämä johtuu korvausilmana otettavan pakkasilman alhaisesta suhteellisesta kosteudesta, jota joudutaan vielä lämmittämään. Alhainen sisäilman suhteellinen kosteus edistää limakalvojen kuivumista, silmien kirvelemistä ja ihon punoitusta. Lisäksi alhainen suhteellinen kosteus edistää ilman pölyisyyttä ja lisää staattista sähköisyyttä.

Huoneilman kostuttamista tulee välttää, mutta jos kuivaa ilmaa halutaan kostuttaa, tulisi se tapahtua huonekohtaisella ilmankostuttimella. Kostuttaminen tulee lopettaa, kun huoneilman suhteellinen kosteus on noussut 45 %:iin (lämpötilassa +21 °C) tai kun kosteutta on alkanut tiivistymään kylmille pinnoille. Kostutuslaitteet tulee pitää puhtaina, jotta mikrobeja ja homeitiöitä ei pääsisi huoneilmaan tätä kautta. Paras ilmankostutin on ns. höyrykostutin, jossa käytetään puhdasta vettä.

Korkea sisäilman suhteellinen kosteus vähentää pölyisyyttä, mutta lisää eräiden materiaalien epäpuhtauspäästöjä (esim. lastulevy). Sisäilman suhteellisen kosteuden noustessa yli 45 %:iin huonepölypunkit ja erilaiset mikrobit lisääntyvät. Bakteerien ja homesienien lisääntymisraja on lajista riippuen 60 - 70 %. Kun huoneilman suhteellinen kosteus ylittää 80 %, mikä tahansa materiaali homehtuu.

Sisäilman kosteuden poistamiseksi asuinkerrostalossa tarvitaan riittävää ilmanvaihtoa, jota käsitellään kohdassa 6. Nyrkkisääntö hyvälle ja riittävälle ilmanvaihdolle kosteuden poiston osalta on, että suihkun jälkeen kylpyhuoneen peilin pinnalle muodostuneen huurun tulisi poistua noin 10 minuutin sisällä.

Käytäntö on osoittanut, että sisäilman kosteutta lisääviä tekijöitä ovat pyykin kuivattaminen huonetiloissa, jatkuva suihkussa käynti, kylpyhuoneen lattialämmityksen poiskytkeminen sekä korvaus- että poistoilmaventtiilien tukkiminen.

/3; 23; 24./

5.2.2 Rakennekosteuden vaikutus sisäilmastoon

Itse rakennekosteudella tarkoitetaan sitä vesimäärää, joka poistuu rakenteesta ennen, kuin rakenne on tasapainossa ympäristönsä kanssa. Rakennekosteuden määrät vaihtelevat suuresti riippuen rakennusaineesta, kuljetuksesta, varastoinnista, rakenteen suojauksesta työn aikana ym. tekijöistä. Kun rakennusaineen huokosissa olevan ilman suhteellinen kosteus on asettunut samaan arvoon kuin ympäröivän ilman suhteellinen kosteus, puhutaan hygroskooppisesta tasapainokosteudesta. Tälläkin on oma merkityksensä sisäilmastoon.

Suurin rakenteiden sisäilmastoon vaikuttava tekijä on kuitenkin sellainen rakenteiden ylimääräinen kosteus, joka voi aiheuttaa mikrobikasvuston kehittymisen rakenteeseen tai rakennusmateriaalien kemiallisen hajoamisen, jonka yhteydessä sisäilmaan vapautuu esimerkiksi haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Kosteus yksin ei vielä aiheuta mikrobikasvuston kehittymistä. Siihen tarvitaan kosteuden lisäksi myös sopivaa ravintoa, lämpöä, happea ja happamuutta. Jos siis jokin näistä tekijöistä puuttuu, ei mikrobikasvusto pääse kehittymään.

Kosteus voi päästä rakenteisiin rakennusvaipan vuodoista (vesikatto, ulkoseinät, ikkunat), maaperästä, perustuksista tai alapohjista, vesijohtojen ja viemäreiden vuodoista, pesukoneiden ym. laitteiden vioista, veden roiskumisesta ja sisäilman kosteuden tiivistymisestä pinnoille (puutteellinen ilmanvaihto, kylmät sisäpinnat ja kylmäsillat rakenteissa). Näiden lisäksi on mahdollista, että rakennusaikainen kosteus on jäänyt rakenteiden sisään puutteellisen kuivatuksen ja ennenaikaisen päällystämisen vuoksi.

Tyypillisiä rakennekosteuden merkkejä ovat

- näkyvä homekasvusto
- tunkkainen maakellarimainen haju
- rakennusmateriaalien turpoaminen
- pinnoitteiden irtoaminen tai värin muuttuminen
- kalkkihärmän esiintyminen tiili- tai betonipinnassa
- sisäilman kosteuden jatkuva tiivistyminen materiaalien pintoihin.

5.2.3 Kosteuden aiheuttama mikrobikasvusto

Kosteuden vaikutuksesta rakenteisiin kehittynyt mikrobikasvusto koostuu mikrobeista, jotka ovat pieneliöitä. Niihin kuuluvat virukset, bakteerit ja sienet, joita ovat mm. hiivat ja homeet. Mikrobeja on kaikkialla, mutta ongelman ne muodostavat vasta sitten, kun ne lisääntyvät kohtuuttomasti. Sisäilman normaalina hiiva- ja homesieni-itiöpitoisuutena voidaan pitää talvikautena 500 itiötä/m³ ja muuna vuodenaikana 2 500 itiötä/m³. Yleensä, kun sisäilmatutkimuksia ja -mittauksia tehdään, on syytä selvittää myös ulkoilman itiöpitoisuudet, jotta sisäilman laadusta ja mahdollisista ongelmista voidaan tehdä oikeat johtopäätökset. Muita ongelmallisia mikrobisienilajeja ovat lahottajasienet ja sädesienet, joita tässä ei käydä tarkemmin läpi. /1; 10./

Seuraavassa taulukossa on nimetty yleisempiä kosteusvauriollisten asuntojen homesienilajeja ja niiden mahdollisia kasvualustoja:

Taulukko 4 Yleisimmät homesienilajit ja niiden mahdolliset kasvualustat /1, s. 76/

HOMELAJI	KASVUALUSTA
<i>Alternaria alternata</i>	kosteat ikkunalaudat, seinät
<i>Aspergillus versicolor</i>	kostea puu, esim. lattia
<i>Aureobasidium pullulans</i>	kylpyhuoneen ja keittiön LV-laitteet
<i>Cladosporium herbarum</i> *)	kosteat ikkunalaudat, puu
<i>Cladosporium cladosporoides</i> *)	kosteat ikkunalaudat, puu
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> *)	kosteat ikkunalaudat, puu
<i>Eurotium (Aspergillus) repens</i>	Huonekalut, tapetti
<i>Penicillium brevicompactum</i>	kostea höylätty lauta
<i>Penicillium chrysogenum</i>	kostea tapetti
<i>Penicillium expansum</i>	kostea höylätty lauta, mineraalivilla
<i>Stachybotrys atra</i>	märkä kipsilevy
<i>Trichoderma viride</i>	märkä puumateriaali

*) Nämä homesienilajit voivat olla ulkoilmasta peräisin.

Mikrobikasvustojen aiheuttamat ärsytysoireet ovat silmien ärsytystä ja kutinaa, nuhaoireita, kurkun karheutta, kurkkukipua, äänen käheyttä, yskää ja hengenahdistuksen tunnetta. Mikrobeille jo altistuneet voivat saada tavallista useammin flunssan, keuhkoputken tulehduksen, poskiontelotulehduksen tai keuhkokuumeen.

Joissakin tapauksissa altistuneet potevat tavallista enemmän päänsärkyä, väsymystä, kuumeilua, huimausta ja pahoinvointia. Hankalimpia mikrobien aiheuttamia terveyshaittoja ovat pysyvät allergiat, joiden seurauksena voi syntyä allerginen nuha tai astma. Tyypillistä näille oireille on, että ne lievenevät selvästi oleskeltaessa muualla kuin kosteuden vaurioittamien rakenteiden läheisyydessä. /1; 10./

5.3 Kemiallisten epäpuhtauksien ja muiden epäpuhtauksien vaikutus sisäilman laatuun

5.3.1 Yleistä

Sisäilma sisältää erilaisia määriä kemiallisia epäpuhtauksia, joista saattaa olla myös tiettyjen raja-arvojen ylittyessä vaaraa terveydelle. Epäpuhtaudet jaetaan hiukkasmaisiin tai kaasumaisiin orgaanisiin tai epäorgaanisiin yhdisteisiin. Epäpuhtaudet voivat olla peräisin rakennus- ja sisustusmateriaaleista, kosteuden vaurioittamista rakenteista, ihmisten toiminnoista tai ne tulevat asunnon ulkopuolelta esimerkiksi maaperästä tai liikenteen tai lähellä olevan teollisuuden päästöistä.

Kemiallisten epäpuhtauksien pitoisuudet vaihtelevat ympäristöolosuhteiden mukaan. Rakennusten toimivan ilmanvaihdon on todettu pienentävän pitoisuuksia. Toisaalta korkea lämpötila ja kosteus lisäävät ainakin rakennusmateriaaleista lähtöisin olevia epäpuhtauksia. Lisäksi sääoloilla on katsottu olevan oma vaikutuksensa epäpuhtauspitoisuuksiin.

5.3.2 Orgaaniset kaasumaiset ja hiukkasmaiset epäpuhtaudet

Huoneilmassa on aina yhtä aikaa monia orgaanisia kaasumaisia tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia, jotka voivat olla peräisin rakennus- ja sisustusmateriaaleista, liimoista tai lakoista. Uusissa rakennuksissa pitoisuudet ovat korkeita, mutta laskevat rakennuksen iän myötä. Huoneilmassa on siis yhtä aikaa monia eri pitoisuuksia, joiden yhteisvaikutusta ei vielä täysin tunneta. Yleensä pitoisuudet ilmoitetaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuksina, TVOC-pitoisuuksina (total volatile organic compounds). TVOC-pitoisuuksille löytyy raja-arvot sekä sisäilmaluokituksessa että materiaalien päästöluokituksissa.

Orgaaniset epäpuhtaudet on luokiteltu kiehumispisteensä mukaisesti seuraavasti:

	kiehumispiste, °C	lyhenne
Erittäin helposti haihtuvat		
(very volatile organic compounds)	0 – 100	VVOC
esim. formaldehydi ja pentaani		

Haihtuvat

(volatile organic compounds)	100 – 240	VOC
esim. styreeni, tolueeni, ksyleeni, ja muut liuottimet		

Osittain haihtuvat

(semivolatile organic compounds)	240-380	SVOC
esim. PAH-yhdisteet		

Hiukkasiin sitoutuneet

(particulate organic matter)	yli 380	POM
esim. pestisidit		

Sisäilman kaasumaiset orgaaniset yhdisteet ovat yhteydessä ihmisten kokemiin terveys- ja hajuhaittoihin mm. päänsärkyyn ja väsymykseen. On todettu, että huoneilmassa samanaikaisesti olevilla yhdisteillä saattaa olla toisiaan vahvistava vaikutus, mutta tätä ei ole pystytty vielä täysin todistamaan.

/1; 3; 7; 4./

Formaldehydi sekä muut aldehydit

Formaldehydi on siis orgaaninen kaasumainen yhdiste, joka on yleensä peräisin liima-aineesta, jota käytetään esimerkiksi lastulevyissä ja paneeleissa. Sitä saattaa olla myös happokovetteisissa lakoissa, maaleissa, pinnoitteissa, itsestään siliävissä tekstiileissä ja kokolattiamatoissa. Myös liikenteen pakokaasut, tupakointi, kosmeettiset aineet ja puhdistusaineet voivat sisältää formaldehydiä. Sitä vapautuu huoneilmaan lämmön ja kosteuden vaikutuksesta, joten formaldehydin vapautumisen kannalta pahimpia aikoja ovat loppukesät ja alkusyksyt. Formaldehydi on väritön ja pistävänhajuinen kaasu, joka ärsyttää silmiä ja ylempiä hengitysteitä. Sen raja-arvot löytyvät sekä sisäilmaluokituksesta että materiaalipäästöjen taulukosta.

Formaldehydin lisäksi huoneilmassa voi olla myös muita aldehydejä, joiden oireet ovat samanlaisia kuin formaldehydin. Niitä täytyy kuitenkin olla huoneilmassa noin sata kertaa suurempina pitoisuuksina, ennen kuin ihminen reagoi niihin.

/1; 3; 7; 4./

Styreeni

Styreeni on orgaaninen kaasumainen yhdiste, jota pääsee ympäristöön teollisuusprosessien päästöistä ja ajoneuvojen päästöistä. Myös uudet muovituotteet ja tupakointi saattavat lisätä styreenipäästöjä. Styreenille on tyypillistä pistävä haju. Styreeni aiheuttaa silmien sidekalvojen ja hengitysteiden limakalvojen ärsytystä sekä hermoston toiminnan häiriötä.

Sisäilman styreenipitoisuus ei saa ylittää 40 µm/m³.

/1; 3; 7./

PAH-yhdisteet

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) on orgaanisten yhdisteiden ryhmä. PAH-yhdisteitä esiintyy vaihtelevasti luonnossa ja etenkin taajamissa ja myös sisäilmassa. Sisäilman lähteitä ovat ulkoilma, tupakointi ja erilaiset palamisprosessit. Sitä vapautuu sisäilmaan myös ruuanlaiton yhteydessä. PAH-yhdisteet ovat keuhko- ja ihosyöpää aiheuttavia.

/7./

5.3.3 Epäorgaaniset kaasumaiset epäpuhtaudet

Tyypillisimpiä epäorgaanisia kaasumaisia epäpuhtauksia ovat ammoniakki, typpidioksidi, otsoni, rikkidioksidi, hiilimonoksidi ja hiilidioksidi, joista seuraavassa tarkemmin.

Ammoniakki

Ammoniakki on väritön kaasu, jolla on luonteenomaista pistävä mädän tyyppinen haju etenkin lämpötilan ja kosteuden muutoksissa. Suurina pitoisuuksina ammoniakki ärsyttää silmiä. Ammoniakkia vapautuu sisäilmaan rakennusmateriaaleista, maaleista, lakoista, puhdistus- ja pesuaineista sekä ihmisten ja eläinten eritteistä. Ammoniakkia saattaa vapautua tasoitteista jo rakentamisen vaiheessa, mutta myös valmistumisen jälkeen, jos tasoite saa kosteutta. Lisäksi ammoniakkia vapautuu tupakoinnin yhteydessä.

Ammoniakin raja-arvot löytyvät sisäilmaluokituksen sekä materiaalipäästöjen yhteydestä.

/1; 3; 7; 4./

Typpioksidit, otsoni ja rikkidioksidi

Typpidioksidia vapautuu ilmaan palamisen yhteydessä. Sisäilmaan sitä vapautuu esimerkiksi kaasun polton yhteydessä. Lisäksi typpidioksidin lähteitä ovat liikenne, lämmön- ja sähköntuotanto. Typpidioksidi ärsyttää silmiä sekä ylempiä hengitysteitä.

Otsonia syntyy sähköpurkausten yhteydessä. Sisäilmassa otsonin lähteitä ovat sähkösuodattimet, lasertulostimet ja kopiokoneet. Otsoni lisää infektioherkkyyttä. Otsonin raja-arvot on esitetty sisäilmaluokituksessa.

Huoneiston sisäisiä rikkidioksidin lähteitä ei ole vielä havaittu. Sisäilmaan saattaa kuitenkin tunkeutua rikkidioksidia ulkoilmasta, jossa se lähteitä ovat teollisuus ja lämmitys. Rikkidioksidin lisäksi ulkoilmassa saattaa olla myös muita rikkiä sisältäviä epäpuhtauksia, jotka aiheuttavat hajuhaittoja. Nämä hajurikkiyhdisteet voivat aiheuttaa silmä- ja hengitystieoireita, päänsärkyä ja yskää.

/1; 3; 7./

Hiilimonoksidi eli häkä

Hiilimonoksidia eli häkää syntyy epätäydellisen palamisen yhteydessä. Se on väritön ja hajuton kaasu. Hiilimonoksidin lähteitä ovat liikenne, uunit, takat, kaasuliedet ja tupakointi. Sen vaarallisuus perustuu siihen, että se sitoutuu veren hemoglobiiniin estäen hapen kulkeutumisen kudoksiin. Lievänä häkämyrkytys aiheuttaa päänsärkyä, pahoinvointia ja hengenahdistusta. Vakavana häkämyrkytys voi aiheuttaa kuoleman.

Hiilimonoksidin raja-arvot selviävät sisäilmastoluokituksesta.

/1; 3; 7; 4./

Hiilidioksidi

Sisäilmaan hiilidioksidia vapautuu hengittämisen ja aineenvaihdunnan yhteydessä sekä palamisen yhteydessä. Sisäilman hiilidioksidimäärä kohoaa, mikäli ilmanvaihto on puutteellinen. Hiilidioksidin määrä saattaa kohota korkeaksi esimerkiksi makuuhuoneissa yön aikana. Hiilidioksidin suuri pitoisuus saattaa aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työtehon laskua.

Hiilidioksidin raja-arvot selviävät sisäilmastoluokituksesta.

/1; 3; 7; 4./

5.3.4 Epäorgaaniset hiukkasmaiset epäpuhtaudet

Sisäilman epäorgaanisia hiukkasmaisia epäpuhtauksia ovat mm. asbesti- ja mineraalivillakuidut, joista seuraavassa lyhyesti.

Asbesti

Asbesti on yleisnimitys eräille mineraalikuiduille. Asbestia on käytetty paljon 1960 - 70 lukujen vaihteessa rakennetuissa taloissa, koska se on materiaalina palamaton, hyvin lämpöä eristävä ja akustinen. Sitä on käytetty lämmöneristysmassoissa, seinä- ja kattolevyissä, vesijohdoissa ja viemäreissä, ilmanvaihtokanavissa, lattioiden pintamateriaaleissa, tasoitteissa ja laattojen kiinnityslaasteissa. Nykyiset rakennusmateriaalit eivät enää sisällä asbestia.

Asbestimateriaalia käsiteltäessä ilmaan leviää pölyä ja kuituja, jotka kulkeutuvat hengitysilman kautta keuhkoihin. Tämän vuoksi asbestin purkutyöt tehdään nykyään erittäin tarkoin suojattuna. Ehjänä asbestia sisältävät materiaalit eivät aiheuta vaaraa. Vapaana olevat asbestipöly- ja kuidut voi aiheuttaa keuhkosityöpää, asbestoosia ja keuhkopussin sairauksia. Asbestin purkutyöt ovat nykyään tarkoin valvottuja ja luvanvaraisia töitä ja niitä saavat tehdä vain siihen valtuutetut yritykset.

Sisäilmassa ei saa käytännössä esiintyä yhtään asbestikuituja.

/1; 3; 7./

Mineraalivillakuidut

Mineraalivillakuituja käytetään pääasiassa lämmön, palon ja äänen eristyksissä rakennuksessa ja LVI-laitteissa. Sisäilmaan näitä kuituja pääsee eristevilloja asennettaessa. Pienimmät mineraalivillakuidut leijuvat ilmassa ja suurimmat laskeutuvat pinnoille. Suurimmat mineraalivillakuidut ovat sisäilman kannalta merkityksellisimpiä. Mineraalivillakuidut aiheuttavat ihon sekä silmien ärsytystä ja hengitystieoireita.

Mineraalivillakuituja saa sisäilmassa olla korkeintaan 0,07 kuitua/cm².

/1; 3; 7./

5.3.5 Muut sisäilman epäpuhtaudet

Muita tässä käsiteltäviä sisäilman epäpuhtauslähteitä ovat huonepöly, tupakansavu, allergeenit, pölypunkit, legionellabakteeri ja muut bakteerit ja virukset.

Huonepöly

Huonepöly koostuu ilmassa leijuvasta pölystä sekä pinnoille laskeutuvasta pölystä. Pölyn lähteitä ovat ulkoilma, ihminen itse, kotieläimet, vaatteet, tekstiilit, rakennus- ja sisustusmateriaalit, elintarvikkeet sekä mikrobit.

Pölyhiukkaset, joiden halkaisija on alle 5 µm, leijuvat. Leijuvaa pölyä on kahdenlaista: hienoa ja karkeaa. Raja-arvona tässä on pidetty 1 µm. Hienot pölyhiukkaset pääsevät imeytymään keuhkokudoksista myös muualle elimistöön, joten sen vaikutukset saattavat ilmetä vasta vuosien jälkeen. Hienopölypitoisuudet kohoavat puutteellisen tuloilman suodatuksen seurauksena. Karkeapölyhiukkasia ovat mm. siitepölyt, sienitiöt, bakteerit ja pölypunkit, jotka voivat aiheuttaa hengitystieoireita allergisille henkilöille.

Laskeutuva pöly saattaa aiheuttaa ihmisille päänsärkyä, väsymystä, ärsytysoireita, tukkoisuutta ja kurkkukipua. Laskeutuvaa pölyä voidaan vähentää aktiivisella siivoamisella.

Leijuvalle pölylle löytyy raja-arvot sisäilmaluokituksessa.

/1; 3; 7; 4./

Tupakansavu

Tupakansavussa on monia eri epäpuhtauksia, jotka yhdessä aiheuttavat tunnetusti keuhkosityöpää. Myös passiivinen tupakointi lisää riskiä. Tupakansavun leviäminen rakennuksissa on vaikeasti torjuttavissa. Tupakan savun hajua voidaan poistaa tehostetulla ilmanvaihdolla ja tuuletuksella, mutta ilmavaihtokaan ei poista pitkäkestoisen altistumisen vaikutuksia. Tästä syystä tupakointi on kielletty Suomessa julkisilla paikoilla, yleisöpalvelutiloissa ja työpaikoilla. Tämä ei kuitenkaan poista tupakoinnin ongelmia yksityisissä tiloissa. Monet taloyhtiöt ovat harkinneet tupakoinnin kieltämistä taloyhtiön hallinnassa olevissa tiloissa (esimerkiksi parvekkeilla), mutta sen käytännön toteutus ja valvonta on hankalaa. Tupakointi ja sen vaikutus sisäilmaan tulee olemaan jatkossakin merkittävä ongelma.

Sisäilmaluokituksessa nikotiinille asetettu raja-arvo koskee lähinnä ravintoloiden savuttomia tiloja.

/1; 3; 7./

Allergeenit

Ihminen reagoi vasta-ainejärjestelmällään ulkoa tuleviin epäpuhtauksiin. Mikäli tämä reaktio on voimakas, puhutaan epäpuhtauslähteistä nimeltä allergeenit. Kysymys on silloin yliherkkyyssreaktiosta, allergiasta. Allergiaa voi esiintyä missä tahansa kehon osassa, mutta usein paikkana on iho ja hengitystiet. Allergeenejä voivat olla mitkä tahansa epäpuhtaudet, mutta yleisimmät ovat huone-, eläin- ja siitepölyt sekä erilaiset sienet esim. homesienet. On siis huomioitava, että kyseiset sisäilman epäpuhtaudet eivät aiheuta kaikille yliherkkyyssreaktioita. Tämä tekee tästä asiasta isännöinnin kannalta erittäin hankalan.

/1; 3; 7./

Pölypunkit

Pölypunkki on pieni hyönteinen, joka elää huonepölyssä ja vuodevaatteissa. Se on yleinen asunnoissa, joiden suhteellinen kosteus on yli 45 %. Kuolleet pölypunkit jakautuvat hienoksi pölyksi, joka on erittäin allergisoivaa. Pölypunkin kuolevat pakkasessa, joten vuodevaatteiden tuulettaminen pakkasella vähintään puolen tunnin ajan on erittäin suositeltavaa.

/1; 3; 7./

Legionellabakteerit

Legionellabakteeri on peräisin maaperästä, josta se voi joutua sellaiseen kasvuympäristöön, jossa se lisääntyy ja aiheuttaa haittaa. Legionellabakteeri tarvitsee lisääntyäkseen vettä, ravinteita ja lämpöä (15 - 50 °C). Yli 60 °C lämpötiloissa bakteeri kuolee. Alle 15 °C lämpötiloissa bakteeri ei lisäännä, mutta ei myöskään kuole. Bakteeri voi aiheuttaa ilmaan joutuessaan ihmiselle keuhkokuumeen. Legionellabakteereja esiintyy rakennusten vesijärjestelmissä.

/1; 3; 7./

Muut bakteerit ja virukset

Bakteerien lähteenä sisäilmassa on ihminen itse. Bakteereja irtoaa sekä ihosta että hengityselimistä. Bakteerien vaarallisuus mitataan niiden taudinaiheuttamiskyvystä ja -pitoisuudesta. Huoneilman bakteeripitoisuutta voidaan pitää hygienian mittana.

Virukset ovat myös pääosin peräisin ihmisistä. Virukset leviävät sisäilman välityksellä, mutta ne eivät elä kauaa. Ne aiheuttavat virusperäisiä sairauksia, joista vilustumis-sairaudet ovat yleisempiä.

/1; 3; 7./

5.3.6 Epäpuhtauksien poistaminen

Sisäilman epäpuhtaudet tulee pyrkiä poistamaan mahdollisimman pikaisesti niiden havainnoimisen jälkeen. Monien epäpuhtauksien indikaattoreina ovat hajut, ärsytysoireet ja allergiset reaktiot. Se, mistä epäpuhtauslähteestä on kysymys, tulee pyrkiä selvittämään yllä kerrottujen ominaisuuksien avulla, jotta tarvittavat korjaustoimenpiteet voidaan kohdistaa oikeisiin asioihin ja paikkoihin. Ilman epäpuhtauksien mittaaminen on työlästä ja kallista ja siihen tulisi ryhtyä vasta sitten, jos on syytä epäillä, että jonkun aineen pitoisuus sisäilmassa on selkeästi raja-arvoja korkeampaa.

Rakennus- ja sisustusmateriaalit ovat monien epäpuhtauksien lähteenä. Jos päästöt ovat voimakkaita, ainoana keinona voi olla näiden materiaalien vaihtaminen päästöiltään vähäisempiin. Muita keinoja ovat mm. ilmanvaihdon tehostaminen ja rakenteiden pinnoittaminen siten, että sisätilaan päin jää tiivis pinta, joka estää epäpuhtauksien pääsyn sisäilmaan. Samalla myös rakenteiden läpiviennit ja saumakohdat tulee tiivistää. Mikäli päästöt johtuvat rakenteiden tai materiaalien kosteudesta, tulee suorittaa tarvittavat rakenteiden avaukset, kuivatukset ja materiaalien vaihdot.

Rakennus- ja sisustusmateriaaleihin voi myös imeytyä erilaisia epäpuhtauksia, jotka myöhemmin ilmaan vapautuessaan aiheuttava ongelmia sisäilman laadussa. Tällainen helposti imeytyvä epäpuhtauslähde on tupakansavu, jonka hajuhaittoja voidaan vähentää riittävällä ilmanvaihdolla ja tuuletuksella. Mikäli imeytyvien epäpuhtauksien terveyteen vaikuttavista tekijöistä halutaan eroon, jää ainoaksi järkeväksi korjaustoimenpiteeksi materiaalin vaihtaminen.

Eräät rakennus- ja sisustusmateriaalit puolestaan keräävät pölyä ja likaa, kuten kokolattiamatot. Sisäilman laadun kannalta tällaisten pintojen riittävä puhdistus on erittäin tärkeää. Muutoinkin hyvän ja terveellisen sisäilman kannalta puhdistus, siivous, moppaus ja pölyjen pyyhkiminen ovat ykkösasia, joka jokaisen asukkaan tulisi muistaa. Toisaalta pesuaineet ja -välineetkin voivat olla sisäilman epäpuhtauslähteitä, joten niiden valintaan ja puhtauteen tulee kiinnittää huomiota.

Mikäli epäpuhtaudet ovat lähtöisin ulkoilmasta, ihmisestä itsestään tai tilan käyttöön liittyvistä toimista, on ainoana keinona ilmanvaihdon tehostaminen, kohdentaminen ja tuloilman riittävä suodatus kuhunkin tilanteeseen sopivilla suodattimilla.

/1; 3; 7; 19/

5.4 Sähkömagneettiset ominaisuudet

5.4.1 Yleistä

Sähkömagneettiset ominaisuudet voidaan jakaa kahteen päätekijään: ilman ionipitoisuuteen sekä sähkö- ja magneettikenttiin. Ohessa on kerrottu pääpiireissään, mitä ionipitoisuus on ja millaisia sähkö- ja magneettikenttiä ympärillämme on.

5.4.2 Ionit

Ionit ovat atomeja tai molekyyliä, jotka ovat saaneet tai menettäneet elektronin ionisaatiossa. Niitä, jotka ovat menettäneet elektronin, nimitetään positiivisiksi ioneiksi, kun taas ne, jotka ovat saaneet elektronin, ovat negatiivisia ioneja.

Luonto tuottaa runsaasti niin negatiivisia kuin positiivisiakin ioneja. Luonnossa ionisaatiota saavat aikaan radioaktiivinen α - tai β -säteily, sähkömagneettinen ultravioletti ja γ -säteily, kosminen säteily sekä törmäysionisoini voimakkaissa sähkökentissä. Puhtaassa ulkoilmassa on positiivisia ioneita 20 % enemmän kuin negatiivisia. Negatiiviset ionit syntyvät maakuorella olevan luonnollisen radonin hajotessa radonkaasuksi. Salamet, rantatyrskyt, kosmiset säteet, vesiputoukset ja UV-valo tuottavat myös paljon negatiivisia ioneja.

Ionit luokitellaan koon ja liikkuvuuden mukaan kolmeen luokkaan: pieniin, keskisuuriin ja suuriin. Näistä lähinnä pienet ionit ovat sisäilmaston kannalta merkittäviä, koska ne vaikuttavat ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin.

Ionit ovat tärkeänä osana hengitysilmaamme. Positiivisesti varautuneella ilmalla on heikentävä vaikutus yleiseen vireystilaan, kun taas negatiiviset ionit virkistävät ja antavat energiaa. Negatiiviset ionit tuhoavat ilman bakteereja ja sieni-itiöitä. Negatiivisten ionien määrä on suuri mäntymetsissä ja kun taas positiivisten ionien kaupungeissa.

Asunnoissa on keskimäärin runsaasti epäterveellisiä positiivisia ioneja, johtuen asuntojen tiiviydestä ja huoneilman pölyisyydestä. Positiiviset ionit saattavat aiheuttaa astmaa, poskiontelotulehdusta, iho-ongelmia, päänsärkyä ja alentavat psyykkistä ja fyysistä suorituskykyä.

Ionien ilmaa puhdistavaa vaikutusta on käytetty mm. ionisointiperiaatteella toimivissa ilmanpuhdistimissa.

/28./

5.4.3 Sähkö- ja magneettikentät

Suuret voimalinjat aiheuttavat ympärilleen pientaajuisen sähkömagneettisen kentän, jonka voimakkuus pienenee mentäessä voimalinjasta kauemmaksi. Talojen rakenteet vaimentavat sähkökenttiä, mutta eivät niinkään näitä magneettikenttiä. On kuitenkin muistettava, että rakennuksessa olevat sähkölaitteet ja -johdot aiheuttavat ympärilleen myös sähkö- ja magneettikenttiä. Yleisesti voidaan todeta, että suomalaisissa kodeissa esiintyvät sähkö- ja magneettikentät alittavat suositusarvot reilusti. Suomessa tehtyjen mittausten perusteella asunnoissa esiintyvien kenttien keskiarvo on alle $0,1 \mu\text{T}$, joka on yksi tuhannesosa väestölle suositelluista raja-arvoista. Kiinteistömuuntamon magneettikentät ovat tästä poikkeus.

Sähkömagneettiset kentät voivat vaikuttaa ihmisten solujen sähkökenttiin ja aineenvaihduntaan.

/29; 1, s. 115./

Taulukko 5 Kotitalouksien yleisempien sähkölaitteiden läheisyydestä mitattuja magneettivuon tiheyksiä /30/

Sähkölaitte	Magneettivuon tiheys (μ T) etäisyydellä		
	10 cm	30 cm	50 cm
Hiustenkuivain	0,60	0,08	0,06
Sähkövatkain	74	8,7	2,3
Sähköparranajokone	0,06	0,04	0,03
Kahvinkeitin	0,46	0,14	0,09
Sähköporakone	16	2,1	0,5
Pölynimuri	10	2,5	0,74
Vesisänky (lämmitin toiminnassa)	0,73	0,34	0,14
Televisio	1,4	0,43	0,19
Mikrotietokone	0,15	0,09	0,06
Silitysrauta	0,29	0,06	0,04

5.5 Säteilyolosuhteet

5.5.1 Yleistä

Ihmiset joutuvat elinympäristössään jatkuvasti alttiiksi säteilylle, jota tulee ulkoavaruudesta (kosminen säteily), luonnosta (radioaktiivisten aineiden lähettämät α -, β - ja γ -säteilyt sekä ihmisten omasta toiminnasta). Suomalaiset saavat keskimäärin n. 3,7 millisievertin (mSv) säteilyannoksen vuodessa. Tästä säteilyannoksesta noin puolet on peräisin sisäilman radonista. Loput vuoden säteilyannoksestamme saamme maaperän ulkoisesta säteilystä, säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (esim. röntgentutkimukset ja sädehoito), kosmisesta säteilystä sekä luonnon radioaktiivisuudesta kehossamme.

Vaikka säteilyä käytetään hyväksi lääketieteessä, saattavat jo pienimmätkin säteilyannokset lisätä syöpäriskiä. Esimerkiksi radonin tiedetään lisäävän alttiutta keuhkosyöpään. Koska Suomen radonpitoisuudet ovat Euroopan ja mahdollisesti koko maailman korkeimpia, tulee radonin huomioonottamiseen ja torjuntaan kiinnittää erityistä huomiota.

/29./

5.5.2 Radon

Radon on hajuton, mauton ja näkymätön radioaktiivinen jalokaasu, jota ei pysty aistein havaitsemaan. Sen havainnoimiseksi on kehitetty erikoismittalaitteita. Huoneilman radonpitoisuudet ilmoitetaan becquereleinä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m^3). Radonia syntyy maaperässä uraanin hajoamisen tuloksena.

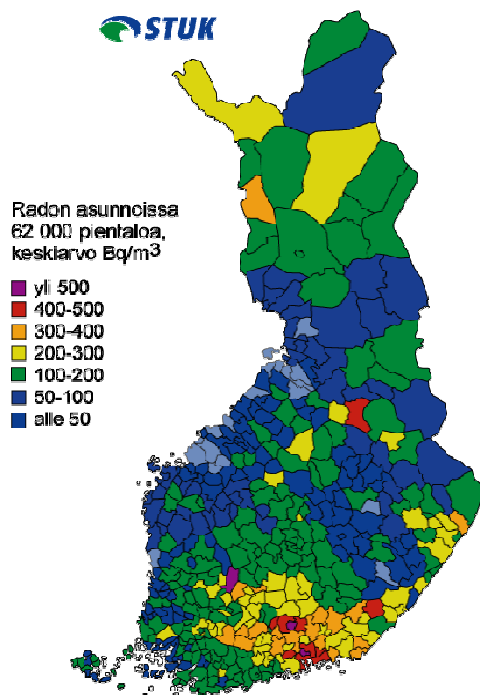
Radonia pääsee sisäilmaan rakennuksen maaperästä paine-erojen avulla. Tästä syystä radonpitoisuudet ovat suurimmillaan talvella. Radonia tulee sisäilmaan myös jonkin verran rakennusmateriaaleista kuten betonista ja tiilestä. Kerrostalojen ylempiin kerroksiin radon ei tule maaperästä vaan lähes yksinomaan rakennusmateriaaleista. On kuitenkin todettava, että betonin ja tiilen radonpitoisuudet ovat pieniä, eivätkä aiheuta terveyshaittaa. Näiden lisäksi radonia voi vapautua huoneilmaan vedestä. Erityisesti porakaivoveden radonpitoisuus voi olla erittäin korkea.

Asuntojen radonpitoisuudet eivät saisi ylittää 400 Bq/m^3 . Määräysten mukaan uudet asunnot tulee suunnitella ja rakentaa siten, että radonpitoisuus ei ylittäisi 200 Bq/m^3 . Radonia mitataan erityisillä radonmittauspurkeilla, joita suositellaan hankittavaksi kaksi kappaletta asuntoa kohden. Purkit tulee asentaa eri huoneisiin/kerroksiin. Mittausajaksi suositellaan kahta kuukautta ja mittauksen tulisi tapahtua marras-huhtikuun aikana.

Kuten alussa todettiin, ovat Suomen sisäilman radonpitoisuudet maailmalaajuisesti mitattuina erittäin korkeita, ehkä kaikkein korkeimpia. Syyt tähän löytyvät geologiasta, rakennustekniikasta ja ilmastosta. Graniittinen kallio- ja maaperämme sisältää runsaasti uraania ja sora- ja hiekkaharjumme läpäisevät hyvin ilmaa. Harjuille perustetuissa taloissa radonpitoisuudet ovat selvästi suurempia kuin muille maalajeille perustetut. Pahimpia radonalueita ovat Tampereen Pispalanharju sekä Lahden seudun Salpausselän alueet.

/29; 3; 1; 2, s. 192-193./

Alla on Säteilyturvakeskuksen julkaisema Suomen radonkartta, josta selviävät Suomen pahimmat radonalueet.



Kuva 5 Suomen radonkartta /29/

Radonin vaaroja voidaan vähentää valitsemalla rakennuspaikaksi sellainen paikka, jossa ei oletettavasti esiinny radonia yli sallittujen määrien. Itse rakentamisessa ja vanhojen rakenteiden korjauksissa maanvaraiset rakenteet tulisi tehdä ilmatiiviiksi. Tämä vaatimus koskee myös rakenteiden liitoksia ja putkien ja sähköjohtojen läpivientejä. Maanvarainen alapohja tulisi myös alipaineistaa maahan asennetun putkiston ja puhaltimen avulla tai rakentamalla erillinen radonkaivo. Yksi radonin poistokeinoista on myös hyvin hoidettu ja tasapainotettu tulo- ja poistoilmanvaihto.

Joskus ongelmia tuottavat rakennuspaikalle tuottavat täyttömaa-ainekset, salaojasorat tai murskeet, jotka yhdessä alkuperäisen rakennusmaan kanssa saattavat tuottaa radonongelmia. Tiiviimmälle maalle tuotava läpäisevämpi täyttö- tai salaojakerros kasvattaa maaperästä tulevia ilmavirtauksia jo hyvän ilmanläpäisevyytensä johdosta. Tämän lisäksi siirrettävät maa-ainekset voivat tuottaa myös itse radonia maa-aineksen huokosilmaan. Myös paksut täyttösora-ainekset voivat kasvattaa savimaalle rakennettavan pientalon sisäilman radonpitoisuutta. Tämän vuoksi tulee kiinnittää erityistä huomiota täyttömaa-ainesten, salaojasorien ja murskeiden laatuun.

Sekä alkuperäismaan että paikalle tuotavan täyttömaa-aineksen, salaojasoran tai murskeen vaikutukset sisäilman radonpitoisuuteen torjutaan ensisijaisesti radonturvallisella perustusratkaisulla. Vain erittäin poikkeuksellisissa tapauksissa, joissa tiedetään, että paikalle tuotavan maa-aineksen uraanipitoisuus on korkea, voidaan sen käytöstä luopua.

/29; 3; 1; 2, s. 192-193./

6 ILMANVAIHDON MERKITYS HYVÄN SISÄILMASTON KANNALTA

6.1 Yleistä

Ilmanvaihdon tehtävänä on terveellisen ja viihtyisän sisäilman ylläpitäminen rakennuksessa ja asunnoissa siten, että syntyvät epäpuhtaudet poistetaan ja tilalle tuodaan puhdasta, raikasta ja hapekasta ulkoilmaa korvausilmaksi. Epäpuhtaudet ovat yleensä peräisin aineenvaihdunnasta, asumiseen liittyvistä toiminnoista, rakennusmateriaaleista, rakennuksessa olevista koneista, laitteista, ulkoilmasta tai maaperästä (radon). Se, mitä järjestelmää käytetään (painovoimaista, koneellista poistoa tai koneellista tuloa ja poistoa) ei muuta tätä perusajatusta.

Ilmanvaihdon toiminta perustuu paine-eroihin. Ilma virtaa suuremmasta paineesta pienempään. Koneellisessa poistossa tämä paine-ero saadaan aikaan puhaltimella. Koneellisen poiston yhteydessä puhutaan yleisesti myös yhteiskanavajärjestelmästä. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa paine-ero perustuu lämpötilaeron ja tuulen yhteisvaikutukseen. Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä perustuu siihen, että jokaisesta poistoilmaventtiilistä johdetaan oma hormi rakennuksen katolle. Jos tulo- ja poistoilma hoidetaan koneellisesti, kyseessä on koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä. Näitä kaikkia ilmanvaihdon toimintaperiaatteita esiintyy asuinkerrostaloissa. Eri ilmanvaihtojärjestelmien toimintaperiaatteita ei tässä tutkintotyössä käydä läpi.

Kun ilmanvaihtoon yhdistetään myös ilman käsittely, kuten kostutus ja jäähdytys, puhutaan ilmastoinnista. Siihenkään ei tässä tutkintotyössä paneuduta, koska ilman jäähdytys ja kostutus kuuluvat lähinnä liike- ja toimistorakennuksiin.

/1; 25; 19; 23; 18; 27./

6.2 Ilmanvaihdon riittävyys ja mitoitus

Yksi riittävän ilmanvaihdon tunnusmerkeistä on huoneilman pysyminen raikkaana myös makuuhuoneissa yön aikana. Muita tunnusmerkkejä ovat mm. pesuhuoneen ja saunan

tehokas kuivuminen, raikas ilma WC:ssä ja ikkunoiden ja muiden ulkoseinärakenteiden pysyminen kuivana lämmityskaudella.

Perusilmanvaihdon tulee olla toiminnassa jatkuvasti. Sen tulee olla tehostettua niinä aikoina, jolloin asukkaat laittavat ruokaa, peseytyvät tai tekevät muuta sisäilmaa likaavaa (esim. siivous) tai kostuttavaa toimintaa. Hyvä ilmanvaihdon hetkellinen tehostuskeino myös koneellisessa ilmanvaihdossa on ikkunatuuletus. Tuuletuksen tulisi tapahtua nopeana ristivetona. Pitkäaikainen tuuletus lisää turhaan energiankulutusta.

Riittävän ilmanvaihdon takaamiseksi tulisi makuuhuoneen ovi jättää yöajaksi auki. Toisena suositeltavana tapana pidetään kylpyhuoneen oven jättämistä raolleen suihkun jälkeen tai kuivatettaessa pyykkejä.

Ilmavaihdon tulisi olla jatkuvasti tehostettua vähintään puolen vuoden ajan uusissa ja peruskorjatuissa rakennuksissa rakennusaikaisen kosteuden ja rakennus- ja sisustusmateriaalien päästöjen ja hajujen poistamiseksi.

Ilmanvaihdon mitoitus perustuu joko huoneen pinta-alaan tai siellä oleskelevien henkilöiden lukumäärään. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että asunnon ilman tulee vaihtua kerran kahdessa tunnissa. Pinta-alaan pohjautuvat ilmanvaihdon mitoitusarvot vaihtelevat 1 - 6 l/s/m² ja henkilömäärään perustuvat 4 - 16 l/s/henkilö.

Oheisessa luettelossa on asuinhuoneiston eräiden huoneiden poistoilmavirrat Suomen Rakentamismääräyskokoelman D2 mukaan:

Keittiö, ei tehostusmahdollisuutta	20 l/s
Keittiö, tehostusmahdollisuus	8 l/s
- käytönajan tehostus	25 l/s
Kylpyhuone, ei tehostusmahdollisuutta	15 l/s
Kylpyhuone, tehostusmahdollisuus	10 l/s
WC, ei tehostusmahdollisuutta	10 l/s
WC, tehostusmahdollisuus	7 l/s
Kodinhuoltohuone, käyttöajan tehostus	15 l/s
Huoneistosauna	2 l/s/m ² .

/1; 25; 19; 23; 18; 27; 16./

6.3 Ilmanvaihdon yleisperiaatteet sekä epäpuhtauksien hallinta

Asuntojen ilmanvaihto pyritään järjestämään siten, että puhdas ulkoilma tuodaan oleskelutiloihin, joita ovat olo- ja makuuhuoneet ja ilma poistetaan ns. likaisista tiloista kuten keittiöistä, WC:stä, pesu- ja kylpyhuoneista ja vaatehuoneista.

Hyvä ilmanvaihto tuo riittävästi puhdasta ilmaa oleskelutiloihin, poistaa epäpuhtauksia myös niiden syntysijoilta (esim. liesikuvut) ja laimentaa yleisesti epäpuhtauksia.

Ilman epäpuhtauksia hallitaan seuraavia periaatteita noudattamalla. Niitä voidaan käyttää niin uudisrakentamisessa kuin korjausrakentamisessakin.

1. Pyritään vähentämään epäpuhtauslähteitä esim. poistamalla tai vaihtamalla materiaalit päästöiltään vähäisempiin.
2. Eristetään epäpuhtaus esim. jätevaunukaappi ja varustetaan se omalla poistoilmaventtiilillä.
3. Estetään epäpuhtauden leviäminen paikallispoistojen (esim. liesikupu) ja huoneiden välisten paine-erojen avulla.
4. Järjestetään ilmanjako tehokkaaksi siten, että epäpuhtaudet kulkeutuvat nopeasti ja tehokkaasti pois.
5. Laimennetaan epäpuhtaudet, jotka kaikista toimenpiteistä huolimatta pääsevät huoneilmaan, tuloilmalla.
6. Järjestetään paikallinen raikkaan tuloilman tuonti työ- ym. pisteeseen.
7. Suodatetaan huoneilman epäpuhtaudet (ilmanpuhdistimet).

/1; 25; 19; 23; 18; 27./

7 SISÄILMASTOLUOKITUS

Sisäilmastoluokituksella on laadittu oma RT-ohjekorttinsa, Sisäilmastoluokitus 2000 (RT 07 -10741). Asiakirjan tarkoituksena on toimia suunnittelun, rakentamisen ja rakennusmateriaalien valitsemisen apuvälineenä, kun tavoitteena on rakentaa sisäilmastoltaan terveellinen ja viihtyisä rakennus. Sisäilmaluokitus on tarkoitettu käytettäväksi uudisrakentamisessa, mutta sitä voidaan käyttää myös soveltuvin osin korjausrakentamisessa. Luokitus antaa sisäilmaston tavoite- ja suunnitteluarvot.

7.1 Sisäilmaston tavoitearvot

Sisäilmaston tavoitearvot eivät ole viranomaisohje eikä tulkinta, mutta ne on pyritty asettamaan siten, että luokka S3 vastaa maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveydensuojelulain vaatimuksia normaaleissa olosuhteissa. Tavoitearvoja sovelletaan sellaisiin tiloihin, joissa oleskellaan tavallisessa sisävaatetuksessa. Niitä ei ole tarkoitettu tiloille, joissa oleskellaan lyhytaikaisesti ja tilapäisesti eikä teollisuustiloille. Normaalioloissa tavoitearvoista ei siis jouduta poikkeamaan, mutta se on joskus sallittua ulkoisesta tai sisäisestä kuormituksesta, säästä ym. johtuen.

Tavoitearvot tulee saavuttaa huoneen oleskeluvyöhykkeellä, joka määriteltiin siis alueeksi, joka ulottuu 60 cm päähän seinistä ja muista kiinteistä rakennusosista sekä 1,8 m korkeudelle lattiasta.

Sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen; luokat S1, S2 ja S3. Luokka S1 on paras luokka, jossa esim. 90 % asukkaista on tyytyväisiä. Sisäilman laatu on näin ollen erittäin hyvää ja lämpöolot tyydyttäviä ja viihtyisiä niin talvella kuin kesälläkin. Asukas pystyy itse hallitsemaan lämpöolojaan ja säätämään ilmanvaihtoaan (yleensä koneellinen jäähdytys ja huoneistokohtainen lämpötilan säätö). Yleensä sisäilmasto täyttää allergikkojen ja hengityselinsairaiden vaatimukset. Tässä luokassa voidaan puhua yksilöllisestä sisäilmastosta, joka asuintalojen osalta on erittäin harvinaista.

S2 luokan sisäilmasto täyttää yleisesti laatuvaatimukset ja lämpöolot ovat yleensä vedottomat. Sisäilmasto on hyvää ja se ei välttämättä vaadi koneellista jäähdytystä.

Luokan S3 sisäilmastoa voidaan pitää kokonaisuudessaan tyydyttävänä. Huoneen sisäilman laatu ja lämpöolot täyttävät säännösten vähimmäisvaatimukset. Ilma voi ajoittain olla tunkkaista ja vetoista ja lämpötila voi nousta yli tavoitearvojen kuumina kesäpäivinä.

Normaalioloissa sisäilman epäpuhtauspitoisuudet alittuvat, jos ilmanvaihto on taulukon mukainen ja huoneessa ei ole muita epäpuhtauslähteitä. Epäpuhtauspitoisuuksien alittuminen ei kuitenkaan takaa sitä, etteivätkö herkimmat asukkaat oireilisi. Raja-arvot ovat asetettu siten, että normaalit terveet asukkaat eivät altistuisi ilman epäpuhtauksille.

Luokituksessa ei ole otettu kantaa mikrobipitoisuuksille, koska niiden pitoisuudet ovat riippuvaisia monista eri tekijöistä, esim. ajasta, paikasta, ulkoilmasta, elintavoista ym.

Ulkoilman pitoisuutta korkeampi mikrobipitoisuus ja ulkoilmasta poikkeava lajisto ovat kuitenkin yleensä merkki homevauriosta.

Jotta tavoitearvoihin päästään, on sisäilmastoluokituksessa otettu kantaa myös lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteiden mitoituksessa ja suunnittelussa tarvittaviin sisäilmastosuureiden arvoihin sekä suunnittelusäähän. Tässä esityksessä ei käydä tarkemmin läpi näitä tekijöitä. Kohdassa 5 on mainittu muutamia tärkeimpiä mitoitusarvoja.

/1; 3; 20./

Sisäilmaston tavoitearvot selviävät ohesta.

Taulukko 6 Sisäilmaston lämpöolojen tavoitearvot /20/

Sisäilmastoluokka				
Enimmäisarvot				
	Yks.	S1	S2	S3
Huonelämpötila 1)				
Talvi	°C	(21-22)*	20-22	20-23
Kesä	°C	(23-24)*	23-26	22-27(35)**
Huonelämpötilan tilapäinen poikkeama asetusarvosta 1)	°C	± 0,5***	± 1***	± 2***
Lämpötilaero pystysuunnassa 2)	°C	2	3	4
Lattian pintalämpötila 3)	°C	19-29	19-29	17-31
Ilman nopeus 4)				
Talvi (20 °C)	m/s	0,13	0,16	0,19
Talvi (21 °C)	m/s	0,14	0,17	0,20
Kesä (24 °C)	m/s	0,20	0,25	0,30
Ilman suhteellinen kosteus 5) Talvi	%	25-45	-	-

* S1 luokassa huonelämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä 20-24 °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään huonelämpötilan perustasona talvella 21-22 °C ja kesällä 23-24 °C.

** Lämpötilan asetusarvon tulee olla kohdassa "huonelämpötila" mainituissa rajoissa

*** Huonelämpötila ei saa missään ulkoilmaolosuhteissa olla yli 35 °C. Kun ulkoilman lämpötila on alle 15 °C, huonelämpötila ei saa olla yli 27 °C.

1. Huonelämpötilalla tarkoitetaan ilman lämpötilaa oleskeluvyöhykkeellä.
Tavoitearvot kuvaavat, missä määrin asetettu lämpötila pystytään pitämään yllä eli tilannetta, jossa huonekohtaista lämpötilan säätömahdollisuutta ei ole vielä käytetty. S1-luokassa lämpöolot saavat mitoitussäällä tilapäisesti poiketa tavoitearvoistaan enintään 3 vuorokautena kesällä ja enintään 3 vuorokautena talvella. S2-luokassa lämpöolot voivat mitoitussäällä tilapäisesti poiketa tavoitealueelta enintään 7 vuorokautena talvella ja enintään 7 vuorokautena kesällä.
2. Lämpötilaerolla pystysuunnassa tarkoitetaan lämpötilaeroja nilkkojen ja niskan välillä, mittauskorkeudet 0,1 m ja 1,1 m (istumatyö).
3. Lattian pintalämpötila ei saa missään oleskeluvyöhykkeen kohdassa olla esitetyn alueen ulkopuolella. Kylpy- ja pesuhuoneissa suositeltava lattian pintalämpötila on korkeintaan 27 °C.
4. Ilman nopeudella tarkoitetaan kolmen minuutin keskiarvoa oleskeluvyöhykkeellä.
5. Ilman suhteellinen kosteus voi lyhytaikaisesti pakkashuippujen aikana laskea alle tavoitearvon. Ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 60 %. Ilmaa kostutettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, etteivät kostutuslaitteet lisää ilman epäpuhtauksia.

Taulukko 7 Sisäilmaston tavoitearvot ilman laadun suhteen /20/

		Sisäilmastoluokka Enimmäisarvot			
		Yks.	S1	S2	S3
Radon 1)	Rn	Bq/m ³	100	100	200
Hiilidioksidi 2)	CO ₂	ppm	700	900	1200
Hiilidioksidi	CO ₂	mg/m ³	1300	1650	2200
Ammoniakki ja amiinit 3)	NH ₃	µg/m ³	30	30	40
Formaldehydi 3)	H ₂ CO	µg/m ³	30	50	100
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet 4)	TVOC	µg/m ³	200	300	600
Hiilimonoksidi	CO	mg/m ³	2	3	8
Otsoni	O ₃	µg/m ³	20	50	80
Hajuvoimakkuus (intensiteettiasteikko)	-	-	3	4	5,5
Mikrobit			Ei enimmäisarvoa		
Tupakansavu tupakoimattomien tiloissa 5)			Ei aistittavissa		
Hiukkaspitoisuus 6)	PM10	µg/m ³	20	40	50

1. Sosiaali- ja terveysministeriön sisäilman radonpitoisuuden tavoitearvo uusille asunnoille on alle 200 Bq/m³. Asunnon radonpitoisuuden vuosikeskiarvon tulee olla alle 400 Bq/m³. Työpaikan työnaikaisen radonpitoisuuden vuosikeskiarvo ei saa ylittää 400 Bq/m³.
2. Hiilidioksidipitoisuus sisältää ulkoilman (350 ppm) ja ihmisperäisen hiilidioksidin.
3. Mitataan rakennuksesta peräisin olevia ilman ihmisestä tai sen toiminnasta peräisin olevia päästöjä.
4. TVOC-pitoisuuksia mitattaessa tulee tunnistaa vähintään 70 % VOC-yhdisteistä ja tarkistaa, että näiden yhdisteiden pitoisuudet jäävät alle tunnettujen raja-arvojen. Niitä ei tässä käydä erikseen lävitse. Mitataan rakennuksesta peräisin olevia ilman ihmisestä tai sen toiminnasta peräisin olevia päästöjä.
5. Tiloissa, joissa tupakointi ei ole sallittua, tupakansavun hajua ei saa olla aistittavissa. Tupakansavun indikaattorina voidaan käyttää nikotiinia. Tupakansavua voidaan todeta olevan ilmassa, jos nikotiinipitoisuus on yli 0,05 µg/m³.

6. PM10-hiukkaspitoisuudella tarkoitetaan huoneilmassa leijuvaa pölyä, jonka hiukkasten aerodynaaminen halkaisija on alle 10 µm. Jos sisällä saavutetaan halutun luokan mukainen käytön aikainen vuorokausikeskiarvopitoisuus, ei ulkona tarvitse suorittaa mittausta. Muussa tapauksessa mitataan hiukkaspitoisuus mahdollisimman samanaikaisesti myös ulkona ja määritetään sisä- ja ulkoilman hiukkaspitoisuussuhde. Tämän suhteen on oltava S1- ja S2-luokissa alle 0,5, kuitenkin siten, että hiukkaspitoisuus sisällä on aina alle 50 µg/m³.

Tavoitearvojen toteutumista arvioidaan mittauksilla, jotka suoritetaan talvella, kun ulkolämpötila on alle -5 °C ja kesällä, kun ulkolämpötila on yli +20 °C ja sää on selkeä. Muissa mittausolosuhteissa arviointi tehdään laskennallisesti ottaen huomioon myös lämmitys- ja jäähdytyslaitteiden tehot. /20./

7.2 Rakennustöiden puhtausluokat

Rakennustyöt jaetaan puhtaudeltaan kahteen luokkaan P1 ja P2. Mikäli sisäilmastossa pyritään luokkaan S1 tai S2, tulee rakennustöissä noudattaa puhtausluokkaa P1. Mikäli taas tyydytään luokkaan S3, riittää rakennustöissä puhtausluokka P2.

P1-puhtausluokan vaatimukset ovat pääpiirteissään seuraavat:

- Sisätiloihin ja rakenteisiin tulevat rakennustarvikkeet ja osat on suojattava likaantumiselta ja kastumiselta kuljetusten, työmaavarastoinnin, asennuspaikan välivarastoinnin ja asennustyön aikana peittämällä ne tai suojaamalla ne muulla tavoin.
- Tilat erotetaan muista tiloista omiksi osastoikseen, mikäli muissa tiloissa tehdään pölyä tai muuta likaa tuottavia töitä. Ensisijaisesti tulisi pyrkiä valitsemaan pölyämättömät työmenetelmät. Mikäli tämä ei ole mahdollista, pöly tulisi poistaa kohdepoistolla (huolehdittava riittävästä ilmanvaihdesta). Mikäli tämäkään ei ole mahdollista, on viimeisenä vaihtoehtona tilojen osastointi.
- Tilan siivotaan ennen osastointia riittävän usein ja osastoinnin jälkeen aina, kun tilassa on syntynyt pölyä. Pinnat puhdistetaan rakennusmateriaalien valmistajien ohjeiden mukaisesti ja puhdistus- ja hoitoaineina käytetään hajuttomia ja päästöiltään vähäisiä aineita.
- Sisäilmastotavoitteiden kirjaaminen työmaa/suunnitteluasiakirjoihin, erillisen tiedotteen jakaminen työmaalla työskenteleville sekä koulutustilaisuuksien järjestäminen.

P2- puhtausluokka vastaa normaalia hyvän rakentamisen mukaista käytäntöä. Erillisiä kriteereitä ei siis ole määritelty.

Ilmanvaihtojärjestelmille ja tuotteille on myös oma puhtausluokituksensa, jonka tavoitteena on varmistaa hyvä tuloilman laatu käyttämällä oikeita tuotteita, varastoimalla ja asentamalla laitteet oikealla tavalla ja huoltamalla ja puhdistamalla laitteet oikein. Tässä tutkintotyössä ei tätä puhtausluokitusta kuitenkaan käydä tämän tarkemmin läpi.
/1; 3; 20./

7.3 Rakennusmateriaalien päästöluokitus

Materiaaleista vapautuu ilmaan satoja kemikaaleja, joten niiden mittaaminen ja mittaustulosten arviointi on mahdotonta tavallisille kuluttajille. Tämän vuoksi materiaalivalintoja helpottamaan on kehitetty pintamateriaalien luokitusmenetelmä. Materiaalit luokitellaan päästöjen mukaan luokkiin M1, M2 tai M3. Luokitus on tarkoitettu vain testatuille materiaaleille. Testaamattomat materiaalit kuuluvat kuitenkin luokkaan M3. Rakennustietosäätiö antaa mittaustulosten perusteella luokituspäästökseen ja sen toimesta ylläpidetään luetteloa luokitelluista materiaaleista. Luokitelluista materiaaleista löytyvät tavara- ja tuoteselosteet ja käyttöohjeet.

Huomioitavaa kuitenkin on, että huoneilmassa olevien päästöjen pitoisuudet koostuvat useiden eri materiaalien päästöistä sekä tietysti ilmanvaihdon tehokkuudesta. Pieniin huoneilman epäpuhtauspitoisuuksiin pyrittäessä tulisi ensisijaisesti käyttää päästöiltään vähäisiä materiaaleja ja toissijaisesti tehostamalla ilmanvaihtoa. Tämä tietysti selittyy energian kalleudella. Päästöiltään vähäisiä materiaaleja valittaessa tulee huomion kiinnittyä myös helppohoitoisuuteen, puhdistettavuuteen ja käytännöllisyyteen.
/1; 3; 20./

Luokka M1 on paras luokka ja luokka M3 on eniten epäpuhtauspäästöjä synnyttävä. M1 ja M2 luokan päästöjen enimmäisarvot selviävät oheisesta taulukosta.

Taulukko 8 Rakennusmateriaalien päästöluokitusarvot /20/

Mitattu suure		Yks.	M1	M2
Havaittujen orgaanisten yhdisteet	TVOC	mg/m ² /h	0,2	0,4
Formaldehydi	H ₂ CO	mg/m ² /h	0,05	0,125
Ammoniakki	NH ₃	mg/m ² /h	0,03	0,06
Karsinogeeni		mg/m ² /h	0,005	0,005
Haju, tyytymättömien osuus		%	15	30
Laastit, tasoitteet ja silotteet eivät saa sisältää kaseiinia.				

M3 luokan materiaalit ylittävä oheisen taulukon arvot tai ne ovat testaamattomia.

Luokan M1 materiaaleja voidaan käyttää rajoituksetta huonepinnoissa. Mikäli pyritään sisäilmastoluokkaan S1, tulee runsaasti päästöjä aiheuttavien materiaalien käyttöä rajoittaa (luokat M2 ja M3). Luokan M2 materiaaleja voidaan käyttää korkeintaan 20 %:ssa huoneen sisäpinnoista, ei kuitenkaan yli 1 m² huoneen lattia-m² kohden. Luokan M3 materiaaleja voidaan käyttää vain vähäisissä määrin.

Pyrittäessä sisäilmastoluokkaan S2 pintamateriaaleina tulee käyttää pääasiassa luokkien M1 ja M2 materiaaleja. Luokan M3 materiaaleja voidaan käyttää korkeintaan 20 %:ssa huoneen sisäpinnoista, ei kuitenkaan yli 1 m² huoneen lattia-m² kohden.

Testattujen materiaalien lisäksi luokkaan M1 kuuluvat seuraavat luonnonmateriaalit

- tiili
- luonnonkivi ja marmori
- keraamiset laatat
- lasi
- metallipinnat
- lauta ja hirsi (kotimaiset puulajit).

8 PÄÄPERIAATTEET HYVÄN SISÄILMASTON HUOMIOIMISESTA SUUNNITTELUSSA, RAKENTAMISESSA JA KÄYTÖSSÄ JA HUOLLOSSA

8.1 Yleistä

Se, millainen sisäilmasto asuinrakennukseen saadaan, ratkaistaan jo tarveselvitys- ja suunnitteluvaiheessa. Rakennuttajan tulee määritellä viimeistään hankesuunnitteluvaiheessa yhdessä suunnittelijoiden kanssa rakennuksen sisäilmastoa, siihen vaikuttavien rakennustöiden puhtautta ja rakennusmateriaalien päästöjä koskevat tavoitearvot. Tärkeimpiä määritettäviä tavoitearvoja ovat

- huonekohtaiset ylimmät ja alimmat lämpötilat
- huoneistokohtaisen lämpötilan säätömahdollisuus kesällä ja talvella
- alin suhteellinen kosteus talvella ja ylin suhteellinen kosteus kesällä
- huoneistokohtaiset suurimmat ilman nopeudet oleskeluvyöhykkeellä
- huoneistokohtaiset ilmavirrat
- palautusilman enimmäisosuus
- ilman epäpuhtauksien korkein hyväksyttävä pitoisuus
- huoneilman hajujen enimmäismäärä.

Tässä määrittelyssä voidaan käyttää aiemmin läpikäytyjä sisäilmaston luokitusohjeita, tilojen puhtausluokitusohjeita ja pintamateriaalien päästöluokitusohjeita.

Hyvän sisäilmaston perusedellytykset luodaan kuitenkin jo rakennuspaikan valinnan ja rakennuksen tontille sijoittelun yhteydessä. Tällöin sisäilmaston kannalta ratkaisevia tekijöitä ovat maaperän laatu ja mahdolliset epäpuhtaudet (radon), pohjaveden korkeus, aurinko ja varjostukset, vallitsevat tuulensuunnat sekä ulkoilman puhtaus (esim. lähellä oleva teollisuuslaitos tai vilkas liikenne).

Asuinrakennuksen tilojen sijoittelussa pyritään puolestaan siihen, että toiminnoiltaan ja sisäilmastotavoitteiltaan samanlaiset tilat sijoitetaan lähekkäin. Ilmanlaadultaan likaiset tilat kuten WC:t ja jätehuoneet sijoitetaan erilleen muista tiloista siten, että likaisen ilman kulkeutuminen puhtaimpiin tiloihin on mahdollisimman vähäistä.

Muita sisäilmastoon vaikuttavia tekijöitä rakennus- ja rakentamissuunnitteluvaiheessa ovat ratkaisut lämmöneristyksestä, ikkunoiden aurinkosuojauksesta, rakennuksen ilmanpitävyydestä, ulkoisen kosteuden suojauksista sekä tilojen siivottavuudesta.

/19, s. 2; 20, s. 8; 8; 9./

8.2 Kosteuden hallinta rakennussuunnitteluvaiheessa

Rakennus- ja rakennesuunnitteluvaiheessa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin kosteuden hallinnan kannalta tärkeisiin asioihin:

- Sadevesien ja hulevesien pääsy rakenteisiin tulee estää.
- Vältetään kellaritilojen sijoittamista pohjaveden tason alapuolelle.
- Maaperäkosteuden siirtyminen rakenteisiin estetään riittävällä salaojituksella, kosteudenerityksellä ja sopivilla materiaalivalinnoilla.
- Järjestetään ryömintätilaisen alapohjan tuuletus.
- Vältetään ”valesokkelin” käyttöä puurakenteiden yhteydessä.
- Huolehditaan siitä, että ulkopuolinen maanpinta on korkeintaan kantavan betonilaatan alapinnan tasolla ja vähintään 200 mm lopullisen lattiatason alapuolella.
- Estetään kapillaarisen veden liikkeit sorakerroksella maanvaraisen alapohjan alla.
- Räystäsrakenteet suunnitellaan sellaisiksi, että ne suojaavat seiniä sadevedeltä.
- Katon muodon valinnassa huomioidaan kosteuden hallinnan erityisvaatimukset, esim. tasakatto.
- Vältetään kiinteiden kalusteiden sijoittamista ulkoseinille.
- Estetään mahdollisten kylmien siltojen muodostuminen.
- Huolehditaan ulkoseinien sisäpintojen tiivyydestä.
- Huolehditaan, että kosteiden tilojen seinissä on höyrysulku.
- Suihkukaapit, ammeet ja pesualtaat suunnitellaan siten, että niiden rakenne ja liittymät rakenteisiin ovat sellaisia, että vesi ei jää tarpeettomasti seisomaan.
- Märkä/kosteatilat suunnitellaan tuuletusikkunallisiksi.
- Märkätilojen seinät suunnitellaan kosteutta kestäviksi ja eristetään vedeltä.
- Märkätilojen lattiat ovat vesieristettyjä ja kaadot ovat riittäviä ja oikeasuuntaisia.
- Märkätiloihin suunnitellaan lattialämmitys.
- Lattiakaivojen liitokset vesieristeisiin suunnitellaan pitäviksi.
- Vesijohdot ja viemärit sijoitetaan niin, että mahdolliset vuodot voidaan havaita helposti.
- Tippuvesi- ja kondenssivesialtaiden kallistusten tulee olla riittäviä.
- Suunnitteluratkaisuilla taataan, että ilman kosteus ei nouse liian korkeaksi.

8.3 Lämpöolojen hallinta rakennussuunnitteluvaiheessa

Lämpöolojen hallinnan helpottamiseksi tulisi rakennus- ja rakennesuunnitteluvaiheessa kiinnittää huomiota seuraaviin kohtiin:

- Huolehditaan riittävästä lämmöneristyksestä. Huoneet, joissa on monta ulkoseinää, ovat helposti vetoisia.
- Huolehditaan maanvaraisen alapohjan riittävästä lämmöneristämisestä ja perusmuurin ja rakennuksen ulkopuolen routaeristyksestä.
- Suunnitellaan ikkunat sopivan kokoisiksi ja huolehditaan siitä, että suurten ikkunapintojen alla on lämmityspatteri.
- Huolehditaan siitä, että ikkuna/ulkoseinäpinta-alasuhde pysyy teknisesti ja taloudellisesti järkevänä.
- Ikkunoiden liitokset rakenteisiin suunnitellaan tiiviiksi.
- Suuret ikkunat pyritään suojaamaan auringonsäteilyltä valitsemalla oikea lasimateriaali, lisäämällä auringonsuojakalvo tai rakentamalla erillinen lippa.
- Ikkunat suunnitellaan tilojen käyttötarkoituksen mukaan oikeisiin ilmansuuntiin.
- Käytetään raskaita rakenteita jäähdytystarpeen pienentämiseksi.
- Käytetään vähän lämpöä tuottavaa valaistusta.
- Pyritään estämään ylimääräisen lämmön pääsy huoneeseen sijoittamalla haitallisessa määrin lämpöä tuottavat laitteet erillisiin tiloihin (esim. lämmönjakohuone) tai estetään lämmön leviäminen huoneeseen koteloinnin tai paikallispoiston avulla.

/21, s. 3; 3, s. 19 – 20; 19, s. 10-11./

8.4 Ilman epäpuhtauksien hallinta rakennussuunnitteluvaiheessa

Ilman epäpuhtauksien hallintaan voidaan vaikuttaa jo rakennus- ja rakennesuunnitteluvaiheessa mm. seuraavin keinoin:

- Valitaan rakennustarvikkeet, koneet ja laitteet sen mukaan, millainen epäpuhtaustuotto niillä on.
- Eristetään epäpuhtaus.
- Estetään epäpuhtauden leviäminen huoneilmaan paikallispoistolla (liesituuletin) tai huoneiden välisellä paine-erolla.
- Järjestetään ilmanjako siten, että epäpuhtaudet kulkeutuvat nopeasti ja tehokkaasti pois.

- Sijoitetaan ilmanottoaukot siten, että ulkopuoliset päästöt ovat vähäisiä.
- Mahdollistetaan ikkunatuuletus.
- Laimennetaan huoneilmaan pääsevät epäpuhtaudet tuloilmalla.
- Huolehditaan siitä, että palkit, valaisimet, seinäkkeet tai rakenteet eivät estä tuloilmavirtojen kulkua.
- Järjestetään tarvittaessa paikallinen tuloilman tuonti.
- Puhdistetaan huoneilman epäpuhtaudet suodattamalla.
- Estetään radonin pääsy sisätiloihin paine-eroa, rakenteiden tiiviyttä tai maaperän imua käyttäen.
- Huolehditaan siitä, että pinnat ovat helposti puhdistettavissa ja että tilat ovat helposti siivottavissa.

/19; s. 10 – 11; 21; s. 10./

8.5 Pintarakenteiden ja -materiaalien suunnittelu hyvän sisäilmaston kannalta

Pintarakenteiden ja -materiaalien suunnittelussa lähtökohtana tulisi olla pienemmät päästöt, puhdistettavuus ja kestävyys. Ohessa on lista huomioitavista asioista:

- Käytetään alus- ja pintamateriaaleina valitun puhtausluokan vaatimukset täyttäviä tuotteita.
- Suositetaan sileitä ja kovia pintoja.
- Laatoitetaan kosteat ja märät tilat.
- Käytetään kosteissa tiloissa kosteudenkestäviä tasoitteita ja tiivistysaineita.
- Käytetään tehdaslakattua parkettia.
- Käytetään vesiohenteisia lakkoja ja maaleja.
- Vältetään emissiotestaamattomia tuotteita.
- Ei käytetä kokolattiamattoja ja muita vaikeasti puhdistettavia pintoja.
- Vältetään suojaamattomia pehmeitä akustiikkalevyjä.
- Vältetään kaluteiden käsittelemättömiä pintoja ja käytetään kalusterungoissa E1-luokiteltua tai parempaa lastulevyä.

/19, s. 11./

8.6 Rakentaminen hyvän sisäilmaston kannalta

Rakennustyöt tulee tehdä suunnitelmien mukaisesti. Jo rakentamisen alussa tulee varmistua siitä, että rakentamiseen osallistuvat tahot ymmärtävät hyvä sisäilmaston

merkityksen rakentamisessa. Erityisen ratkaisevassa asemassa tässä ovat työnjohto ja valvonta. Lisäksi painoarvoa saavat erilaiset tarkastukset ja mittaukset, joilla varmennetaan, että koneet ja laitteet toimivat suunnitellulla tavalla. Rakentamisvaiheen lopussa olevat käytön opastukset ja koulutukset tulisi suunnitella ja hoitaa asiantuntevasti, sillä niillä on ratkaiseva merkitys siihen, miten hyvin huoltohenkilökunta jatkossa hoitaa ja säätää kyseisiä sisäilmaston kannalta oleellisia laitteita, esim. ilmanvaihto- ja lämmityslaitteita.

Rakennustarvikkeiden säilytykseen tulee kiinnittää työmaalla huomiota. Tarvikkeet tulee olla suojattuna vedeltä, kosteudelta ja pölyltä. Esimerkiksi parketit suojataan kosteudelta ja ilmanvaihtokanavat pölyltä. Kosteudenhallintasuunnitelma tulee laatia osaksi työmaan laatusuunnitelmaa ja rakennustöille tulee valita osastokohtainen puhtausluokka. Lisäksi rakentamisaikaiseen siivoukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Rakentamisen aikataulu ei saa olla liian kireä. Kaikki työvaiheet tulee tehdä huolellisesti ja rakenteiden tulee antaa kuivua riittävästi ennen pintamateriaalien asennusta tai rakenteen pinnoittamista.

/19, s. 2; 20, s. 9 - 10./

8.7 Hyvän sisäilmaston huomioiminen käytössä ja huollossa

Uudis- ja peruskorjausrakentamisen yhteydessä on tärkeää huolehtia siitä, että ilmanvaihto on tehostettua vähintään puolen vuoden ajan valmistumisesta. Näin varmistetaan, että materiaalien päästöt sisäilmassa eivät ylitä sallittuja rajoja.

Uudis- ja peruskorjaushankkeissa ja miksei myös vanhan kohteen luovutuksen yhteydessä huoltohenkilökunnan tulee käydä läpi huoltokirja, suunnitelmat, toimintaselostukset sekä paikantamispöytäkirjat. Lisäksi uudis- ja peruskorjaushankkeissa tulee tarkistaa kosteudenhallintasuunnitelma sekä sen toteutuminen. Vastaanottotilanteessa on hyvä tarkistaa ilmastoinnin perussäädöt, mittauspöytäkirjat sekä laitteiden ohjaus- ja toimintatavat. Lämmityksen osalta on syytä tarkistaa lämmitysverkoston perussäätö, asianmukaiset säätöpöytäkirjat, venttiilien merkinnät sekä lukitukset, patteriventtiilien esisäädöt sekä termostaattien maksimilukitukset. Näin varmistetaan se, että rakennus toimii halutulla tavalla heti alusta alkaen.

Hyvä sisäilmaston toteutuminen edellyttää, että sitä käytetään ja hoidetaan oikein. Tämä varmistetaan siten, että rakennusta huoltamaan valitaan ammattitaitoinen

huoltohenkilökunta. Tämä ei yksin riitä, vaan rakennukselle on laadittava myös yksityiskohtainen käyttö- ja huoltosuunnitelma sekä huolehdittava henkilökunnan jatkuvasta kouluttautumisesta. Sisäilmaston laatua tulisi valvoa säännöllisillä mittauksilla ja tarkistuskierroksilla.

Kiinteistönhoidon ja -huollon yksi päätehtävistä on vaurioista, vioista ja puutteista tiedottaminen mielellään jo ennakoon, jotta asioihin voidaan puuttua riittävän ajoissa. Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa suoritettavat korjaustoimenpiteet ovat edullisempia ja mahdollistava sen, että vauriosta, viasta tai puutteesta ei synny asumista haittaavia terveys- tai viihtymisongelmia.

Hyvän sisäilmaston yksi perusasioista on siivous. Pinnat tulee pitää puhtaina. Mitä enemmän pölyä pinnoilla on, sitä korkeampi on sisäilman hiukkaspitoisuus. Tästä syystä olisi hyvä tehostaa ilmanvaihtoa aina siivouksen ajaksi.

Jotta asukkaat käyttäisivät ja hoitaisivat asuntoaan oikein, tulee heille jakaa ohjeita. Tällainen ohje on uudiskohteissa jaettava niin kutsuttu kodinkansio, josta löytyvät kaikki käyttö- ja huolto-ohjeet erilaisille koneille, laitteille ja pinta-materiaaleille. Huoneistoa oikein käyttäen myös sisäilmasto-ongelmat pienenevät. Tällainen huolto-ohje olisi hyvä laatia myös vanhojen rakennusten asukkaille.

/21, s. 11; 9/

9 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Asuntojen hyvä ja terveellinen sisäilmasto voidaan yllä kerrotun perusteella määritellä lyhyesti seuraavasti:

Se on sopivan raikasta, lämmintä, kosteaa, vedotonta ja puhdasta, minkä takaavat oikein toimiva ilmanvaihtojärjestelmä, rakenteiden tiiviys, oikeat suunnittelu- ja rakenneratkaisut ja päästöiltään vähäiset rakennus-, pinta- ja sisustusmateriaalit. Hyvään sisäilmastoon vaikuttavat myös rakennuksen käyttö ja huolto, kuten asukkaiden elintavat, siivous, suodattimien vaihdot, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien säädöt sekä ilmanvaihtojärjestelmien puhtaus.

Lakeihin ja asetuksiin otetuilla pykälillä ja rakentamismääräyksillä ja ohjeilla pyritään luomaan edellytykset hyvälle ja terveelliselle sisäilmastolle. Nämä eivät yksin takaa hyvää ja terveellistä sisäilmastoa, mutta toteuttamalla rakennus näiden määräysten ja ohjeiden mukaisesti luomme ainakin puitteet hyvälle ja terveelliselle sisäilmastolle.

Rakennuksen ja sen laitteiden toiminnan ja kunnon säännöllinen seuraaminen on sisäilmaston laadun säilymisen kannalta tärkeää. Yhtä tärkeää on myös jatkuva asukkaiden informointi hyvän ja terveellisen sisäilmaston tekijöistä ja siitä, miten jokainen voi omalla toiminnallaan vaikuttaa hyvän ja terveellisen sisäilmaston muodostumiseen.

Koska olemme sisätiloissa yli 90 % ajastamme, on sisäilmasto merkittävä tekijä myös yleisen hyvinvointimme ja viihtyvyytemme kannalta. Se, miten sisäilmaston puutteet ja ongelmat koetaan ja miten ne vaikuttavat, on hyvin yksilöllistä. Tähän kokemaan vaikuttavat ihmisen ikä, yleinen terveys, kunto, mieliala, kuormitus ym. tekijät. Sisäilmastoarvioitusten taustoilta saattaa löytyä myös muita syitä, jotka on hyvä tiedostaa. Sisäilmasto-ongelmien ratkaiseminen vaatii teknisen tietämyksen lisäksi myös psykologista silmää ja sosiaalisia taitoja.

Huono sisäilmasto voi siis vaikuttaa myös suoraan ihmisen terveyteen. Huonon sisäilmaston aiheuttamat terveyshaitat ilmenevät erilaisina oireina ja sairauksina. Näitä oireita ja sairauksia voivat olla esimerkiksi hengitysteiden, silmien ja ihon ärsytys, päänsärky, väsymys, kuumeilu, hengitystieinfektiot sekä pitkäaikaiset sairaudet kuten astma. Pahimmassa tapauksessa huono sisäilma voi aiheuttaa jopa syöpää.

Koska asuinrakennuskantamme on eri-ikäistä ja kunnoltaan eritasoista ja elintapamme ovat yksilöllisiä, ovat sisäilmastoon liittyvät ongelmat esillä sekä asumisessa että isännöinnissä jatkossakin. Tärkeää on kuitenkin muistaa, että hyvä ja terveellinen sisäilmasto on jokaisen perusoikeus.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Puhakka, ym. Terveellinen Sisäilma. Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy. Jyväskylä 1996
- 2 Siikanen, Unto, Rakennusfysiikka: Perusteet ja Sovellukset. Rakennustieto Oy. Helsinki 1996
- 3 Seppänen, Olli - Seppänen, Matti, Rakennusten Sisäilmasto ja LVI-tekniikka. SIY Sisäilmatieto Oy. Jyväskylä 2004
- 4 Ruotsalainen ym. Sisäilmaston Kuntotutkimus. Suomen LVI-yhdistysten Liitto ry. Helsinki 1997
- 5 Korhonen - Lintunen, Hyvä Sisäilma. Oy Like Kustannus Ltd. Keuruu 2003
- 6 Haahtela - Tari, Sisäilma ja terveys. Allergialiitto. Helsinki 1993
- 7 Pönkä, Antti, Terveysturvallisuus. Suomen Ympäristöterveys Oy. Jyväskylä 2002
- 8 Sisäilmaohje, Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki 1997
- 9 Aurola - Välikylä, Asumisterveysopas. Ympäristö- ja Terveyslehti. Pori 1997
- 10 Seuri - Reiman, Rakennusten Kosteusvauriot, Home ja Terveys. Rakennustieto Oy. Helsinki 1996
- 11 Säteri - Backman, Sisäilmastoseminaari 2002. SIY Sisäilmatieto Oy. Vantaa 2002
- 12 Suomen Laki I ja II
- 13 Sisäilmaston kuntotutkimus, tilaajan ohje, SuLVI
- 14 Sisäilmaopas, Allergia- ja Astmaliitto
- 15 Terve ja puhdas koti, Asumisterveysliitto Aste ry
- 16 D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö

- 17 C2 Kosteus, Suomen rakentamismääräyskokoelma, Ympäristöministeriö
- 18 Asumisterveysohje, 2003, Sosiaali- ja terveysministeriö
- 19 RT 07-10564 Rakennuksen sisäilmasto, Rakennustietosäätiö
- 20 RT 07-10741 Sisäilmastoluokitus 2000, Rakennustietosäätiö
- 21 LVI 05-10235 Sisäilmasuunnittelu, Rakennustietosäätiö
- 22 LVI 05-10144 Rakennusten sisäilmasto, Rakennustietosäätiö

Sähköiset lähteet

- 23 <http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/>
- 24 <http://www.rakentaja.fi/>, ilmanvaihdon sivut/terveellinen sisäilma
- 25 www.hengitysliitto.fi
- <http://www.hengitysliitto.fi/default.asp?docId=12458>
- 26 <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/FINE/fi/system/uutinen.html?id=2781&nav=Uutisia>
- 27 www.allergia.com
- [http://www.allergia.com/chapter_images/3707 All.kodin sis. ja siivous.pdf](http://www.allergia.com/chapter_images/3707_All.kodin_sis_ ja_siivous.pdf)
- 28 www.tyoterveyslaitos.fi
- <http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Palvelut/Tietokannat/Tyoolot+suomessa/>
- 29 www.stuk.fi
- http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateily_ymparistossa/radon/fi_FI/radon/
- http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sateilevat_laitteet/fi_FI/index/
- 30 www.tat.fi/fi/koulut/psade/psade.pdf

MUISTILISTA ISÄNNÖITSIJÖILLE

1. Tyypillisimmät sisäilmasto-ongelmat ja niiden mahdolliset syyt
2. Sisäilmaston epäpuhtaudet ja niiden mahdolliset aiheuttajat
3. Sisäilmasto-oireet ja niiden mahdolliset aiheuttajat

1. TYYPILLISIMMÄT SISÄILMASTO-ONGELMAT JA NIIDEN MAHDOLLISET SYYT

Ohessa on listattu tyypillisimmät sisäilmasto-ongelmat ja niiden mahdolliset syyt. Kun syy on selvitetty, tulee laatia tarkemmat suunnitelmat vian tai puutteen korjaamiseksi.

ALHAINEN HUONELÄMPÖTILA

- Säättämätön tai viallinen lämmitysjärjestelmä
- Suunnitteluvaiheen mitoitusvirhe, esim. liian pieni kaukolämpöpaketti
- Lämmitysjärjestelmän tai lämmityspattereiden virheellinen käyttö joko huoltohenkilöstön tai asukkaan itsensä toimesta
- Termostaattisen patteriventtiilin toimimattomuus
- Ilmaa tai muu tukos lämmityspatterissa
- Rakenteiden ilmavuodot
- Puutteellinen tai viallinen lämmöneristys (kosteus)
- Liian tehokas ilmanvaihto
- Virheellinen ilmanjako
- Tuloilman liian alhainen lämpötila

KORKEA HUONELÄMPÖTILA

- Säättämätön tai viallinen lämmitysjärjestelmä
- Lämmitysjärjestelmän tai lämmityspattereiden virheellinen käyttö joko huoltohenkilöstön tai asukkaan itsensä toimesta
- Termostaattisen patteriventtiilin toimimattomuus
- Riittämätön ilmanvaihto
- Virheellinen ilmanjako
- Auringon säteily
- Asunto rajoittuu lämpimiin tiloihin kuten lämpökeskus, kuivaushuone ym.
- Koneiden ja ihmisten aiheuttama lämpökuorma

VAIHTELEVA HUONELÄMPÖTILA

- Vika lämmitysjärjestelmässä
- Ilman kertyminen lämmitysverkostoon
- Ulkovaipan hataruus ja puutteellinen lämmöneristys
- Rakenteiden ilmavuodot
- Lämmitysjärjestelmän liian nopea/hidas reagointi ulkoilman lämpötilan vaihteluihin
- Termostaattisten patteriventtiilien toimimattomuus
- Termostaattisten patteriventtiilien puuttuminen
- Lämmitysverkoston tasapainottomuus

VETO

- Alhainen huonelämpötila
- Alhaiset pintalämpötilat (esim. isot ikkunat)
- Ilmavuodot rakenteiden läpi
- Suuri ilmanvaihto

- Korvausilmaventtiilin väärä sijoitus
- Virheellinen ilmanjako
- Suuri ilman sisäänpuhallusnopeus
- Alhainen tuloilman lämpötila
- Tuloilmaventtiilin väärä suuntaus
- Siirtoilmareittien ahtaus

KYLMÄ LATTIA

- Puutteellinen lämmöneristys
- Ilmavuodot lattian ja seinän liitoksista
- Huonosti toimiva korvausilmaratkaisu (esim. pattereiden takaa otettava korvausilma ei ehdi lämpiämään kunnolla vaan laskeutuu lattialle)

KUIVA ILMA

- Ulkoilman alhainen lämpötila
- Korkea huonelämpötila
- Pölyisyys tai epäpuhtaudet sisäilmassa
- Suuri ilmanvaihto

KOSTEUDEN TIIVISTYMINEN PINNOILLE

- Riittämätön ilmanvaihto
- Asunnon ylipaineisuus
- Puutteellinen lämmöneristys
- Kalusteet ulkoseinällä
- Huoneilman liiallinen kosteus
- Runsas pyykkien kuivatus tai suihkussa käynti

EPÄMIELLYTTÄVÄ HAJU

- Kosteusvaurio ja homekasvusto rakenteissa
- Kosteusvaurion aiheuttama epäpuhtauspäästö
- Asukkaan huoneistoon tuoma pilaantunut aine tai materiaali (esim. kukkamulta)
- Voimakaspäästöinen rakennus- tai sisustusmateriaali
- Lattiakaivon tai vesilukon kuivuminen
- Puhdistamaton ilmanvaihtokanavisto
- Asunnon puutteellinen siivous
- Tuloilman sisäänottoaukko epäpuhtauslähteen läheisyydessä
- Puutteellinen ilmanvaihto
- Asukkaan omat elintavat (esim. lemmikkieläimet)

HAJUJEN KULKEUTUMINEN MUISTA ASUNNOISTA TAI TILOISTA

- Puutteellinen korvausilman saanti
- Väärät painesuhteet tai ilmavirrat
- Rakenteiden vuodot
- Hormien vuodot
- Korvausilma-aukon sijainti (esim. naapurin parvekkeen kohdalla, jossa tupakoidaan)
- Tuloilman sisäänottoaukko epäpuhtauslähteen läheisyydessä

TUNKKAISUUS

- Riittämätön ilmanvaihto
- Korkea huonelämpötila
- Korkea ilman kosteus
- Pölyisyys ja muut epäpuhtaudet sisäilmassa
- Suuri huoneistossa asuvien lukumäärä
- "Haisevat" rakennus- ja sisustusmateriaalit

2. TYYPILLISIMMÄT SISÄILMASTON EPÄPUHTAUDET JA NIIDEN MAHDOLLISET AIHEUTTAJAT

Oheisesta listasta selviävät tyypillisimmät sisäilmaston epäpuhtaudet ja niiden mahdolliset syyt

KORKEA HIUKKASPITOISUUS

- Ulkoilman likaisuus
- Riittämätön tulo- ja korvausilman suodatus
- Alhainen ilman kosteus
- Pölyiset pinnat ja muut kuormat

LIKA TULO- JA KORVAUSILMALAITTEIDEN LÄHELLÄ

- Huoneilman likaisuus
- Ulkoilman likaisuus
- Riittämätön tulo- tai korvausilman suodatus
- Vääräntyyppinen venttiili tai asennuspaikka

PÖLYPUNKIT

- Korkea ilman kosteus
- Tuulettamattomat ja pesemättömät vuodevaatteet

HUONEPÖLY

- Liian alhainen ilman kosteus
- Vaatteet, tekstiilit
- Kotieläimet
- Rakennus- ja sisustusmateriaalit
- Liian vähäinen siivous

ORGAANISET KAASUT

- Vaurioitunut tai väärinkäytetty materiaali
- Luokittelematon materiaali
- Kotitalous- ja siivouskemikaalit
- Hygieniatuotteet
- Askartelukemikaalit
- Riittämätön ilmanvaihto
- Liian korkea lämpötila

FORMALDEHYDI

- Luokittelematon ja pinnoittamaton lastu- tai muu rakennuslevy
- Luokiteltu lastulevy runsaasti käytettynä
- Kalusteiden ja huonekalujen rungot
- Tekstiilit
- Liima-aineet
- Kemikaalit
- Korkea ilman kosteus
- Korkea lämpötila

ASBESTI

- Rakennusmateriaalit
- Eritysmateriaalit
- Bitumituotteet
- Tasoitteet

MINERAALIVILLAKUIDUT

- Lämmöneristeet
- Paloeristeet
- Äänieristeet

AMMONIAKKI

- Kostunut tai viallinen materiaali (esim. kaseiinipitoinen tasoite)
- Kemikaalit
- Maalit

STYREENI

- Viallinen materiaali (esim. injektiomassa, polymeeribetoni)
- Muovituotteet
- Tupakointi

RADON

- Vuodot maaperästä
- Porakaivovesi
- Puutteellinen ilmanvaihto

HIILIDIOKSIDI

- Puutteellinen ja riittämätön ilmanvaihto

HIILIMONOKSIDI

- Tulisijat
- Pakokaasut

TYPPIDIOKSIDI, OTSONI, RIKKIDIOKSIDI JA MUUT RIKKIYHDISTEET

- Ulkoilman, liikenteen ja teollisuuden päästöt
- Kaasuliedet

3. TYYPILLISIMMÄT EPÄTERVEELLISEEN JA HUONOON SISÄILMASTOON LIITTYVÄT OIREET JA NIIDEN MAHDOLLISET AIHEUTTAJAT

Oheiseen listaan on koottu epäterveelliseen ja huonoon sisäilmastoon liittyvistä oireista ja niiden mahdollisista aiheuttajista.

SILMIEN, HENGITYSTEIDEN JA LIMAKALVOJEN ÄRSYTYS

- Liian korkea huonelämpötila
- Alhainen suhteellinen ilman kosteus
- Orgaaniset kaasut
- Hiukkasmaiset epäpuhtaudet
- Homesienet
- Bakteerit
- Mikrobit
- Bioaerosolit
- Pölypunkit
- Huonepöly
- Typpidioksidi, rikkidioksidi ja otsoni
- TVOC-yhdisteet
- Formaldehydi
- Styreeni
- Ammoniakki
- Mineraalivillakuidut

IHO-OIREET, KUTEN KUIVUUS, KUTINA, PUNOITUS JA YLIHERKKYYSREAKTIOT

- Liian korkea huonelämpötila
- Alhainen suhteellinen ilman kosteus
- Hiukkasmaiset epäpuhtaudet
- Homesienet
- Mikrobit
- Orgaaniset kaasut
- Pölypunkit
- Huonepöly
- Mineraalivillakuidut
- Positiiviset ionit

PÄÄNSÄRKY, PAHOINVINTI, HUIMAUUS JA VÄSYMYS

- Liian korkea huonelämpötila
- Korkea hiilidioksidipitoisuus
- Hiilidioksidi
- Hiilimonoksidi
- Orgaaniset kaasut
- Homesienet
- Bakteerit
- Mikrobit
- TVOC-yhdisteet
- Formaldehydi
- Pölypunkit
- Huonepöly
- Positiiviset ionit

HAJUT

- Tupakointi
- Homekasvusto
- Ruuanlaitto
- Rakennusmateriaalien emissiot
- Styreeni
- Ammoniakki
- TVOC-yhdisteet

MITEN PIDÄT YLLÄ HYVÄÄ JA TERVEELLISTÄ SISÄILMASTOA? - OHJE ASUKKAILLE

Mikäli havaitset tai epäilet, että asunnossasi on sisäilmastohaitta tai rakennuksen koneet ja laitteet eivät toimi halutulla tavalla, soita isännöitsijälle tai huoltohenkilökunnalle viipymättä. Yhteystiedot löydät porrashuoneesi ilmoitustaululta.

Sisäilmastohaittaa on syytä epäillä, jos asunnossasi on seuraavia epäkohtia:

- Epämiellyttävä haju, esimerkiksi pistävä tai maakellarimainen haju
- Tunkkainen, raskas ilma
- Naapurin tupakansavut ja ruuanhajut leviävät asuntoon
- Asunnon liian alhainen lämpötila (alle 20 °C)
- Veto
- Asunnon liian korkea lämpötila talvella (yli 23 °C)
- Kosteusvauriojälkiä
- Maalin tai tasoitteen hilseily
- Tapetin kupruilu
- Parketin tummuminen
- Kaakeleiden ja laattojen irtoilu
- Muovimaton saumojen aukeaminen
- Riittämätön ilmanvaihto
- Ikkunoiden huurtuminen
- Paperiarkki ei pysy kiinni poistoilmaventtiilissä
- Kylpyhuoneen peili on suihkun jälkeen pitkään huurussa (yli 10 min.)
- Ulko-ovi ei avaudu kunnolla
- Postiluukun kautta virtaa voimakkaasti ilmaa

Sisäilmahaittaa on syytä epäillä myös seuraavissa tapauksissa:

- Nenän ja kurkun ärsytysoireet, silmien ja ihon ärsytys, päänsärky ja väsymys, jotka helpottuvat tai häviävät muualla oleskeltaessa
- Usein toistuvat hengitystietulehdukset

ILMANVAIHTO

Koneellinen ilmanvaihto on jatkuvasti päällä ilmaan kertyvien epäpuhtauksien poistamiseksi. Se toimii tehostetusti seuraavina kellonaikoina

_____.

Voit tehostaa ilmanvaihtoa väliaikaisesti ikkunatuuletuksen avulla. Mikäli mahdollista käytä risti- tai läpivetoa.

Sisäovien aukipitäminen tehostaa ilmanvaihtoa.

Pidä makuuhuoneen ovi yöllä auki, jotta ilman tunkkaisuus vähenee.

Pidä kylpyhuoneen ovea auki peseytymisen jälkeen ja pyykkiä kuivatettaessa.

Huolehdi poistoilmaventtiilien puhtaudesta. Venttiilit voidaan irrottaa ja pestä. Älä muuta venttiilien säätöasentoa.

Vaihda korvausilmaventtiilien suodattimet vähintään kaksi kertaa vuodessa.

Mikäli huoneistossasi ei ole korvausilmaventtiileitä eikä korvausilman saannista ole muuten huolehdittu, poista oleskeluhuoneiden sisäikkunan yläreunasta ja ulkoikkunan alareunasta tiivistettä n. 30 cm:n matkalta.

Huolehdi liesituulettimen rasvansuodattimen vaihdosta ja/tai mahdollisesta pesusta muutaman kuukauden välein.

Älä liitä yhteiskanavahormeihin kuivauskaappia tai –rumpua, liesituuletinta tai kanavapuhaltimia.

LÄMMITYS JA HUONEILMAN KOSTEUS

Säädä asuntosi lämpötilaa patteritermostaateista. Hyvä ja terveellinen sisälämpötila lämmityskaudella on n. 20 - 23 °C astetta.

Huolehdi oikeasta sisäilman kosteudesta, joka on 25 - 45 %.

Oikea pukeutuminen vaikuttaa henkilökohtaiseen lämpöviihtyvyyteen.

Sälekaihtimet vähentävät auringonsäteilyn aikaansaamaa huoneiston lämpiämistä.

KOSTEUSVAURIOIDEN ENNALTAEHKÄISEMINEN

Kosteuden havaitseminen ajoissa ehkäisee vaurioiden pahenemista ja terveyshaittojen syntymistä. Ilmoita siis välittömästi isännöitsijälle tai huoltohenkilöstölle, jos havaitset tai epäilet, että asunnossasi on kosteusvaurio.

Mikäli hankit astianpesukoneen tai pyykinpesukoneen, pyydä ammattiliikettä hoitamaan asennus.

Hanki astianpesukoneen alle kaukalo.

Huolehdi astianpesukoneen ja pyykinpesukoneen hanojen sulkemisesta käytön jälkeen.

Asenna pyykinpesukone lattiakaivollisiin ja vesieristettyihin tiloihin.

Huolehdi pakastimen sulamisvesistä.

Käytä lastaa suihkuvesien keräämiseksi lattiakaivoon suihkun käytön jälkeen.

Huolehdi saunan kuivatuksesta pitämällä kiuas päällä n. ½ tuntia saunomisen jälkeen.

RAKENNUS- JA SISUSTUSMATERIAALIT

Käytä tutkittuja ja päästöiltään vähäisiä rakennus- ja sisustusmateriaaleja. Näistä saat tietoa Rakennustietosäätiöstä, www.rts.fi.

Voimakas, epämiellyttävä haju on merkki rakennus- tai sisustusmateriaalista, joka ei täytä emissiovaatimuksia.

Tuuleta uusia materiaaleja niin kauan, että haju on haihtunut.

Rakennus- ja sisustusmateriaalien tulee olla helposti puhdistettavia ja pölyttömiä.

Rakennus- ja sisustusmateriaalien tulee vastata tilan käyttötarkoitusta ja rakenteen tulee toimia kosteusteknisesti oikein.

Rakennus- ja sisustusmateriaalien kastuminen voi aiheuttaa mikrobien kasvun tai erilaisia hajoamisreaktioita, joiden vuoksi ilmaan voi vapautua esim. ammoniakkia, joka voi aiheuttaa ärsytysoireita.

SIIVOUS

Normaalsiivous tulee tehdä viikoittain, suursiivous 1 - 2 kertaa vuodessa.

Pyyhi pölyt nihkeällä, öljytyllä tai mikrokuituisella liinalla.

Käytä pölynimuria, jossa on tehokas poistoilmansuodatin, esim. Hepa tai S-class.

Tuuleta perusteellisesti siivouksen yhteydessä.

Kosteusvaurioiden ehkäisemiseksi vältä runsasta veden käyttöä.

Vältä kemikaalien runsasta käyttöä ärsytysoireiden välttämiseksi.

Pese ja puhdista vesilukot ja lattiakaivot säännöllisesti.

Pese ja puhdista siivousvälineet aina siivouksen jälkeen.

ALLERGEENIEN VÄHENTÄMISEKSI

Älä tupakoi sisätiloissa.

Älä hanki lemmikkieläimiä, jos epäilet allergisuutta.

Pidä tavarat aina järjestyksessä, jotta tilat on helposti siivottavissa.

Siivoa säännöllisesti.

Valitse oikeat siivousvälineet ja aineet.

Pese vuodevaatteet yli 60 °C:ssa.

Tuuleta vuodevaatteita pakkasessa.

Vältä pölyä kerääviä tekstiilejä ja pehmeitä pintoja.

Vältä pölyä kerääviä pintoja, esim. avohyllyjä.

Suosi ovellisia kaapistoja.

Estä siitepölyjen ja muiden pölyjen sisään tuleminen tuloilmaventtiilien ja ikkunaventtiilien suodattimilla ja vaihda ne määräajoin, vähintään kaksi kertaa vuodessa.

Voit hankkia suodattimen myös tuuletusikkunaan, mutta muista vaihtaa se määräajoin vähintään kaksi kertaa vuodessa. Jos se pääsee kastumaan, on se vaihdettava välittömästi.

Älä hanki allergisoivia kasveja.

SISÄILMAN LAATUA PARANTAVIA LAITTEITA

- Ilmankostutin pakkaskaudella

Kostutus ei saa olla niin runsasta, että kosteus tiivistyy ikkunoihin tai rakenteisiin. Höyrystävä kostutin on hygieenisin. Kostutin tulee puhdistaa säännöllisesti.

- Ilmanpuhdistin

- Kuivausrumpu

Vähentää tehokkaasti rakenteiden kosteusrasituksia pesu- ja kylpyhuoneissa. Vähentää tekstiilien pölyävyyttä.

- Mankeli

Vähentää tekstiilien pölyävyyttä.