



Dipl.ins. Seppo Leskinen  
Oy Nokia Ab, Metallituotteet Ilmastointi



Kirjoittaja on Oy Nokia Ab:n Ilmastointikonsernin kehityspäällikkö. Ilmanvaihtomääräysten uusimistyöhön hän osallistui LIVIn työryhmän jäsenenä.

## Sisäilmastotavoitteet muuttaneet osaltaan D2-määräysehdotuksen rakennetta

D2-määräysehdotuksen rakenne poikkeaa voimassa olevista määräyksistä. Ehdotus pyrkii tyydyttävään sisäilmastoon, jonka lääketieteellinen määrittely on kuitenkin epävarma. Siinä on esitetty uusia vaatimuksia termiselle sisäilmastolle ja sisäilman laadulle. Myös ulkoilman laatu on ehdotuksen mukaan otettava huomioon suunnittelussa. Terveydellisillä kysymyksillä on suuri paino ehdotuksen kaikissa kohdissa. Kansainvälinen kehitys on otettu huomioon, ja määräykset ja ohjeet pyritty erottamaan nykyistä selvemmin toisistaan.

### Rakennemuutos

SuLVIn palautepäivillä /1/ arvosteltiin nykyisiä määräyksiä ylivoimaisesti eniten sisäilmastovaatimusten puuttumisesta sekä puutteista ilmastointilaitosten käyttöönottoa ja huoltoa koskevista ohjeissa. Samat asiat esiintyvät monissa tutkimuksissa /2, 3, 4/, joissa lisäksi on korostunut tarve asettaa ilmastoinnille selvät tavoitteet.

Taulukossa 1 on rinnakkain voimassa olevien ja ehdotusten ilmanvaihtomääräysten sisällysluettelot. Painotuksien muutos lienee selvä.

### Kansainvälistyminen vaikuttaa

Suomi on mukana kansainvälisessä yhteistyössä monin tavoin, ja tehdyt sopimukset on otettava huomioon määräyksiäkin laadittaessa. Esimerkiksi GATT-sopimuksen (General Agreement on Tariffs and Trade) perusteella solmittu TBT-sopimus (Technical Barriers to Trade) velvoittaa ottamaan kansainväliset standardit kansallisten standardien ja teknisten määräysten laadinnan esikuviksi. Suomi on ratifioinut tämän

Taulukko 1. D2-määräysten ja uuden ehdotuksen sisällysluettelo.

D2-rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto	D2-määräykset
<b>Ehdotus</b>	
1 Soveltamisalue ja määritelmiä	1 Yleistä
1.1 Soveltamisalue	1.1 Määritelmä
1.2 Määräykset ja ohjeet	1.2 Soveltamisalue
1.3 Määritelmiä	1.3 Määräykset ja ohjeet
2 Sisäilmasto	2 Ilmanvaihtoa koskevat vaatimukset
2.1 Sisäilmastotekijät	2.1 Ilmanvaihdon tavoitteet
2.2 Terminen sisäilmasto	2.2 Tulo-, poisto- ja ulkoilmavirrat
2.3 Sisäilman laatu	2.3 Tuloilma ja sen jakaminen huoneiloihin
2.4 Sisäilman kosteus	2.4 Ilman poisto huoneiloista
2.5 Äänitaso	3 Ilmanvaihtolaitoksia ja ilmanvaihtolaitteita koskevat vaatimukset
3 Ilmanvaihto- ja ilmastointilaitokset	3.1 Yleiset vaatimukset
3.1 Ilmanvaihdon tarve	3.2 Ulko- ja poistoilma-aukot
3.2 Ilmavirrat	3.3 Hormit
3.3 Tuloilman laatu, palautus-, kierrätys- ja siirtoilma	3.4 Käyttöönotto ja kunnossapito
3.4 Rakennuksen painesuhteet	4 Painovoimainen ilmanvaihto
3.5 Sisäänpuhallus, poisto, ilmanvaihdon tehokkuus	4.1 Yleiset edellytykset
3.6 Ilmanvaihtolaitteet	4.2 Mitoitus ja hormit
4 Ilmanvaihtolaitoksen suunnitelmat, toteutus ja käyttöönotto	5 Kierto-, kierrätys- ja siirtoilman käyttö
4.1 Ilmanvaihtosuunnitelmille asetettavat vaatimukset	5.1 Kierto- ja kierrätysilman käyttö
4.2 Ilmanvaihtolaitoksen toteutus ja käyttöönotto	5.2 Siirtoilman käyttö
5 Käyttö ja kunnossapito	6 Energiatalous
5.1 Käytön ja kunnossapidon vaatimukset suunnitelmille	6.1 Yleistä
5.2 Kunnossapito, käyttö ja huolto	6.2 Ilmanvaihtovirrat ja ilmastointiprosessit
5.3 Käyttö- ja huolto-ohjeet	Liite Moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihto

sopimuksen 7. 3. 1980. (As.kok 325/80 ja 326/80 sekä Sops 17/80).

Pohjoismaisen rakentamismääräyskomitean NKB (Nordiska kommittén för byggbestämmelser) tekemiä suuntaviivoja ja suosituksia on pidetty ohjeena rakentamismääräyksiä kehitettäessä.

Suomen kaltaiselle pienelle maalle on kansainvälistyminen elintärkeää. Niinpä kansainvälistä kehitystä on ehdotuksessa pyritty mahdollisimman pal-

jon noudattamaan. Eritasoisten määräysten, standardien ja suositusten priorisoinnissa on noudatettu suunnilleen taulukon 2 mukaista tärkeysjärjestystä /5/.

### Ohjeiden ja määräysten eroa selvennetty

Ehdotukseen sisältyvien määräysten lu-

Taulukko 2. Ohjeiden ja standardien tärkeysjärjestys.

Osallistumistaso	Hallitukset	Standardisointi-järjestöt	Toimiala-järjestöt
Alueellinen kattavuus			
Kansainvälinen taso	GATT	ISO IEC	UIC IRU IIW IDF
Eurooppalainen	ECE EC EFTA	CEN CENELEC SEV COPANT	FEFCO EUROSACK ORGALIME EOQC
Pohjoismainen	Pohjoismaiset ryhmät	INSTA	Pohjoismaiset ryhmät
Kansallinen	Ministeriöt ja niiden valtuuttamat	SFS DIN ANSI BSI	SMS ASTM SEKO SEK TEVASTA

kumäärä on sama kuin nykyisissä D2-määräyksissä. Sen sijaan ohjeiden lukumäärä on kasvanut suunnilleen sisäilmasto-osan sisältämien ohjeiden verran.

Ehdotuksessa on määräykset pyritty muokkaamaan periaatteita ja yleisiä tavoitteita esittäviksi. Ne on tarkoituksellisesti muotoiltu verrattain jyrkiksi, sanamuodoiltaan täsmällisiksi ja lyhyiksi. Teknillisten yksityiskohtien esittämistä määräyksissä on pyritty tietoisesti välttämään. Niitä on esitetty ohjeissa, jotka on pyritty muokkaamaan esimerkinomaisiksi ja luonteeltaan niin yleisiksi, että ne eivät sulkisi pois vaihtoehtoisia ratkaisuja tai vaikeuttaisi tuote- ja järjestelmäkehitystä.

On kuitenkin joukko ohjeita, joiden esittäminen määräyksinä on joko teknillisesti vaikeaa, tai jotka määräyksinä saattaisivat estää teknillistä kehitystä. Tällaisia ovat esim. minimi-ilmavirtoja, epäpuhtauspitoisuuksia, vetokriteereitä ja mittaustarkkuuksia koskevat ohjeet. Niiden esittäminen esimerkinomaisesti taas veisi niiltä mielekkyyden.

### Tavoitteena tyydyttävä sisäilmasto

Tavoitteeksi asetettiin tyydyttävä sisäilmasto, jolla tarkoitetaan mm. sitä, ettei sisäilmasto saa aiheuttaa terveydellistä haittaa ns. normaaliväestölle. Sisäilmaston vaikutus viihtyvyyteen, työtehoon jne. on otettu huomioon vain silloin, kun on selviä todisteita huomattavista pitkäaikaishaitoista. Ihmisten välisiä fysiologisia eroja on otettu huomioon hyvin rajoitetusti ja vain silloin, kun ne koskevat suurehkoja ihmisryhmiä. Terveydellisten haittatekijöiden arvioimiseksi tehtiin erillinen lääketieteellinen selvitys.

Tavoitetasojen selkiyttämiseksi muodostettiin sisäilmaston tasoluokitusmalli. Mallin avulla on pyritty saamaan eri tekijöitä koskevat ohjeet samalle tasolle. Sisäilmastotekijöille, joiden terveys-

vaikutuksista ei ole riittävää näyttöä, ei ole asetettu ohjearvoa (ilman kosteus, huoneilman ionitasapaino jne).

Viranomaismääräyksissä tavoitteena on hyväksyttävä minimitaso. Ehdotuksen mukaisen tyydyttävän terveydellisen tason ylittävä hyvä taso edellyttäisi, ettei sisäilmastosta saa aiheuttaa kenellekään terveydellistä haittaa. Korkeatasoinen sisäilmasto olisi peräti terveyttä ja hyvinvointia edistävä tekijä.

Vastaavasti viihtyvyyden kohdalta tyydyttävä taso edellyttää, että alle 20 % on tyytymättömiä, ja hyvä alle 5 %:n tyytymättömien osuutta. Korkeatasoinen sisäilmasto olisi jopa viihtyvyyttä lisäävä tekijä.

### Terveydelliset perusteet epävarmoja

Ohjeita valmistelleeseen työryhmään onnistuttiin saamaan myös lääkärijäsen. Uskottiin, että näin saataisiin varmat terveydelliset perusteet määräyksille. Ryhmän jäsenistä lääkäri ansaitseekin erikoismaininnan syvällisestä perehtymisestä aiheeseen. Syntyi perusteellinen lääketieteellinen muistio vieläpä ymmärrettävällä suomenkielellä.

Kuva 1. Lääketiede on ehkä jäänyt jälkeen teknillisestä kehityksestä. (Piirros: Helsingin Sanomat 12. 3. 1985).

Tulos ei kuitenkaan ollut aivan odotettu. Sisäilmaston lääketieteellinen tutkimus näyttää jääneen jälkeen teknillisestä kehityksestä. Lääketieteellisen perustiedon niukkuus teknilliseen verrattuna ja tutkimusten osittainen ristiriitaisuus näyttää olevan tosiasia. Tätäkin vakavampaa on kattavien monitieteellisten tutkimusten lähes täydellinen puuttuminen. Näyttää olevan niin, että suuri osa lääketieteellisesti moitteettomista tutkimuksista on ilmanvaihtoteknillisesti ala-arvoisia. Toisaalta tekniikkaan keskittyneitä tutkimuksia ei lääketieteellisesti voida pitää edes tutkimuksina.

Yksimielisyys näyttää vallitsevan siitä, että tiettyjen rakennusten sisäilmasto on alkanut aiheuttaa sekä terveydellisiä että viihtyvyysongelmia 1970-luvun puolivälin jälkeen, ja että eräänä perussyynä on rakennusten ilmanvaihtuvuuden pieneneminen.

Yksityiskohdistakin tiedetään toki paljon. Koska kirjoittajan lääketieteellinen asiantuntemus rajoittuu vain kuvan 1 tasoa oleviin päätelmiin, riittänee luettelo kohdista, joissa lääketieteellisten kysymysten vaikutus on ollut huomattava:

- Tiiviysvaatimukset on ulotettu koskemaan kanavien lisäksi myös muita ilmanvaihtojärjestelmän osia. Toimi-





Kuva 2. Terveyshaitat ovat saaneet ylikorot- tetun aseman. (Piirros: Helsingin Sanomat 22. 3. 1985).

vuoden parantamisen ja energiansääs- tön lisäksi pyritään estämään vuotojen mahdollisesti aiheuttamat terveystriskit.

- Rakennusten painesuhteisiin on kiinnitetty erityistä huomiota. Osittain tähän ovat vaikuttaneet tiedot infektioiden leviämisestä hallitsemattomien painesuhteiden takia esim. sairaaloissa.

- Tulo- ja poistoilma-aukkojen sijoit- telua koskevia ohjeita on täsmennetty ja ehdotettu poistoilman laatuukit- telu, jonka perusteet ovat lähinnä tervey- delliset.

- Ulkoilman laadun huomioonotta- misesta on esitetty ohjeet.

- Suunnittelua on pyritty ohjaamaan kiertoilman käytöstä riskittömämpään lämmöntalteenoton poistoilmasta, ja kanavien likaantumista pienentämään edellyttämällä kiertoilman suodattamis- ta.

- Pitkien kanavistojen on väitetty saattavan huonontaa sisäilman laatua. Selviä näyttöjä ei tosin ole. Kiertoilman käytön vähentyminen pienentää huomattavasti matkaa, jonka ilma kanavis- sa kulkee. Kanavapituuksia lyhentää myös ehdotettu energiansäästön toteut- taminen laitteiden toiminta-alueiden ryhmittelyllä.

- Henkilökohtaisen vaikutusmahdol- lisuuden lisäämistä on esitetty.

- Laitoksen suunnittelua, käyttöön- ottoa, huoltoa ja puhdistettavuutta kos- kevien ohjeiden lisäämiseen ovat suu- relta osalta vaikuttaneet terveydelliset näkökohdat.

Luetellut esimerkit osoittanevat, että käytännöllisesti katsoen jokaisen mää- räyksen ja ohjeen sisältöä harkittaessa on punnittu myös sen terveydellisiä vaikutuksia. Todistamattomatkin ter- veystriskit on pyritty ottamaan huo- mioon.

Erilaisten terveystriskien esittäminen on saanut julkisessa keskustelussa yliko- rostuneen aseman. Ne on yritetty näh- dä jopa ilmanvaihdon perimmäisinä kysymyksinä. Todellinen perimmäinen kysymys lienee kuitenkin:

Millainen on sisäilmasto, joka edistää ihmisen terveyttä ja viihtyvyyttä?

## Terminen sisäilmasto

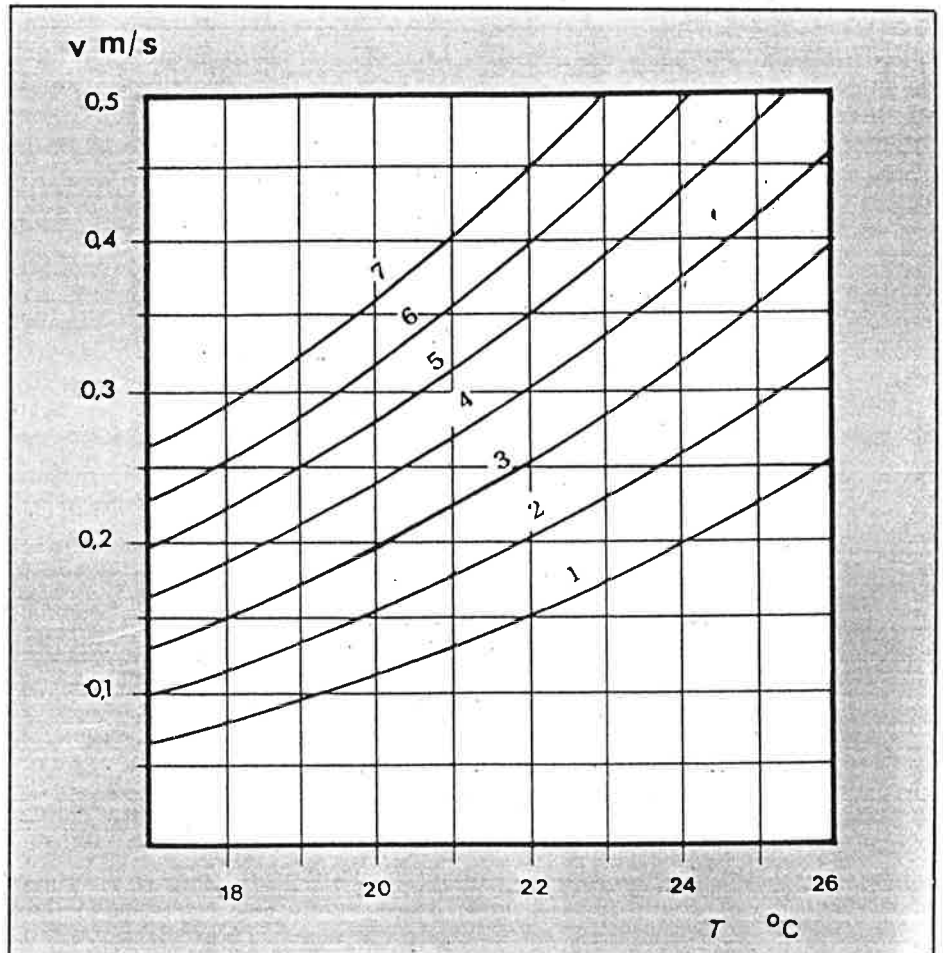
Tavoitteen asettelu on standardin ISO 7730 /5/ periaatteiden mukainen. Eh- dotuksessa on annettu tilakohtaiset mi- nimilämpötilan ohjearvot, yleinen mak- similämpötilan ohjearvo sekä operatiivi- sen lämpötilan ohjearvot. Ohjearvojen perustelut eivät ole viihtyisyystekijät, vaan energiatalous ja kustannukset. Esi- merkiksi huonelämpötilan ohjearvot ovat 2—3 astetta alempia kuin käytän- nössä esiintyvät keskimääräiset arvot. Myöskään ehdotuksen mukaisessa mak- similämpötilassa ei todennäköisesti 80 % huonetilassa oleskelijoista ole tyyty- väisiä vaan tyytymättömiä.

Vetokriteerit on annettu kuvan 3 mukaisesti käyrästä muodossa. Tilakohtaisesti on esitetty, mitä käyrää eri ti- loissa on sovellettava. Käyrästä laadin- nassa on noudatettu standardissa DIN 1946 esitettyjä periaatteita /6/.

Vetokriteerit ovat melko tiukat, koska ne on määritelty maksiminopeu- den, ei keskimääräisen nopeuden arvoi- na. Täten ne suosivat melko selvästi laminaarisia sisäänpuhallusratkaisuja.

## Rakennuksen sijainti ja ulkoilman laatu

Ulkoilman laadun merkitystä sisäilman puhtaudelle on korostettu esittämällä



Kuva 3. D2-ehdotus vetokriteerit. Vetokäyrä valitaan tilan käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi kirjaston lukusalin vaatimus vetokäyrä 2, aulan käyrä 4 sekä elektroniikkate- taan käyrä 2 ja autokorjaamon käyrä 6.

ulkoilman laadun määrittelytavat sisäilmastoa käsittelevän luvun yhteydessä. Ihminen oleskelee 80—90 % kokonaisajasta sisätiloissa, joten ulkoilman laadun välillinen vaikutus, ts. sen vaikutus sisäilman laatuun ja sitä kautta kansanterveyteen, lienee kertaluokkaa suurempi kuin välitön vaikutus.

Perusajatuksena on käyttää ulkoilman laadun valvonnassa syntyneitä ja syntyviä tietoja hyödyksi muokkaamalla siitä ilmanvaihtosuunnittelun perustiedo. Ehdotuksessa lähdetään siitä, että ulkoilman laatu vaikuttaa ilmanvaihtosuunnitteluun vain silloin, kun ulkoilma on selvästi pilaantunutta. On tietoisesti pyritty välttämään uuden byrokratian muodostumista ja suuria kustannuksia.

Ehdotettu malli on käytössä mm. Yhdysvalloissa /7/ ja sieltä saatujen tietojen mukaan toimiva. Paikallistuntemus ja paikallisten viranomaisten asiantuntemuksen hyväksikäyttö näyttää sieltä saatujen tietojen mukaan olevan tärkeää varsinkin siksi, että tiedot saadaan nopeasti ja joustavasti seuraamaan tapahtuvia muutoksia.

### Sisäilman laatu

Sisäilman epäpuhtauksille on esitetty vain sellaisia ohjearvoja, jotka esiintyvät jo muissa annetuissa tai valmisteltavina olevissa viranomaismääräyksissä. Valtio-

neuvoston päätöksen (9) mukaiset ulkoilman ohjearvot on ulotettu sellaisinaan koskemaan myös sisäilmaa. Muut ohjearvot ovat lääkintöhallituksen yleiskirjeiden tai työsuojeluhallituksen työturvallisuustiedotteen /10/ mukaisia. Työpaikan ilman epäpuhtauksia sovellettaessa käytetty kerroin 1/8 on muutettu vastaamaan kansainvälistä käytäntöä eli 1/10:aan.

### Sisäilman kosteus

Kosteudelle ei ole esitetty ohjearvoja, koska terveydellisiä haittoja koskevia näyttöjä ei pidetty riittävinä (6 tutkimusta 8:sta). Haitallisen kuivan tai kostean ilman muodostumista on pyritty estämään ohjeilla. Määräystekstissä on korostettu kosteuden hallinnan tarpeellisuutta myös terveydellisistä syistä, ei pelkästään rakenteiden suojaamiseksi.

### Ehdotus esittää minimimitason

Monet varmaankin ovat odottaneet paljon pitemmälle meneviä ehdotuksia määräyksiksi ja ohjeiksi. Ehdotuksen laatijat ovat kuitenkin joutuneet toteamaan, että määrätä voidaan vain minimimitaso. Ehdotuksella ei siis päästä hyvään vaan korkeintaan tyydyttävään sisäilmastoon.

### Kirjallisuutta:

- /1/ Suomen LVI-yhdistys: *Selvitys Suomen rakentamismääräyskokoelman osien D2 ja D3 käytössä esiintyneistä soveltamisongelmista.* Helsinki 1982.
- /2/ VTT, LVI-tekniikan laboratorio: *Rakennusten sisäilmaston laatu ja ilmanvaihdon tarve. Esitutkimus. KTM:n energiaosaston julkaisusarja D:26.* Helsinki 1983.
- /3/ P.O. Fanger: *The philosophy behind a comfort standard. Indoor air vol. 1: Recent advances in the health science and technology.* Swedish council for building research. Tukholma 1984.
- /4/ J. Gabrielsson et al: *Rakennusten lämpötiloitus tutkimus, sisäilmasto.* Sitra, sarja B, no. 19, Helsinki 1975.
- /5/ International standard ISO 7730: *Moderate thermal environments. Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.* Geneve 1984.
- /6/ DIN-Standard 1964; Teil 2: *Raumlufttechnik, Gesundheits-technische Anforderungen.* Berlin 1983.
- /7/ Ashrae — standard 62 — 1981: *Ventilation for acceptable indoor quality.* Atlanta 1981.
- /8/ Pohjoismainen rakentamismääräyskokoitea: *NKB-rapport nr 40. Inomhusklimat.* Tukholma 1981.
- /9/ Valtioneuvoston päätös ilman laatua koskevista ohjeista 28. 6. 1984.
- /10/ Työsuojeluhallitus: *Työpaikan ilman epäpuhtaudet. Turvallisuustiedote 3, Tampere 1981.*

# Nyt menee lämpö putkeen ja pysyy.



### UPOVARM

Lämpöyhdistyksen suositukset täyttävä, korkealaatuinen kaukolämpöputkisto. Kokonaisjärjestelmä DN20... DN600 mm valmiiksi eristettyine yhteineen, venttiilelementteineen ja liittotarvikkeineen. Myös hälytyslangoilla varustettuna.

### UPOFLEX

Uusi kiepiltä kaivantoon sellaisenaan asennettava rullaeristeputki alue- lämmityskäyttöön. Edullinen, nopea asennettava, jonka avulla esteet on helppo kiertää. Soveltuu erinomaisesti alue- lämmityksen talohaaroihin sekä useiden rakennusten keskitettyyn lämpöhuoltoon mm. maataloilla.

### UPOLET

Taloudellinen ja kestävä kokomuovinen alue- lämmitysjärjestelmä erityisesti pientaloaluetta varten. Muoviset virtausputket sujutetaan kiepiltä uretaani- täytetysten eristyslementtien läpi. Elementit on helppo kiinnittää toisiinsa muhvilleitoksin.

Ota yhteys ja tilaa ilmainen tietopaketti!

## UPO UPONOR

PL 37, 43101 SAARIJÄRVI, puh. (944) 233 11