

# SISÄLLYS

<b>ALKUSANAT</b> .....	<b>5</b>
<b>1 PERUSTIETOA ILMANVAIHDOSTA</b> .....	<b>11</b>
1.1 Ilmanvaihto vai ilmastointi – mitä eroa niillä on? .....	11
1.2 Hyvän sisäilman osatekijät .....	13
1.2.1 Onko kaikkia käyttäjiä tyydyttävä sisäilmasto mahdollista saavuttaa? .....	13
1.2.2 Oleskeluvyöhykkeen käsite .....	13
1.2.3 Sisäilmaan liittyvät viihtyvyystekijät .....	14
1.2.4 Sisäilman laatu ja sisäilmasto-oireilu .....	19
1.3 Ilman jako huoneisiin .....	22
1.3.1 Ilman jakotavat .....	23
1.3.2 Venttiilistä tulevan ilman virtauskuviot .....	26
1.3.3 Vedon tunne ja sen analysointi .....	29
Kertauskysymykset luvusta 1 .....	36
<b>2 TULO-POISTOILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT</b> .....	<b>37</b>
2.1 Toimisto- ja liikekiinteistöjen koneellinen tulo-poistoilmanvaihto .....	37
2.1.1 Tuloilmajärjestelmä .....	37
2.1.2 Poistoilmajärjestelmä .....	51
2.2 Asuinkiinteistöjen koneellinen tulo-poistoilmanvaihto .....	51
2.2.1 Hajautettu tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä .....	51
2.2.2 Keskitetty tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä .....	53
2.2.3 Välimallin tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä .....	55
Kertauskysymykset luvusta 2 .....	56
<b>3 POISTOILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT</b> .....	<b>57</b>
3.1 Koneellinen poistoilmanvaihto .....	57
3.1.1 Ulkoilman sisäänoton järjestäminen .....	58

3.1.2	Poistoilmakanavat ja -koneet .....	72
3.1.3	Koneellisen poistoilmanvaihdon parantaminen.....	73
<b>3.2</b>	<b>Painovoimainen ilmanvaihto.....</b>	<b>77</b>
3.2.1	Ilman sisäänotto ja poisto .....	78
3.2.2	Painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaedellytykset .....	80
3.2.3	Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminnan parantaminen.....	83
3.2.4	Painovoimainen ilmanvaihto ja korjausrakentaminen.....	86
	<b>Kertauskysymykset luvusta 3 .....</b>	<b>88</b>
<b>4</b>	<b>TULO- JA POISTOILMAKONEET .....</b>	<b>89</b>
<b>4.1</b>	<b>Tuloilmakone .....</b>	<b>89</b>
4.1.1	Yleistä tuloilmakoneista.....	89
4.1.2	Tuloilmakoneen osat .....	91
4.1.3	Tuloilmakoneen turvallinen huolto .....	128
<b>4.2</b>	<b>Poistoilmakone .....</b>	<b>129</b>
<b>4.3</b>	<b>Asuinkiinteistöjen tulo- ja poistoilmakoneet.....</b>	<b>130</b>
4.3.1	Hajautetun tulo-poistoilmanvaihdon huoneistokone .....	130
4.3.2	Keskitetyn tulo-poistoilmanvaihdon ilmanvaihtokone .....	132
4.3.3	Välimallijärjestelmän tulo-poistoilmanvaihtokone .....	134
	<b>Kertauskysymykset luvusta 4 .....</b>	<b>134</b>
<b>5</b>	<b>ILMANVAIHTOKANAVISTO JA SEN LAITTEET .....</b>	<b>135</b>
<b>5.1</b>	<b>Kanaviston rakenne .....</b>	<b>135</b>
5.1.1	Ilmanvaihtokanavien materiaali .....	135
5.1.2	Ilmanvaihtokanavien perusvaatimukset.....	136
5.1.3	Ilmanvaihtokanavien liitokset ja tiiviys.....	138
5.1.4	Ilmanvaihtokanavien eristeet.....	139
<b>5.2</b>	<b>Ilmanvaihtokanaviston varusteet.....</b>	<b>140</b>
5.2.1	Säätöpelti.....	140
5.2.2	Palonrajoitin .....	141
5.2.3	Tarkastus- ja puhdistusluukut .....	142
5.2.4	Moottoripelti.....	142
5.2.5	Äänenvaimennin.....	142
<b>5.3</b>	<b>Ilmankäsittely-yksiköt .....</b>	<b>143</b>

5.4	<b>Ilmanvaihtoventtiilit</b> .....	145
5.4.1	Tuloilmaventtiilit .....	145
5.4.2	Poistoilmaventtiilit .....	151
5.5	<b>Ilmanvaihtokanavien ja -venttiilien puhdistus</b> .....	153
5.5.1	Ilmanvaihtokanavien puhdistus .....	153
5.5.2	Ilmanvaihtoventtiilien puhdistus .....	156
5.5.3	Viranomaisien määräykset ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistuksesta .....	157
	<b>Kertauskysymykset luvusta 5</b> .....	158
<b>6</b>	<b>JÄÄHDYTYSLAITTEET</b> .....	<b>159</b>
6.1	<b>Kiinteistön jäähdytysjärjestelmä</b> .....	159
6.1.1	Tavallisten kiinteistöjen jäähdytys .....	159
6.1.2	IT-tilojen jäähdytys .....	160
6.1.3	Jäähdytyslaitoksen osat .....	160
6.1.4	Jäähdytysjärjestelmän hoito- ja huoltotoimenpiteet .....	165
6.2	<b>Jäähdytys ilmalämpöpumppujen avulla</b> .....	167
6.2.1	Ilma-ilmalämpöpumppu .....	167
6.2.2	Poistoilmalämpöpumppu .....	168
6.2.3	Ilmanlämpöpumpun asentaminen huoneistoon taloyhtiöissä .....	169
	<b>Kertauskysymykset luvusta 6</b> .....	170
<b>7</b>	<b>SISÄILMASTON OMATOIMINEN MITTAUS</b> .....	<b>171</b>
7.1	<b>Lämpötilan mittaaminen</b> .....	172
7.2	<b>Ilman nopeuden mittaaminen</b> .....	173
7.3	<b>Sisäilman kosteuden mittaaminen</b> .....	175
7.4	<b>Äänitason mittaaminen</b> .....	177
7.5	<b>Paineen mittaaminen</b> .....	178
7.6	<b>Ilmavirran mittaaminen</b> .....	179
7.6.1	Merkkiainetekniikat .....	179
7.6.2	Ulkoilmavirtojen mittaaminen venttiileistä.....	181
7.7	<b>Mittausten mahdollisia virhelähteitä</b> .....	182

7.8	Muuta mittaustekniikkaa.....	183
7.8.1	Hajupaneeli.....	183
7.8.2	Tutkijoiden käyttämät mittarit.....	183
7.9	Esimerkki: Ilmavirtojen mittaus asunnon poistoilma-venttiileistä.....	184
	Kertauskysymykset luvusta 7.....	186
<b>8</b>	<b>ILMANVAIHTOON LIITTYVÄT VIRANOMAISOHJEET JA MUUT OHJEET .....</b>	<b>187</b>
8.1	Suomen rakentamismääräyskokoelma.....	187
8.1.1	Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto (D2).....	188
8.1.2	Paloturvallisuus (E7).....	191
8.1.3	Ilmanvaihtojärjestelmän sähkötehokkuus (D2) .....	192
8.2	Sisäilmastoluokitus ja sen tavoitearvot.....	193
8.3	Asumisterveysasetus ja Valviran suositukset.....	196
	Kertauskysymykset luvusta 8.....	196
<b>9</b>	<b>MITTAYKSIKÖT .....</b>	<b>197</b>
9.1	Mittajärjestelmä.....	197
9.1.1	Perusyksiköt.....	197
9.1.2	Johdannais- ja täydennysyksiköt.....	198
9.2	Muuntokertoimet.....	199
9.2.1	Lämpötila.....	199
9.2.2	Muut mittayksiköt.....	200
9.3	Käytössä olevat vanhat yksiköt.....	203
9.4	Esimerkkejä.....	204
	Kertauskysymykset luvusta 9.....	205
	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>206</b>
	<b>VASTAUKSET KERTAUSKYSYMYKSIIN .....</b>	<b>210</b>
	<b>HAKEMISTO .....</b>	<b>215</b>