

# SISÄLLYS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ALKUSANAT</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>1 PERUSTIETOA LÄMMITYKSESTÄ</b> .....                                | <b>11</b> |
| <b>1.1 Lämpötila viihtyisän sisäilmaston osatekijänä</b> .....          | <b>11</b> |
| 1.1.1 Oleskeluvyöhyke ja lämmitykseen liittyvät indikaattorit .....     | 11        |
| 1.1.2 Perinteiset viihtyvyystekijät .....                               | 13        |
| 1.1.3 Lämmityksen tehontarve sisätiloissa .....                         | 13        |
| 1.1.4 Huonelämpötilat ja niiden tavoitearvot eri tiloissa .....         | 14        |
| 1.1.5 Kaikkia käyttäjiä tyydyttävä sisälämpötila .....                  | 17        |
| <b>1.2 Kiinteistöjen lämmönlähteet</b> .....                            | <b>18</b> |
| 1.2.1 Kaukolämpö .....  | 18        |
| 1.2.2 Öljy .....  | 20        |
| 1.2.3 Sähkö .....   | 21        |
| 1.2.4 Muut lämmönlähteet .....  | 21        |
| <b>1.3 Lämmönjakotavat kiinteistöissä</b> .....                         | <b>22</b> |
| 1.3.1 Patterilämmitys .....   | 22        |
| 1.3.2 Lattialämmitys .....  | 25        |
| 1.3.3 Ilmalämmitys .....  | 25        |
| <b>1.4 Lämmitykseen liittyvät viranomaismääräykset ja -ohjeet</b> ..... | <b>26</b> |
| <b>1.5 Kertauskysymykset</b> .....                                      | <b>28</b> |
| <b>2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT</b> .....                                     | <b>29</b> |
| <b>2.1 Vesikeskuslämmitys</b> .....                                     | <b>30</b> |
| 2.1.1 Vesikeskuslämmityksen toimintaperiaate .....                      | 30        |
| 2.1.2 Vesikeskuslämmitys, kun lämmönlähteenä on kaukolämpö .....        | 30        |
| 2.1.3 Vesikeskuslämmitys, kun lämmönlähteenä on sähkö .....             | 31        |
| 2.1.4 Vesikeskuslämmitys, kun lämmönlähteenä on öljy .....              | 32        |
| <b>2.2 Suora sähkölämmitys</b> .....                                    | <b>32</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>2.3</b> | <b>Lämpöpumppulämmitys.....</b>   | <b>34</b> |
| 2.3.1      | Mitä ovat COP- ja SCOP-luvut? .....   | 35        |
| 2.3.2      | Maalämpöpumppu .....  | 36        |
| 2.3.3      | Ilma-ilmalämpöpumppu .....  | 40        |
| 2.3.4      | Poistoilmalämpöpumppu .....   | 41        |
| 2.3.5      | Ilma-vesilämpöpumppu .....  | 42        |
| <b>2.4</b> | <b>Hybridilämmitysjärjestelmät.....</b>                                       | <b>43</b> |
| 2.4.1      | Yleisimmät hybridilämmitysjärjestelmät .....                                  | 43        |
| 2.4.2      | Esimerkki: Aurinkopaneelit lisälämmön tuottajana<br>kerrostalossa .....       | 44        |
| 2.4.3      | Esimerkki: Poistoilmalämpöpumppu lisälämmön tuottajana<br>kerrostalossa ..... | 46        |
| <b>2.5</b> | <b>Vanhojen rakennusten lämmitysjärjestelmiä .....</b>                        | <b>50</b> |
| 2.5.1      | Painovoimainen lämmitysjärjestelmä.....                                       | 50        |
| 2.5.2      | Puulämmitys .....   | 52        |
| <b>2.6</b> | <b>Kertauskysymykset .....</b>  | <b>54</b> |
| <b>3</b>   | <b>LÄMMITYSPUTKISTOT .....</b>  | <b>55</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Putket rakennuksessa .....</b>   | <b>55</b> |
| 3.1.1      | Putkiasennukset.....  | 55        |
| 3.1.2      | Lämmitysverkoston kytkentämahdollisuudet.....                                 | 58        |
| <b>3.2</b> | <b>Alueputket .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Lämmitysputkien mitat eri aikakausina .....</b>                            | <b>61</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Kertauskysymykset .....</b>  | <b>64</b> |
| <b>4</b>   | <b>PATTERIT JA NIIDEN VARUSTEET .....</b>                                     | <b>65</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Tavallisimmat patterimallit.....</b>                                       | <b>65</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Lämmityspatterien elinkaari.....</b>                                       | <b>67</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Patterien varusteet.....</b>   | <b>68</b> |
| 4.3.1      | Patteriventtiilit.....  | 68        |
| 4.3.2      | Sulku tulpat ja -venttiilit.....  | 73        |
| 4.3.3      | Ilmausruuvit .....  | 73        |
| 4.3.4      | Seinä kannakkeet.....   | 74        |
| <b>4.4</b> | <b>Milloin patteri ja sen termostaatti toimivat oikein? .....</b>             | <b>75</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Kertauskysymykset .....</b>  | <b>76</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5 PAISUNTAJÄRJESTELMÄ .....</b>   | <b>77</b>  |
| 5.1 Paisunta-astia .....   | 77         |
| 5.2 Varoventtiilit .....   | 79         |
| 5.3 Painemittarit .....  | 81         |
| 5.4 Kertauskysymykset .....  | 82         |
| <br>   |            |
| <b>6 MUUT LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN LAITTEET JA VARUSTEET .....</b>               | <b>83</b>  |
| 6.1 Öljykattila ja -säiliö.....  | 83         |
| 6.1.1 Öljykattila.....   | 83         |
| 6.1.2 Öljysäiliö.....  | 85         |
| 6.1.3 Öljykattilan ja -säiliön huoltotyöt.....                               | 86         |
| 6.2 Lämmityspumput .....   | 86         |
| 6.2.1 Lämmityspumpun toimintaperiaate.....                                   | 86         |
| 6.2.2 Pumpumallit.....   | 87         |
| 6.3 Linjaventtiilit.....   | 91         |
| 6.4 Lämpötilamittarit .....  | 93         |
| 6.5 Lämmitysjärjestelmän säätölaitteet.....                                  | 95         |
| 6.5.1 Säätimet .....   | 95         |
| 6.5.2 Moottorisäätöventtiilit .....  | 96         |
| 6.5.3 Rakennusautomaatio .....   | 98         |
| 6.5.4 Kytkenäkaaviot ja säätötekniikan symbolit.....                         | 100        |
| 6.6 Virtaussuodattimet .....   | 102        |
| 6.6.1 Mudanerotin .....  | 102        |
| 6.6.2 Lämmitysverkoston kiertoveden puhdistuslaite .....                     | 103        |
| 6.7 Kertauskysymykset .....  | 104        |
| <br>   |            |
| <b>7 HOIDON JA HUOLLON ORGANISOINTI SEKÄ YLEISIMMÄT HUOLTOTEHTÄVÄT .....</b> | <b>105</b> |
| 7.1 Lämmitysjärjestelmän hoidon suunnittelu.....                             | 105        |
| 7.1.1 Kohteen kartoitus sekä hoito- ja huoltotöiden suunnittelu .....        | 105        |
| 7.1.2 Työn toteutus ja valvonta .....  | 106        |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| <b>7.2</b> | <b>Huonelämpötilojen mittaaminen</b> .....                                      | 107 |
| 7.2.1      | Mistä huonelämpötila mitataan? .....  | 107 |
| 7.2.2      | Mittauskalusto ja sen käyttö.....   | 108 |
| 7.2.3      | Mittaustulosten kirjaaminen ylös.....   | 110 |
| <b>7.3</b> | <b>Lämmitysongelmien syiden selvittely</b> .....                                | 110 |
| 7.3.1      | Ongelmana vedon tunne .....   | 110 |
| 7.3.2      | Patterien riittämätön toiminta .....  | 111 |
| 7.3.3      | Kaukolämmön toimintahäiriöt.....  | 118 |
| <b>7.4</b> | <b>Kiinteistön lämmityksen säätökäyrän käyttö</b> .....                         | 119 |
| 7.4.1      | Lämmityksen säätökäyrä ja sen asettelu .....                                    | 119 |
| 7.4.2      | Käyrän suuntaissiirto.....  | 120 |
| <b>7.5</b> | <b>Ilmanpoisto verkostosta</b> .....  | 121 |
| 7.5.1      | Ilmanpoisto manuaalisesti .....   | 121 |
| 7.5.2      | Ilmanpoisto automaattisesti.....  | 122 |
| <b>7.6</b> | <b>Kaukolämpöjärjestelmän toiminnan tarkastus<br/>lämmönjakohuoneessa</b> ..... | 124 |
| <b>7.7</b> | <b>Kertauskysymykset</b> .....  | 128 |

## **8 LVI-AMMATTILAISEN HUOLTO- JA SANEERAUSURAKAT** ..... 129

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| <b>8.1</b> | <b>Lämmitysverkoston perussäätö</b> .....                     | 129 |
| 8.1.1      | Mitä lämmitysverkoston perussäätö tarkoittaa? .....           | 129 |
| 8.1.2      | Perusäädön vaiheet.....                                       | 131 |
| 8.1.3      | Esimerkki patteriverkoston perussäädöstä palvelukiinteistössä | 134 |
| <b>8.2</b> | <b>Lämmitysputkissa kiertävän veden puhdistus</b> .....       | 135 |
| <b>8.3</b> | <b>Lämmitysputkien kuntotutkimus</b> .....                    | 136 |
| <b>8.4</b> | <b>Lämmitysjärjestelmän uusiminen tai saneeraus</b> .....     | 138 |
| 8.4.1      | Lämpöpumppuratkaisut.....                                     | 138 |
| 8.4.2      | Aurinkosähkö.....   | 141 |
| <b>8.5</b> | <b>Kertauskysymykset</b> .....                                | 145 |

## **9 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN ONGELMIA JA RATKAISUJA KIINTEISTÖISSÄ** ..... 147

|  |            |
|--|------------|
| <b>MITTAYKSIKÖT</b> .....                        | <b>155</b> |
| <b>10.1 Mittajärjestelmä</b> .....               | <b>155</b> |
| 10.1.1 Perusyksiköt .....                        | 155        |
| 10.1.2 Johdannais- ja täydennysyksiköt.....      | 156        |
| <b>10.2 Muuntokertoimet</b> .....                | <b>157</b> |
| 10.2.1 Lämpötila .....                           | 157        |
| 10.2.2 Muut mittayksiköt .....                   | 158        |
| <b>10.3 Käytössä olevat vanhat yksiköt</b> ..... | <b>161</b> |
| <b>10.4 Esimerkkejä</b> .....                    | <b>162</b> |
| <b>10.5 Kertauskysymykset</b> .....              | <b>163</b> |
| <br>   |            |
| <b>LÄHTEET</b> .....                             | <b>164</b> |
| <br>   |            |
| <b>KERTAUSKYSYMYSTEN VASTAUKSET</b> .....        | <b>167</b> |
| <br>   |            |
| <b>HAKEMISTO</b> .....                           | <b>174</b> |