

# Obsah

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Principy větrání a klimatizace .....</b>                                   | <b>9</b>  |
| 1.1      | Požadavky na větrání a klimatizaci .....                                      | 9         |
| 1.2      | Podklady pro návrh větracích a klimatizačních zařízení .....                  | 10        |
| 1.2.1    | Parametry vnitřního prostředí .....   | 10        |
| 1.2.3    | Vlastnosti budovy .....   | 12        |
| 1.2.4    | Parametry venkovního prostředí .....  | 12        |
| 1.3      | Literatura .....  | 13        |
| <b>2</b> | <b>Vnitřní tepelné prostředí .....</b>  | <b>14</b> |
| 2.1      | Fyziologické základy .....  | 14        |
| 2.2      | Tepelná rovnováha a tepelná pohoda .....                                      | 15        |
| 2.3      | Střední radiační teplota .....  | 20        |
| 2.4      | Operativní teplota .....  | 22        |
| 2.5      | Výsledná teplota .....  | 23        |
| 2.6      | Měření střední radiační teploty .....   | 24        |
| 2.7      | Hodnocení tepelného stavu prostředí .....                                     | 24        |
| 2.7.1    | Ukazatele <i>PMV</i> , <i>PPD</i> .....                                       | 24        |
| 2.7.2    | Optimální operativní teplota .....  | 25        |
| 2.7.3    | Místní diskomfort .....   | 25        |
| 2.7.4    | Adaptace .....  | 26        |
| 2.7.5    | Legislativní a normativní požadavky na tepelný stav vnitřního prostředí ..... | 26        |
| 2.8      | Literatura .....  | 27        |
| <b>3</b> | <b>Bilance škodlivin .....</b>  | <b>28</b> |
| 3.1      | Bilance větrané místnosti .....   | 28        |
| 3.2      | Hygienické hodnocení škodlivin .....  | 29        |
| 3.2.1    | Průměrná koncentrace .....  | 30        |
| 3.2.2    | Ilustrativní příklady .....   | 30        |
| 3.2.3    | Současný vznik různých škodlivin .....  | 31        |
| 3.3      | Periodický vývin škodliviny .....   | 32        |
| 3.4      | Plynulá změna vývinu škodliviny .....   | 32        |
| 3.5      | Literatura .....  | 33        |
| <b>4</b> | <b>Proudění vzduchu v prostoru .....</b>                                      | <b>34</b> |
| 4.1      | Rozptýlení vzduchu .....  | 34        |
| 4.1.1    | Mísení .....  | 34        |
| 4.1.2    | Vytěšňování .....   | 36        |
| 4.1.3    | Zaplavování .....   | 36        |
| 4.2      | Obrazy proudění .....   | 38        |
| 4.3      | Literatura .....  | 38        |
| <b>5</b> | <b>Vyústky pro přívod a odvod vzduchu .....</b>                               | <b>39</b> |
| 5.1      | Vyústky pro přívod vzduchu .....  | 39        |
| 5.1.1    | Volný izotermní zatopený proud .....  | 40        |
| 5.1.2    | Neizotermní proudění .....  | 43        |
| 5.1.3    | Hlavní typy výustí pro přívod vzduchu .....                                   | 44        |
| 5.2      | Vyústky pro odvod vzduchu .....   | 51        |
| 5.2.1    | Proudové pole u kruhového sacího otvoru .....                                 | 51        |
| 5.2.2    | Proudové pole u šterbinového sacího otvoru .....                              | 54        |
| 5.2.3    | Čtyřúhelníkové sací otvory .....  | 55        |
| 5.2.4    | Vliv přírub a příložných ploch .....  | 55        |



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 5.3      | Literatura .....   | 56        |
| <b>6</b> | <b>Vzduchovody.....</b>  | <b>57</b> |
| 6.1.1    | Těsnost vzduchovodů.....   | 57        |
| 6.1.2    | Tepelná izolace vzduchovodů .....  | 57        |
| 6.2      | Základní rovnice mechaniky tekutin .....   | 58        |
| 6.2.1    | Rovnice kontinuity .....   | 58        |
| 6.2.2    | Energetická rovnice.....   | 58        |
| 6.3      | Charakter proudění .....   | 58        |
| 6.4      | Tlakové ztráty.....  | 60        |
| 6.4.1    | Tlakové ztráty třením .....  | 60        |
| 6.4.2    | Tlakové ztráty místní.....   | 61        |
| 6.5      | Tlakové poměry ve vzduchovodu .....  | 62        |
| 6.6      | Metody dimenzování vzduchovodů .....   | 62        |
| 6.6.1    | Vzduchovody pro přívod vzduchu .....   | 62        |
|          | Vzduchovod k rovnoměrnému přívodu vzduchu výustěmi .....                             | 64        |
| 6.7      | Literatura .....   | 67        |
| <b>7</b> | <b>Ventilátory .....</b>   | <b>68</b> |
| 7.1.1    | Podle směru průtoku vzduchu .....  | 68        |
| 7.1.2    | Podle celkového dopravního tlaku .....   | 70        |
| 7.1.3    | Podle pohonu.....  | 70        |
| 7.1.4    | Podle použití.....   | 70        |
| 7.2      | Vlastnosti ventilátorů a jejich charakteristiky .....                                | 70        |
| 7.3      | Charakteristiky ventilátorů .....  | 72        |
| 7.4      | Přepočet vlastností ventilátoru .....  | 73        |
| 7.5      | Ventilátor v potrubní síti .....   | 73        |
| 7.5.1    | Charakteristika potrubní sítě .....  | 73        |
| 7.5.2    | Paralelní řazení ventilátorů.....  | 75        |
| 7.5.3    | Sériové řazení ventilátorů.....  | 75        |
| 7.6      | Regulace ventilátorů.....  | 75        |
| 7.6.1    | Regulace škrcením .....  | 75        |
| 7.6.2    | Regulace změnou otáček .....   | 76        |
| 7.6.3    | Regulace natáčením lopatek.....  | 77        |
| 7.7      | Literatura .....   | 77        |
| <b>8</b> | <b>Vlhký vzduch .....</b>  | <b>78</b> |
| 8.1      | Základní vlastnosti vlhkého vzduchu .....  | 78        |
| 8.2      | Vlhkost vzduchu.....   | 79        |
| 8.3      | Entalpie.....  | 80        |
| 8.1      | Mollierův diagram vlhkého vzduchu h-x .....  | 81        |
| 8.4      | Úpravy vzduchu .....   | 84        |
| 8.4.1    | Směšování .....  | 84        |
| 8.4.2    | Ohřev .....  | 85        |
| 8.4.3    | Chlazení.....  | 85        |
| 8.4.4    | Vlhčení párou, rozstříkáváním vody .....   | 87        |
| 8.4.5    | Vlhčení ve sprchových pračkách.....  | 88        |
| 8.4.6    | Odvlhčování .....  | 89        |
| 8.4.7    | Zpětné získávání tepla .....   | 90        |
| 8.4.8    | Změny stavu vzduchu ve ventilátoru, vzduchovodech a klimatizované<br>místnosti ..... | 90        |
| 8.5      | Literatura .....   | 91        |



|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>9</b>  | <b>Zpětné získávání tepla .....</b>                         | <b>92</b>  |
| 9.1       | Teplotní a vlhkostní faktor ZZT .....                       | 92         |
| 9.2       | Výměníky ZZT pro větrání a klimatizaci.....                 | 94         |
| 9.2.1     | Rekuperační výměníky .....                                  | 94         |
| 9.2.2     | Regenerační výměníky .....                                  | 96         |
| 9.3       | Literatura .....  | 97         |
| <b>10</b> | <b>Tepelná zátěž neklimatizovaných prostorů .....</b>       | <b>98</b>  |
| 10.1.     | Vnitřní konstantní tepelná zátěž .....                      | 98         |
| 10.2.     | Venkovní letní tepelná zátěž .....                          | 99         |
| 10.3.     | Literatura .....  | 102        |
| <b>11</b> | <b>Tepelná zátěž klimatizovaných prostorů .....</b>         | <b>103</b> |
| 11.1      | Výchozí podklady .....                                      | 103        |
| 11.2      | Výpočet tepelné zátěže .....                                | 103        |
| 11.2.1    | Základní výpočty.....                                       | 103        |
| 11.2.2    | Výpočet tepelných zisků z venkovního prostředí .....        | 107        |
| 11.2.3    | Výpočet tepelných zisků od vnitřních zdrojů tepla .....     | 110        |
| 11.3      | Simulační energetické modelování .....                      | 111        |
| 11.3.1    | Energetický simulační software ESP-r.....                   | 111        |
| 11.3.2    | Metoda zónové energetické simulace .....                    | 112        |
| 11.4      | Literatura .....  | 113        |
| <b>12</b> | <b>Větrací a klimatizační systémy.....</b>                  | <b>115</b> |
| 12.1      | Větrací systémy .....                                       | 115        |
| 12.1.1    | Nucené větrání.....   | 115        |
| 12.1.2    | Přirozené větrání .....                                     | 116        |
| 12.2      | Klimatizační systémy .....                                  | 117        |
| 12.2.1    | Obecné pojmy .....  | 117        |
| 12.2.2    | Třídění klimatizačních systémů .....                        | 118        |
| 12.3      | Literatura .....  | 121        |
| <b>13</b> | <b>Přirozené větrání.....</b>                               | <b>122</b> |
| 13.1      | Základní principy přirozeného větrání .....                 | 122        |
| 13.1.1    | Tlakový účinek vyvolaný rozdílem hustot .....               | 122        |
| 13.1.2    | Účinek větru .....  | 122        |
| 13.2      | Základní typy přirozeného větrání .....                     | 123        |
| 13.2.1    | Infiltrace .....  | 123        |
| 13.2.2    | Provětrávání .....  | 124        |
| 13.2.3    | Aerace.....   | 125        |
| 13.2.4    | Šachtové větrání .....                                      | 128        |
| 13.2.5    | Solární komíny .....  | 128        |
| 13.3      | Literatura .....  | 129        |
| <b>14</b> | <b>Místní odsávání.....</b>                                 | <b>130</b> |
| 14.1      | Požadavky na odsávací zařízení .....                        | 130        |
| 14.2      | Sací nástavce .....   | 131        |
| 14.3      | Odsávací systémy.....                                       | 131        |
| 14.4      | Konstrukční a provozní požadavky na odsávací zařízení ..... | 133        |
| 14.4.1    | Všeobecné konstrukční požadavky .....                       | 133        |
| 14.4.2    | Odlučování škodlivin .....                                  | 133        |
| 14.4.3    | Ochrana proti požáru a výbuchu .....                        | 133        |



|                    |  |            |
|--------------------|--|------------|
| 14.5               | Literatura .....   | 134        |
| <b>15</b>          | <b>Celkové nucené větrání.....</b>   | <b>135</b> |
| 15.1               | Průtok venkovního vzduchu.....   | 135        |
| 15.1.1             | Stanovení průtoku venkovního vzduchu podle požadavku na kvalitu ovzduší ...<br>.....                 | 135        |
| 15.1.2             | Stanovení průtoku venkovního vzduchu pro vyrovnání vzduchové bilance u<br>odsávacích systémů.....    | 136        |
| 15.1.3             | Stanovení průtoku venkovního vzduchu podle požadavku na odvod tepelné<br>zátěže .....                | 136        |
| 15.2               | Průtok oběhového vzduchu .....   | 137        |
| 15.2.1             | Kompenzace průtoku vzduchu odváděného odsávacími zařízeními.....                                     | 137        |
| 15.2.2             | Snížení pracovního rozdílu teplot .....  | 137        |
| 15.3               | Koncepce systémů nuceného větrání .....  | 137        |
| 15.4               | Větrání a vytápění v zimním období.....  | 138        |
| 15.4.1             | Větrání a vytápění bez oběhového vzduchu.....  | 138        |
| 15.4.2             | Větrání a vytápění s oběhovým vzduchem .....   | 140        |
| 15.5               | Větrání v letním období.....   | 141        |
| 15.6               | Havarijní větrání.....   | 141        |
| 15.7               | Požární větrání.....   | 142        |
| 15.7.1             | Požární větrání chráněných únikových cest .....  | 142        |
| 15.7.2             | Požární ochrana větracích systémů .....  | 142        |
| 15.7.3             | Zařízení pro odvod tepla a kouře.....  | 143        |
| 15.8               | Literatura .....   | 143        |
| <b>16</b>          | <b>Vzduchový jednozónový klimatizační systém.....</b>  | <b>145</b> |
| 16.1               | Určující parametry venkovního a vnitřního prostředí .....  | 145        |
| 16.1.1             | Parametry venkovního klimatu .....   | 145        |
| 16.2               | Tepelná zátěž, tepelná ztráta klimatizované místnosti .....  | 146        |
| 16.3               | Průtoky vzduchu.....   | 147        |
| 16.3.1             | Průtok venkovního (čerstvého) vzduchu $V_e$ .....  | 147        |
| 16.3.2             | Průtok přiváděného vzduchu $V_{pq}$ stanovený z tepelné bilance místnosti.....                       | 147        |
| 16.3.3             | Průtok přiváděného vzduchu klimatizační jednotkou $V_p$ , průtok oběhového<br>vzduchu $V_{ob}$ ..... | 148        |
| 16.4               | Tepelný, chladicí a vlhčící výkon klimatizačního zařízení .....                                      | 148        |
| 16.4.1             | Letní provoz .....   | 149        |
| 16.4.2             | Zimní provoz.....  | 150        |
| 16.5               | Literatura .....   | 152        |
| <b>Příloha 8.1</b> | <b>Fyzikální vlastnosti suchého vzduchu, vodních par, vody, ledu .....</b>                           | <b>156</b> |
| <b>Příloha 8.2</b> | <b>Parciální tlak sytých vodních par <math>p_{vs}</math> .....</b>                                   | <b>156</b> |
| <b>Příloha 8.3</b> | <b><math>h-x</math> diagram vlhkého vzduchu.....</b>   | <b>157</b> |