OBSAH :

1. ÚVOD 5
2. HISTORIE OTOPNÝCH PLOCH 6
3. POHODA PROSTŘEDÍ VE VYTÁPĚNÉM PROSTORU 11
   3.1 Teplota vnitřního vzduchu a pohoda prostředí 15
   3.2 Teplota okolních ploch a pohoda prostředí 17
   3.3 Proudění ve vytápěném prostoru a pohoda prostředí 20
4. RYCHLOSTNÍ A TEPLOTNÍ POLE V OKOLÍ OTOPNÉHO TĚLESA 22
   4.1 Rychlostní pole 25
   4.2 Teplotní pole 29
5. TEPELNÁ ROVNOVÁHA VYTÁPĚNÉHO PROSTORU 30
   5.1 Převážně konvekční vytápění 31
   5.2 Převážně sálavé vytápění 31
6. SDÍLENÍ TEPLA U OTOPNÝCH TĚLES 35
   6.1 Sdílení tepla konvekcí 36
      6.1.1 Přestup tepla na straně vzduchu 39
      6.1.2 Přestup tepla na straně vody 44
   6.2 Sdílení tepla vedením 45
   6.3 Termická účinnost žebra a využití rozšířené přestupní plochy 48
   6.4 Sdílení tepla sáláním 53
   6.5 Tepelný výkon otopného tělesa 59
   6.6 Tepelná izolace na obvodové konstrukci za otopným tělesem 66
      6.6.1 Použití AL fólie u pevných obvodových konstrukcí 66
      6.6.2 Použití AL fólie u prosklených obvodových konstrukcí 70
7. DRUHY OTOPNÝCH TĚLES 73
   7.1 Článková otopná tělesa a jejich typy 75
      7.1.1 Odlitky ze šedé litiny 77
      7.1.2 Tělesa ze slitin hliníku 79
      7.1.3 Výlisky z ocelových plechů 80
   7.2 Desková otopná tělesa a jejich typy 81
   7.3 Trubková otopná tělesa a jejich typy 87
   7.4 Konvektory a jejich typy 92
      7.4.1 Výměník tepla – otopný článek 94
      7.4.2 Skříň konvektoru 97
      7.4.3 Výdechová mřížka 98
   7.5 Připojení otopných těles 99
      7.5.1 Připojení deskových otopných těles 100
      7.5.2 Připojení článkových otopných těles 101
      7.5.3 Připojení trubkových otopných těles 102
      7.5.4 Připojení otopných těles u jednotrubkových otopných soustav 104
8. CHARAKTERISTIKY OTOPNÝCH TĚLES 106
   8.1 Geometrické charakteristiky 106
   8.2 Teplotechnické charakteristiky 110
   8.3 Provozní charakteristiky 114
9. MĚŘENÍ V OBORU OTOPNÝCH TĚLES 120
   9.1 Měření základních parametrů otopných těles 121
      9.1.1 Váhová metoda 124
      9.1.2 Elektrická metoda 125
   9.2 Zkušební komora 127

10. NÁVRH A VÝPOČET OTOPNÝCH TĚLES ... 133
10.1 Klasický návrh otopného tělesa ... 134
10.2 Návrh otopného tělesa zohledňující tepelnou pohodu uživatele ... 135
11. OMEZUJÍCÍ VLIVY VÝKONU OTOPNÝCH TĚLES ... 143
11.1 Základní vztahy pro přepočet tepelného výkonu otopných těles ... 143
11.2 Přepočtové součinitele ... 145
11.2.1 Opravný součinitel na teplotní rozdíl ... 146
11.2.2 Opravný součinitel na připojení tělesa ... 150
11.2.3 Opravný součinitel na úpravu okolí ... 154
11.2.4 Opravný součinitel na počet článků ... 162
11.2.5 Opravný součinitel na umístění tělesa v prostoru ... 163
11.3 Přepočtové nomogramy a jejich použití ... 164
11.3.1 Příklad k obr. 11.20 – bod v nomogramu 1 ... 164
11.3.2 Příklad k obr. 11.20 – bod v nomogramu 2 ... 168
11.3.3 Příklad k obr. 11.20 – bod v nomogramu 3 ... 169
12. POVRCHOVÁ ÚPRAVA OTOPNÝCH TĚLES ... 171
13. KOROZE OTOPNÝCH TĚLES ... 178
13.1 Škody způsobené korozí ... 180
13.2 Příčiny koroze ... 182
13.3 Smíšené instalace ... 185
13.4 Ochrana proti korozi ... 185
14. UPEVŇOVACÍ TECHNIKA OTOPNÝCH TĚLES ... 187
14.1 Upevnění nosných prvků na zeď ... 187
14.2 Upevnění nosných prvků na podlahu ... 188
14.3 Upevnění nosných prvků do zdiva ... 189
14.4 Upevnění deskových otopných těles ... 190
14.5 Upevnění článkových otopných těles ... 195
15. REGULACE VÝKONU OTOPNÝCH TĚLES ... 198
15.1 Změna výkonu ... 198
15.2 Výkonové charakteristiky ... 200
15.3 Ventily s lineární charakteristikou ... 202
15.4 Ventily s rovnoprocentní charakteristikou ... 204
15.5 Volba autority ventilu ... 206
15.6 Zjištění hodnoty průtokového součinitele ... 207
15.7 Pásmo proporcionality ... 209
16. PŘEVÁŽNĚ SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ ... 212
16.1 Sálavé vytápění ... 213
17. VELKOPLOŠNÉ OTOPNÉ PLOCHY ... 213
18. TEPELNĚ-TECHNICKÉ VLASTNOSTI BUDOV PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ 216
19. TEPELNÁ POHODA ... 217
20. KONVEKCE U PODLAHOVÉ OTOPNÉ PLOCHY ... 221
20.1 Proudění a teploty v prostoru ... 222
20.2 Součinitel přestupu tepla konvekcí ... 224
20.3 Místní a střední součinitel přestupu tepla konvekcí ... 226
20.4 Vliv výměny vzduchu na přestup tepla ... 231
20.5 Porovnání výsledných hodnot součinitelů přestupu tepla konvekcí ... 231
21. KONSTRUKCE PODLAHOVÉ OTOPNÉ PLOCHY ... 235
21.1 Provedení otopné plochy ... 235
21.2 Jednotlivé vrstvy ... 243
21.3 Potrubí otopného hadu ... 246
21.3.1 Používané typy plastů ... 247
21.3.2 Vlastnosti plastů ... 248
21.3.3 Výhody plastových rozvodů ... 249
21.4 Provedení elektrického podlahového vytápění ... 251
22. VÝPOČET PODLAHOVÉ OTOPNÉ PLOCHY ... 253
22.1 Tepelná rovnováha ve vytápěném prostoru ... 253
22.2 Tepelně-technický výpočet podlahové otopné plochy ... 255
22.3 Hydraulický výpočet podlahového vytápění ... 260
23. PŘÍKLAD NÁVRHU PODLAHOVÉ OTOPNÉ PLOCHY ... 264
24. ZÁKLADNÍ ÚDAJE Z ČSN EN 1264 – 1 AŽ 3 ... 269
24.1 Okrajové teplotní podmínky ... 270
24.2 Výpočet hustoty tepelného toku ... 271
24.2.1 Všeobecně ... 271
24.2.2 Soustavy s trubkami v roznášecí vrstvě ... 272
24.2.3 Soustava s trubkami pod roznášecí vrstvou ... 274
24.2.4 Soustava s plošnými elementy ... 276
24.2.5 Meze hustoty tepelného toku ... 276
24.2.6 Vliv materiálu trubky a tloušťky stěny na hustotu tepelného toku ... 277
24.2.7 Tepelná vodivost roznášecí vrstvy s výztuhami ... 278
24.3 Charakteristické křivky ... 279
24.4 Pole charakteristických křivek ... 279
24.5 Mezní křivky ... 280
24.6 Návrh ... 280
24.6.1 Projektová hustota tepelného toku ... 280
24.6.2 Určení projektové teploty v přívodním potrubí ... 281
24.6.3 Určení projektového průtoku teplonosné látky ... 283
24.6.4 Okrajové plochy ... 285
25. TEMPEROVÁNÍ OTEVŘENÝCH PLOCH ... 286
25.1 Tepelný výkon ... 286
25.2 Nabíhání soustavy ... 289
26. STĚNOVÁ OTOPNÁ PLOCHA ... 290
26.1 Provedení stěnové otopné plochy ... 290
26.2 Doporučení pro návrh ... 292
26.3 Rozdělení podle způsobu aplikace ... 292
27. STROPNÍ OTOPNÁ PLOCHA ... 293
27.1 Trubky zalité ve stropě ... 294
27.2 Použití lamel ... 299
27.3 Použití sálavých desek ... 301
27.4 Stropní vytápění s dutým podhledem ... 302
28. KOMBINOVANÉ OTOPNÉ PLOCHY – SOUSTAVY ... 303
28.1 Regulace výkonu podlahové otopné plochy ... 304
28.2 Projektování podlahové otopné plochy na částečnou zátěž ... 307
28.3 Podlahová otopná plocha je stabilně temperována ... 309
28.4 Příklad konkrétního řešení ... 311
29. LITERATURA ... 314
30. PŘÍLOHY ... 318