

Obsah

Předmluva	9
1 Sluneční energie	11
1.1 Slunce	11
1.1.1 Zdroj energie	11
1.1.2 Sluneční konstanta	13
1.1.3 Spektrum slunečního záření	14
1.2 Sluneční energie na zemském povrchu	16
1.2.1 Průchod slunečního záření atmosférou	16
1.2.2 Přímé a difuzní záření	17
1.3 Měření veličin slunečního záření	20
1.3.1 Měření celkového slunečního ozáření	21
1.3.2 Měření přímého slunečního ozáření	22
1.3.3 Měření difuzního slunečního ozáření	22
1.3.4 Měření doby trvání slunečního svitu	23
1.3.5 Měření odraženého slunečního záření	24
1.4 Sluneční energie v ČR	24
1.4.1 Zdroje údajů o slunečním záření	24
1.4.2 Roční hodnoty	26
1.4.3 Optimální orientace a sklon plochy	29
2 Solární kolektory	33
2.1 Druhy solárních kolektorů	33
2.1.1 Nekryté (nezasklené) kolektory	35
2.1.2 Ploché atmosférické kolektory	35
2.1.3 Ploché vakuové kolektory	37
2.1.4 Trubkové vakuové kolektory	38
2.1.5 Koncentrační kolektory	43
2.2 Charakteristiky solárních kolektorů	45
2.2.1 Teoretické vyjádření účinnosti	45
2.2.2 Vztažná plocha solárního kolektoru	50
2.2.3 Experimentální stanovení výkonu a účinnosti	52
2.2.4 Uvádění účinnosti kolektoru	54
2.2.5 Uvádění výkonu kolektoru	56
2.2.6 Křivky účinnosti různých druhů kolektorů	57
2.2.7 Optická charakteristika – modifikátor úhlu dopadu	58
2.2.8 Tepelná setrvačnost kolektoru	63
2.2.9 Výkonnost solárních kolektorů	65
2.2.10 Vliv umístění solárních kolektorů na výkonnost	68
2.3 Konstrukce solárního kolektoru	69
2.3.1 Zasklení	69
2.3.2 Absorpční povrch	72

2.3.3	Absorbér	74
2.3.4	Odvod tepla z absorberu	79
2.3.5	Skříň kolektoru	81
2.4	Zkoušení a certifikace solárních kolektorů	82
2.4.1	Normy	82
2.4.2	Zkoušky spolehlivosti	83
2.4.3	Značka CE	86
2.4.4	Solar Keymark	86
2.4.5	Modrý anděl (RAL-UZ 73)	89
3	Solární zásobníky tepla	91
3.1	Principy akumulace tepla	91
3.1.1	Akumulace v citelném teple	93
3.1.2	Akumulace ve skupenském teple	94
3.1.3	Akumulace s využitím sorpce	97
3.1.4	Akumulace s využitím chemických reakcí	99
3.2	Vodní solární zásobníky	100
3.2.1	Předávání tepla	101
3.2.2	Tlakové podmínky v zásobníku	101
3.2.3	Účel použití zásobníků	102
3.2.4	Jak velký zásobník?	103
3.3	Podmínky účinné akumulace tepla	104
3.3.1	Přívod a odběr tepla	105
3.3.2	Vodní zásobníky tepla s řízeným teplotním vrstvením	108
3.3.3	Tepelné ztráty zásobníků	111
3.3.4	Připojovací potrubí zásobníků	113
4	Solární tepelné soustavy.	115
4.1	Solární soustavy v ČR	115
4.1.1	Historie využívání sluneční energie v ČR	115
4.1.2	Instalace z 80. let	116
4.1.3	Statistika solárních kolektorů	118
4.2	Typologie solárních soustav	119
4.2.1	Průtok solární soustavou	120
4.2.2	Koncepce primárního okruhu	121
4.3	Energetické parametry solárních soustav	122
4.3.1	Využití tepelné zisky solární soustavy	123
4.3.2	Roční úspora energie	123
4.3.3	Dodatková energie.	124
4.3.4	Měrné využití tepelné zisky solární soustavy	124
4.3.5	Solární pokrytí, solární podíl.	125
4.3.6	Provozní účinnost solární soustavy	128
4.3.7	Spotřeba pomocné energie soustavy	128
4.4	Hodnocení přínosů solárních soustav	129
4.4.1	Zjednodušené výpočty energetických přínosů	129
4.4.2	Počítačové simulace solárních soustav	131
4.4.3	Provozní měření zisků	134
4.4.4	Garantované solární zisky	138

5 Solární ohřev vody a vytápění	141
5.1 Příprava teplé vody	142
5.1.1 Potřeba teplé vody	142
5.1.2 Časové rozložení potřeby teplé vody	145
5.1.3 Tepelné ztráty přípravy teplé vody	147
5.1.4 Hygienické požadavky	147
5.2 Vytápění	148
5.2.1 Potřeba tepla na vytápění	148
5.2.2 Tepelné ztráty otopné soustavy	150
5.2.3 Nízkoteplotní otopné soustavy	151
5.3 Solární soustavy pro přípravu teplé vody	152
5.3.1 Malé solární soustavy pro přípravu teplé vody	152
5.3.2 Velké solární soustavy pro přípravu teplé vody	154
5.4 Kombinované solární soustavy	159
5.4.1 Malé solární kombinované soustavy	160
5.4.2 Velké solární kombinované soustavy	162
5.5 Nasazení solárního ohřevu v budovách	165
5.5.1 Vliv volby kolektoru	165
5.5.2 Tepelná izolace	166
5.5.3 Kolísání klimatických podmínek	168
5.5.4 Změny v potřebě tepla	169
5.5.5 Energetická náročnost vytápění	170
5.5.6 Teplotní spád otopné soustavy	171
5.6 Příklady realizací	172
5.6.1 Rodinný dům Mnichovice	172
5.6.2 Bytový dům Velká Skála	173
5.6.3 Doterm Servis	175
6 Solární ohřev bazénů	178
6.1 Ohřev vody v bazénech	178
6.1.1 Venkovní bazény a koupaliště	179
6.1.2 Vnitřní bazény	181
6.2 Bazénové solární soustavy	183
6.2.1 Sezónní soustavy	183
6.2.2 Solární soustavy pro celoroční provoz	184
6.2.3 Kolektory pro bazény	184
6.2.4 Čerpadla a spotřeba elektřiny	187
6.3 Příklady realizací	188
6.3.1 Venkovní koupaliště Rusava	188
6.3.2 Aquapark Jindřichův Hradec	191
7 Solární chlazení	193
7.1 Zařízení s uzavřeným oběhem	194
7.1.1 Absorpční uzavřený oběh	195
7.1.2 Adsorpční uzavřený oběh	197
7.2 Desikační zařízení s otevřeným oběhem	198
7.2.1 Zařízení s tuhým desikantem	199
7.2.2 Zařízení s kapalným desikantem	200

7.3	Solární soustavy pro chlazení	202
7.3.1	Solární kolektory	203
7.3.2	Solární chladicí faktor	204
7.3.3	Zapojení solárních chladicích soustav.	205
7.4	Příklady realizací.	208
7.4.1	Hotel DUO v Praze.	208
7.4.2	Hypermarket TESCO Jaroměř.	209
8	Solární soustavy pro CZT	210
8.1	Historický vývoj solárních CZT	210
8.2	Základní koncepce soustav	213
8.2.1	Solární soustavy pro CZT s krátkodobou akumulací	214
8.2.2	Solární soustavy pro CZT s dlouhodobou akumulací.	215
8.3	Solární kolektory.	217
8.4	Sezónní zásobníky	218
8.4.1	Akumulační nádrž	219
8.4.2	Podpovrchový výkopový zásobník (pit)	220
8.4.3	Zemní sondy	222
8.4.4	Aquifer	223
8.5	Návrhové a provozní parametry	224
8.6	Příklady realizací	226
8.6.1	Sídliště Hirtenwiesen v Crailsheimu	226
8.6.2	CZT v Marstalu	228
8.6.3	Sídliště ve Friedrichshafenu	230
9	Průmyslové aplikace	232
9.1	Průmyslové procesy	233
9.1.1	Mytí a čištění	234
9.1.2	Ohřev zásobníků a nádob	234
9.1.3	Sušení	235
9.1.4	Vytápění prostor	235
9.2	Nasazení solárních soustav v průmyslu.	235
9.2.1	Solární kolektory.	236
9.2.2	Soustavy pro ohřev vody	239
9.2.3	Soustavy pro ohřev lázní a van	240
9.2.4	Soustavy pro solární sušení	241
9.2.5	Soustava pro vytápění velkoprostorových objektů	242
9.3	Příklady realizací	243
9.3.1	Výrobní družstvo STYL Studená	243
9.3.2	Závod ETA Hlinsko	244
9.3.3	Biotechnologická hala v Nových Hradech.	246
	Literatura	248
	Rejstřík	253
	Zkratky ke schématům	254