

OBSAH

Úvod	11	3.1.2	Kapalná paliva	33
1 Zdroje tepla (O. Lulkovičová)	13	3.1.3	Plynná paliva	34
1.1 Definice zdroje tepla	13	3.1.3.1	Topná plynná paliva	35
1.2 Klasifikace zdrojů tepla	13	3.2	Složení paliv	36
1.2.1 Malé zdroje tepla	13	3.2.1	Hořlavina v palivech	36
1.2.2 Střední zdroje tepla	14	3.2.2	Popeloviny a popel v palivech	39
1.2.3 Velké zdroje tepla	15	3.2.3	Obsah vody v palivech	39
1.3 Obecné požadavky na zdroje tepla	16	3.2.4	Obsah síry v palivech	40
1.3.1 Situování zdroje tepla	16	3.3	Charakteristické vlastnosti paliv	40
1.3.2 Umístění zdroje tepla	16	3.3.1	Fyzikální a chemické vlastnosti	40
1.3.3 Určení celkového výkonu zdroje tepla	17	3.3.2	Energetické vlastnosti	40
1.3.4 Požadavky na zřízení zdroje tepla	17	3.3.3	Pyrotechnické vlastnosti	41
1.3.5 Řízení provozu zdrojů tepla	18	3.3.4	Spalovací vlastnosti	42
2 Energetická bilance pro návrh zdroje tepla (D. Petráš)	19	3.4	Teorie spalování paliv	42
2.1 Bilance energie	19	3.4.1	Statika spalování	43
2.1.1 Postup výpočtu	19	3.4.1.1	Obecné podmínky spalování	43
2.1.2 Tepelné ztráty při konstantní vnitřní teplotě	19	3.4.1.2	Spalování s nadbytkem vzduchu	44
2.1.2.1 Celková tepelná ztráta	19	3.4.1.3	Dokonalé spalování	45
2.1.2.2 Účinek přerušení vytápění	20	3.4.1.4	Nedokonalé spalování	46
2.1.3 Tepelné zisky	20	3.4.2	Stechiometrické spalování tuhých a kapalných paliv	46
2.1.3.1 Celkové tepelné zisky	20	3.4.2.1	Stanovení teoretického množství vzduchu	47
2.1.3.2 Vnitřní tepelné zisky	20	3.4.2.2	Stanovení teoretického množství spalin	47
2.1.3.3 Solární tepelné zisky	20	3.4.2.3	Stanovení skutečného množství vzduchu a spalin	48
2.1.4 Potřeba tepla na vytápění	21	3.4.3	Stechiometrické spalování plynných paliv	48
2.1.4.1 Tepelná bilance	21	3.4.3.1	Stanovení teoretického množství vzduchu	49
2.1.4.2 Faktor využití tepelných zisků	21	3.4.3.2	Stanovení teoretického množství spalin	50
2.1.5 Roční potřeba tepla na vytápění budovy	21	3.4.3.3	Stanovení skutečného množství vzduchu a spalin	50
2.1.5.1 Měsíční výpočtové období	21	3.5	Kontrola spalovacího procesu	50
2.1.5.2 Výpočtový postup pro otopné období	22	3.5.1	Analýzatory spalin	50
2.1.6 Potřeba energie na vytápění a přípravu teplé vody	22	3.5.2	Emisní limity	52
2.1.6.1 Potřeba energie na vytápění	22	3.5.3	Přepočec škodlivin na referenční podmínky	53
2.1.6.2 Potřeba energie na ohřev vody	22	3.5.4	Spalovací trojúhelníky	53
2.1.6.3 Tepelné ztráty otopné soustavy	22	4 Hořáky (V. Kabát)	55	
2.1.6.4 Účinnost otopné soustavy	23	4.1	Charakteristika hořáků a jejich funkčnost	55
2.2 Tepelná ztráta budovy	23	4.2	Rozdělení hořáků	55
2.2.1 Princip výpočtové metody	23	4.2.1	Práškové hořáky	55
2.2.2 Obecné zásady	23	4.2.1.1	Proudové hořáky	56
2.2.2.1 Výpočtový postup pro vytápěný prostor	23	4.2.1.2	Směšovací hořáky	56
2.2.2.2 Výpočtový postup pro část budovy nebo celou budovu	24	4.2.2	Olejové hořáky	56
2.2.2.3 Výpočtový postup zjednodušené výpočtové metody	24	4.2.2.1	Olejové hořáky pro malé zdroje tepla	57
2.2.3 Vstupní údaje	24	4.2.2.2	Olejové hořáky pro střední zdroje tepla	58
2.2.4 Celková projektovaná tepelná ztráta vytápěného prostoru – základní případy	25	4.2.3	Plynné hořáky	59
2.2.4.1 Projektovaná tepelná ztráta prostupem tepla	25	4.2.3.1	Atmosférické hořáky	59
2.2.4.2 Projektovaná tepelná ztráta větráním	25	4.2.3.2	Tlakové hořáky	60
2.2.4.3 Prostory s přerušovaným vytápěním	26	4.2.4	Kombinované hořáky	61
2.2.4.4 Projektovaný tepelný příkon	27	4.3	Regulace kotlů (P. Ehrenwald)	61
2.3.1 Projektovaný tepelný příkon pro vytápěný prostor	27	4.3.1	Regulace hořáků	61
2.3.2 Projektovaný tepelný příkon pro část budovy nebo celou budovu	27	4.3.2	Regulační přístroje kotlů	63
2.3.3 Zjednodušená výpočtová metoda	27	4.3.2.1	Funkce ochrany kotle	64
2.3.3.1 Projektovaná tepelná ztráta vytápěného prostoru	28	4.3.2.2	Automatiky plynových hořáků	64
2.3.3.2 Projektovaný tepelný příkon pro vytápěný prostor	28	5 Kondenzační technika (V. Jelínek)	66	
2.3.3.3 Celkový projektovaný tepelný příkon pro část budovy nebo celou budovu	29	5.1	Zásady spalování paliv a vznik kondenzace	66
2.3.3.4 Výpočet projektovaného tepelného příkonu ve zvláštních případech	29	5.1.1	Charakteristika spalování	66
2.4 Připojovací hodnota	30	5.1.2	Psychrometrický diagram spalin (diagram h, x)	66
3 Paliva a spalování paliv (O. Lulkovičová)	31	5.1.3	Parametry spalin a vzduchu	67
3.1 Druhy a rozdělení paliv	31	5.1.3.1	Vlhkost vzduchu a spalin	68
3.1.1 Tuhá paliva	32	5.1.3.2	Hustota spalin	68
		5.1.3.3	Tepelný obsah (entalpie spalin)	68
		5.1.3.4	Porovnání tepelného obsahu od různých spalin	69
		5.1.4	Vliv přebytku vzduchu na vlhkost spalin	69
		5.1.5	Rosný bod spalin	70
		5.1.5.1	Rosný bod vodní páry ve spalinách	71
		5.1.5.2	Kyselé rosny bod	72
		5.1.6	Porovnání teoretického a skutečného průběhu kondenzace ve výměníku	72

5.2	Stupeň využití a účinnost spalin	73	7.2.3	Umísťování zdrojů tepla	109
5.2.1	Princip předání tepla spalin	73	7.3	Tepelná účinnost a tepelné ztráty při spalování	110
5.2.2	Kondenzace při teplovodním vytápění v průběhu roku	73	7.3.1	Tepelná účinnost kotlů	110
5.2.3	Účinnost kondenzace při teplovodním vytápění	74	7.3.1.1	Účinnost klasických kotlů	111
5.2.4	Kondenzace spalin v kotli při přípravě teplé vody	75	7.3.1.2	Normovaný stupeň využití kotlů	112
5.2.5	Účinnost kondenzace spalin v kotli při zásobníkovém ohřevu teplé vody	75	7.3.2	Tepelné ztráty při spalování	113
5.2.5.1	Volba konstrukce zásobníku	76	7.3.2.1	Ztráta nespálenou hořlavinou v tuhých zbytcích Z_C	113
5.2.5.2	Volba teplovodního zásobníku podle výkonu	76	7.3.2.2	Ztráta nespálenou hořlavinou ve spalinách Z_{CO}	113
5.2.5.3	Volba regulace teplovodního zásobníku	77	7.3.2.3	Ztráta citelným teplem tuhých zbytků Z_f	114
5.2.6	Účinnost kondenzace při průtokovém ohřevu teplé vody	77	7.3.2.4	Ztráta citelným teplem spalin Z_K	114
5.2.6.1	Zajištění konstantního výkonu zdroje	77	7.3.2.5	Ztráta sdílením tepla do okolí Z_{SV}	115
5.2.6.2	Vyrovnávací nádoba v okruhu přípravy teplé vody	78	7.3.2.6	Nevykázaná ztráta Z_N	116
5.2.7	Porovnání zásobníkové a průtokové přípravy	79	7.4	Druhy a konstrukce kotlů	117
5.3	Zapojení kondenzačních kotlů	79	7.4.1	Kotle na tuhá paliva	117
5.3.1	Zapojení okruhu vytápění odděleného od okruhu přípravy teplé vody	79	7.4.1.1	Litínové článkové kotle	117
5.3.2	Společné zapojení ohříváče vody s vytápěcími okruhy na topný zdroj	80	7.4.1.2	Ocelové skříňové kotle	118
5.3.3	Napojení soustavy na kotel se dvěma kondenzačními výměníky	81	7.4.1.3	Ocelové válcové kotle	119
5.4	Odvod spalin a kondenzátu	83	7.4.2	Kotle na kapalná a plynná paliva	119
5.4.1	Spalinová charakteristika spotřebičů	83	7.4.2.1	Kotle s atmosférickým hořákem	120
5.4.2	Vliv vzduchospalinové cesty na spalování	83	7.4.2.2	Kotle s tlakovým hořákem	121
5.4.2.1	Vliv přirozeného tahu v komíně	83	7.4.3	Nízkoteplotní a kondenzační kotle	123
5.4.2.2	Vliv tlakové ztráty z nasávání spalovacího vzduchu	84	7.4.3.1	Nízkoteplotní stacionární kotle	132
5.4.2.3	Vliv tlakové ztráty na odvod spalin	84	7.4.3.2	Kondenzační stacionární kotle	124
6	Zdroje tepla do výkonu 50 až 70 kW (O. Lulkovičová)	85	7.5	Tvorba a redukce škodlivin	125
6.1	Malé zdroje tepla	86	7.5.1	Vliv konstrukce kotle na redukci škodlivin	126
6.1.1	Charakteristika kotlů	86	8	Hydraulika kotlových okruhů (J. Bašta)	127
6.1.2	Obecné požadavky	87	8.1	Hydraulická zapojení	127
6.1.3	Druhy a rozdělení malých kotlů	87	8.1.1	Tlakový rozdělovač	128
6.2	Nástěnné kotle pro vytápění	88	8.1.2	Beztlakový rozdělovač	129
6.2.1	Provedení plynových spotřebičů	89	8.1.3	Zkrat v kotlovém okruhu	129
6.2.2	Otevřené plynové spotřebiče	91	8.1.4	Termohydraulický rozdělovač	130
6.2.2.1	Konstrukční řešení spotřebičů	91	8.1.5	Zapojení více kotlů	131
6.2.2.2	Umísťování spotřebičů	93	8.2	Sériové a paralelní zapojení čerpadel	135
6.2.2.3	Požadavky na větrání prostoru	93	8.3	Ochrana kotle proti nízkoteplotní korozi	136
6.2.2.4	Připojení na otopnou soustavu	95	8.3.1	Minimální průtok kotlem	137
6.2.3	Uzavřené plynové spotřebiče	95	8.3.2	Požadavek na minimální teplotu ve vratném potrubí	138
6.2.3.1	Konstrukční řešení uzavřených spotřebičů	95	8.3.3	Požadavek na minimální průtok kotlem a minimální teplotu vratné vody	140
6.2.3.2	Umísťování spotřebičů	96	8.3.4	Stanovení dopravního tlaku čerpadla v obtoku kotle	141
6.2.3.3	Požadavky na větrání a přívod vzduchu	96	8.4	Příklady hydraulického zapojení kotlů	143
6.3	Kombinované nástěnné kotle	97	8.4.1	Hydraulické zapojení s beztlakovým rozdělovačem	143
6.3.1	Kotle s vnitřním ohřevem teplé vody	98	8.4.2	Hydraulické zapojení s termohydraulickým rozdělovačem	143
6.3.1.1	Průtokový ohřev teplé vody	98	8.4.3	Zdroj tepla s kondenzačním kotlem jako vedoucím	144
6.3.1.2	Průtokový ohřev s integrovaným výměníkem tepla	98	8.4.4	Zdroj tepla obsahující kotel s ekonomizérem a kotel pro špičkový výkon	145
6.3.1.3	Zásobníkový ohřev	99	8.4.5	Termohydraulický rozdělovač a více kondenzačních kotlů	146
6.3.2	Kotle s venkovním ohřevem teplé vody	100	9	Komínová technika (V. Jelínek)	149
6.3.2.1	Zásobníkový ohřev v monobloku	100	9.1	Rozdělení komínů	149
6.3.2.2	Zásobníkový ohřev oddělený	101	9.1.1	Parametry k třídění, označování a zkoušení komínů podle ČSN EN 1443	153
6.4	Stacionární kotle	101	9.1.1.1	Parametry třídění komínů	153
6.4.1	Charakteristika kotlů	101	9.1.1.2	Základní zkušební parametry komínů	154
6.4.2	Kotle s atmosférickým hořákem	102	9.2	Návrh a výpočet parametrů komínové techniky	155
6.4.3	Kotle s tlakovým hořákem	103	9.2.1	Zásady návrhu	155
6.4.4	Připojení na otopnou soustavu	103	9.2.1.1	Podmínky výpočtu	155
6.5	Regulace a řízení kotlů	104	9.2.1.2	Tlaková kritéria	156
6.5.1	Regulace kotlů	104	9.2.1.3	Teplotní kritéria	156
6.5.2	Řízení kotlů	104	9.2.2	Charakteristické hodnoty spalin od spotřebiče při jmenovitém výkonu	156
7	Zdroje tepla do tepelného výkonu 3,5 MW (O. Lulkovičová)	105	9.2.3	Základní hodnoty výpočtu	157
7.1	Charakteristika zdrojů tepla	105	9.2.4	Výpočet teplot a součinitele chladnutí	159
7.1.1	Rozdělení kotlů	105	9.2.5	Výpočet prostupu tepla stěnou komína	159
7.1.2	Kategorizace kotlů	106	9.2.6	Hustota spalin a rychlost spalin	160
7.2	Zásady navrhování druhu a počtu kotlů	107	9.2.7	Tlakové podmínky v sopouchu	160
7.2.1	Volba druhu a návrh počtu kotlů	107	9.2.8	Tlaková ztráta komínového průduchu	161
7.2.2	Výpočet velikosti a počtu kotlů	108			

9.2.9	Tlakové kritérium v sopouchu	162
9.2.10	Posouzení kouřovodu	162
9.2.11	Výpočet povrchové teploty v ústí komínového průduchu	163
9.3	Návrh komína	164
9.3.1	Obecná pravidla návrhu různých konstrukcí a typů komínů	164
9.3.1.1	Komíny s přirozeným tahem od spotřebičů na tuhá paliva	164
9.3.1.2	Obecné vlastnosti komínů s přirozeným tahem od spotřebičů na kapalná a plynná paliva	164
9.3.1.3	Komíny od spotřebičů na plynná paliva	165
9.3.1.4	Komíny s umělým tahem	166
9.3.2	Komíny s přirozeným nebo umělým tahem	167
9.3.2.1	Obecné zásady	167
9.3.2.2	Materiály komínů	167
9.3.2.3	Komínové průduchy	169
9.3.2.4	Komínový plášť vícevrstevných komínů	169
9.3.2.5	Vyústění komína	169
9.3.2.6	Otvory v komíně	170
9.3.2.7	Jímání kondenzátu	171
9.3.3	Komíny a kouřovody s umělým tahem	171
9.3.3.1	Použití pro společný kouřovod	172
9.3.3.2	Použití spalínového ventilátoru pro jediný spotřebič	173
9.3.4	Samostatné přetlakové komíny od spotřebičů na plynná paliva	174
9.3.4.1	Obecné zásady	175
9.3.4.2	Materiál	175
9.3.4.3	Komínový průduch a kouřovod	175
9.3.4.4	Vzduchový průduch	176
9.3.4.5	Komínový plášť	176
9.3.4.6	Vyústění komína	176
9.3.4.7	Čisticí a kontrolní otvory	177
9.3.4.8	Přetlakový komín s protiproudovým výměníkem tepla tvořeným komínovým průduchem	177

10 Příslušenství zdrojů tepla – kotelen

(O. Lulkovičová)	179	
10.1	Zabezpečovací zařízení teplovodních otopných systémů	179
10.1.1	Zařízení pro otevřené systémy	180
10.1.1.1	Otevřené expanzní nádoby	180
10.1.1.2	Přívodní a vratné potrubí	181
10.1.2	Zařízení pro uzavřené systémy	181
10.1.2.1	Tlakové expanzní nádoby	181
10.1.2.2	Pojistný omezovač teploty proti překročení maximální provozní teploty	183
10.1.2.3	Pojistný ventil proti překročení maximálního provozního přetlaku	184
10.1.2.4	Pojistný omezovač tlaku	185
10.1.2.5	Pojistné zařízení proti nedostatku vody	185

10.2	Zabezpečovací zařízení nízkotlakových parních kotlů	185
10.2.1	Pojistné přetlakové zařízení	186
10.3	Čerpadla	187
10.3.1	Pracovní charakteristika čerpadla	187
10.3.2	Návrh čerpadel	188
10.3.3	Volba čerpadla	188
10.3.4	Způsoby regulace čerpadel	188
10.4	Potrubí	189
10.5	Armatury	190
10.5.1	Druhy armatur	191
10.5.1.1	Uzavírací armatury	191
10.5.1.2	Regulační armatury	191
10.5.1.3	Směšovací a rozdělovací armatury	192
10.5.1.4	Odvzdušňovací a odvodňovací armatury	192
10.5.1.5	Kontrolní a měřicí armatury	192
10.5.2	Speciální armatury	192
10.6	Rozdělovače a sběrače	193
10.7	Úprava a doplňování vody	194
10.7.1	Způsoby úpravy vody	194
10.7.2	Zařízení na úpravu a doplňování vody	195
10.8	Větrání kotelen	195
10.8.1	Výpočet množství přiváděného vzduchu	196
10.8.2	Doporučený návrh pro přívod čerstvého vzduchu	196
10.8.3	Stanovení plochy větracích otvorů	197

11 Příklady řešení domovních kotelen

(O. Lulkovičová)	199	
11.1	Zásady zřizování kotelen	199
11.1.1	Situování domovních kotelen	199
11.1.2	Konstrukční, provozní a bezpečnostní požadavky	200
11.1.3	Projektová dokumentace kotelen	200
11.2	Domovní koteleny na tuhá paliva	200
11.2.1	Dispoziční řešení domovní koteleny	201
11.2.1.1	Koteleny s litinovými článkovými kotli	201
11.2.1.2	Koteleny s ocelovými kotli	202
11.2.2	Skladové hospodářství tuhých paliv	203
11.2.3	Zařízení na odstraňování popela	204
11.3	Koteleny na kapalná paliva	205
11.3.1	Hospodářství kapalných paliv	207
11.3.1.1	Stáčecí a plnicí zařízení	208
11.3.1.2	Výdejové zařízení	208
11.3.1.3	Sklad kapalných paliv	209
11.4	Koteleny na plynná paliva	210
11.4.1	Koteleny s kotli s atmosférickými hořáky	212
11.4.2	Koteleny s kotli s tlakovými hořáky	215
11.5	Koteleny na elektrickou energii	215
11.5.1	Přímotopné koteleny	215
11.5.2	Elektrické akumulární koteleny	216
11.6	Nové řešení domovních kotelen	216

Literatura	218
------------	-----