

0.	Předmluva . . . . .	1
1.	Základní vztahy a předpoklady . . . . .	2
1.1.	Energetické hospodářství závodu . . . . .	2
1.2.	Hmotnostní (materiálová) bilance . . . . .	3
1.2.1.	Princip hmotnostní bilance . . . . .	3
1.2.2.	Akumulace . . . . .	3
1.2.3.	Vyjádření složení směsí . . . . .	4
1.2.3.1.	Hmotnostní zlomek (procento) . . . . .	4
1.2.3.2.	Mólový zlomek (procento) - parciální tlak . . . . .	4
1.2.3.3.	Objemový zlomek - objemové procento . . . . .	5
1.2.4.	Postup při sestavování hmotnostní bilance . . . . .	6
1.3.	Energetická bilance . . . . .	6
1.3.1.	Princip energetické bilance . . . . .	6
1.3.2.	Energetická bilance průtokového systému . . . . .	7
1.3.3.	Energetická bilance v uzavřeném systému . . . . .	8
1.3.4.	Pravidla při sestavování energetické bilance . . . . .	9
1.4.	Exergie pro tepelné technické a ekonomické výpočty . . . . .	10
1.4.1.	Definice exergie . . . . .	10
1.4.2.	Exergie a energie . . . . .	10
1.4.3.	Grafické znázornění . . . . .	12
1.4.4.	Účinnost tepelných dějů . . . . .	13
1.4.5.	Exergetický rozbor některých tepelných dějů . . . . .	14
1.4.5.1.	Škracení . . . . .	14
1.4.5.2.	Výměník tepla . . . . .	15
1.4.5.3.	Spalování . . . . .	16
1.5.	Ekonomická efektivnost energetických investic . . . . .	17
1.6.	Řešené příklady . . . . .	18
1.7.	Příklady k řešení . . . . .	28
2.	Bilanční rozbor energetických potřeb závodu . . . . .	30
2.1.	Bilance potřeby tepla . . . . .	30
2.1.1.	Potřeba tepla pro vytápění . . . . .	30
2.1.2.	Potřeba tepla k větrání a úpravě vzduchu . . . . .	42
2.1.3.	Potřeba tepla k přípravě teplé užitkové vody . . . . .	46
2.1.4.	Potřeba tepla k technologickým účelům . . . . .	50
2.1.4.1.	Výměníky tepla . . . . .	51
2.1.4.1.1.	Způsoby sdílení tepla - přehled . . . . .	51
2.1.4.1.2.	Výměníky - technický výpočet . . . . .	58
2.1.4.2.	Odparky . . . . .	64
2.1.4.3.	Sušárny . . . . .	66
2.1.4.4.	Destilační a rektifikační kolony . . . . .	71
2.1.4.5.	Potřeba tepla v některých dalších průmyslových činnostech . . . . .	73
2.1.5.	Potřeba tepla v páře pro pohon parních motorů . . . . .	75

	Str.	
2.1.5.1.	Potřeba tepla v páře k pohonu protitlakého soustrojí . . . . .	75
2.1.5.2.	Potřeba tepla v páře k pohonu kondenzačního soustrojí . . . . .	77
2.1.5.3.	Potřeba tepla v páře k pohonu odběrového soustrojí . . . . .	78
2.1.5.4.	Potřeba tepla v páře k pohonu parního stroje bucharu . . . . .	80
2.1.6.	Ztráty tepla . . . . .	82
2.1.7.	Vlastní spotřeba výtopy a teplárny . . . . .	83
2.1.8.	Souhrnná potřeba tepla . . . . .	83
2.1.9.	Řešené příklady . . . . .	86
2.1.10.	Příklady k řešení . . . . .	103
2.2.	Bilance potřeby plynu . . . . .	104
2.2.1.	Rozdělení plynů, plynárenství v ČSSR . . . . .	104
2.2.2.	Rozbor základních vlastností plynů . . . . .	107
2.2.2.1.	Měrná hmotnost a hutnost . . . . .	107
2.2.2.2.	Spalné teplo a výhřevnost . . . . .	107
2.2.2.3.	Měření výhřevnosti, popř. dalších vlastností plynu . . . . .	108
2.2.2.4.	Viskozita . . . . .	111
2.2.2.5.	Zápalnost plynu . . . . .	111
2.2.2.6.	Spalovací rychlost . . . . .	111
2.2.2.7.	Záměnnost plynů . . . . .	113
2.2.3.	Spalování . . . . .	114
2.2.3.1.	Základní pojmy . . . . .	114
2.2.3.2.	Stechiometrie spalování . . . . .	115
2.2.3.3.	Kontrola spalování . . . . .	116
2.2.3.4.	Způsoby spalování plyných paliv . . . . .	117
2.2.3.5.	Hořáky na plyná paliva . . . . .	118
2.2.4.	Sestavování bilance potřeby plynu . . . . .	119
2.2.4.1.	Potřeba plynu pro technologické potřeby . . . . .	119
2.2.4.2.	Potřeba plynu pro netechnologické potřeby . . . . .	121
2.2.5.	Řešené příklady . . . . .	121
2.2.6.	Příklady k řešení . . . . .	124
2.3.	Bilance potřeby paliv pro průmyslové plamenné pece . . . . .	125
2.3.1.	Zdroje tepla a metody zahřívání . . . . .	125
2.3.2.	Klasifikace plamenných pecí . . . . .	127
2.3.2.1.	Základní pojmy a záměry zahřívání v pecích . . . . .	127
2.3.2.2.	Schéma pece a její části . . . . .	128
2.3.2.3.	Rozdělení pecí . . . . .	129
2.3.3.	Tepelný výpočet pece . . . . .	130
2.3.3.1.	Rozbor teplot . . . . .	130
2.3.3.2.	Tepelná bilance . . . . .	131
2.3.3.3.	Základní ukazatele pece . . . . .	138
2.3.3.4.	Postup při řešení průmyslové plamenné pece . . . . .	143
2.3.4.	Řešené příklady . . . . .	144
2.3.5.	Příklady k řešení . . . . .	151
2.4.	Bilance potřeby stlačeného vzduchu . . . . .	151
2.4.1.	Vlastnosti stlačeného vzduchu a možnosti jeho použití . . . . .	151
2.4.2.	Spotřebiče stlačeného vzduchu . . . . .	152
2.4.2.1.	Pneumatické nástroje . . . . .	152

	Str.	
2.4.2.2.	Použití stlačeného vzduchu v různých odvětvích průmyslu . . . . .	153
2.4.3.	Sestavování bilance potřeby stlačeného vzduchu . . . . .	154
2.4.4.	Řešené příklady . . . . .	156
2.4.5.	Příklady k řešení . . . . .	158
2.5.	Bilance potřeby vody . . . . .	159
2.5.1.	Vlastnosti vody a její použití v průmyslu . . . . .	159
2.5.2.	Bilance potřeby vody . . . . .	159
2.5.2.1.	Sestavování bilance pitné (užitkové) vody . . . . .	160
2.5.2.2.	Sestavování bilance vody pro průmyslové účely . . . . .	160
2.5.2.3.	Ztráty vody při ochlazování v ochlazovacích zařízeních . . . . .	163
2.5.2.4.	Porovnání průtočného hospodaření vodou s cirkulačním systémem hospodaření . . . . .	165
2.5.3.	Řešené příklady . . . . .	166
2.5.4.	Příklady k řešení . . . . .	167
2.6.	Bilance potřeby elektrické energie . . . . .	167
2.7.	Závěrečné hodnocení . . . . .	173
3.	Energetické zdroje pro potřeby závodu . . . . .	174
3.1.	Zásady pro volbu energetických zdrojů . . . . .	174
3.2.	Tepelné zdroje . . . . .	175
3.2.1.	Rozdělení tepelných zdrojů . . . . .	175
3.2.2.	Výtopna . . . . .	176
3.2.3.	Teplárna . . . . .	177
3.2.4.	Volba zdroje tepla . . . . .	179
3.2.5.	Stanovení výkonu kotlů . . . . .	182
3.2.6.	Teplárenský součinitel a součinitel redukce . . . . .	183
3.2.7.	Stanovení optimální hodnoty teplárenského součinitele . . . . .	186
3.2.8.	Stanovení výkonu teplárenských turbín . . . . .	189
3.2.9.	Skladba dalších zařízení v teplárnách ev. výtopnách . . . . .	191
3.2.10.	Závěry a provozní podmínky . . . . .	193
3.3.	Zdroje plynu . . . . .	194
3.3.1.	Rozdělení a vlastnosti zdrojů plynu . . . . .	194
3.3.2.	Nízkotlaké zplyňování . . . . .	194
3.3.3.	Určení výkonu nízkotlaké generátorové stanice . . . . .	197
3.3.4.	Kontrola zplyňování . . . . .	199
3.3.5.	Plynové regulační stanice . . . . .	201
3.3.6.	Provozní podmínky plynových zařízení . . . . .	202
3.4.	Zdroj tlakového vzduchu . . . . .	203
3.4.1.	Kompresorová stanice - schéma . . . . .	203
3.4.2.	Stanovení výkonu kompresorové stanice . . . . .	205
3.4.3.	Skladba kompresorů . . . . .	208
3.4.4.	Používané kompresory . . . . .	209
3.4.5.	Provozní a bezpečnostní předpisy . . . . .	210
3.5.	Zdroje vody . . . . .	210
3.5.1.	Zdroje vody, čerpací stanice . . . . .	210
3.5.2.	Zásobování vodou soustavou průběžnou . . . . .	211

	Str.	
3.5.3.	Zásobování vodou soustavou oběhovou . . . . .	213
3.6.	Zdroje elektrické energie . . . . .	214
3.7.	Využití dalších zdrojů energie . . . . .	215
3.7.1.	Využití sekundárních - odpadních zdrojů energie . . . . .	215
3.7.2.	Tepelná čerpadla . . . . .	216
3.8.	Doprava a uskladňování energií . . . . .	216
3.8.1.	Doprava energií do průmyslového závodu . . . . .	217
3.8.2.	Skladování paliv v průmyslovém závodě . . . . .	217
3.9.	Řešené příklady . . . . .	218
3.10.	Příklady k řešení . . . . .	227
3.11.	Perspektivy využití nových a nekonvenčních zdrojů . . . . .	229
3.11.1.	Využití sluneční energie . . . . .	229
3.11.2.	Využití odpadního tepla z kompresorových stanic . . . . .	231
3.11.3.	Využití tepelných čerpadel . . . . .	231
3.11.4.	Ekonomický rozbor . . . . .	233
3.11.5.	Možnosti použití nových a nekonvenčních energetických zdrojů při centralizovaném vytápění a ohřevu vody . . . . .	234
4.	Rozvody energií v průmyslovém závodě . . . . .	236
4.1.	Potrubní systémy . . . . .	236
4.1.1.	Skladba a rozdělení . . . . .	236
4.1.2.	Normalizace potrubí . . . . .	237
4.1.3.	Základní parametry potrubí . . . . .	237
4.2.	Proudění potrubím . . . . .	238
4.2.1.	Průměr potrubí . . . . .	238
4.2.2.	Způsoby proudění tekutiny potrubím . . . . .	242
4.2.3.	Základní energetická rovnice potrubí . . . . .	243
4.2.4.	Tlakové poměry v potrubí . . . . .	245
4.2.5.	Průtočné odpory potrubí . . . . .	246
4.2.6.	Poměry v dlouhých potrubích při dopravě plynů . . . . .	250
4.2.7.	Charakteristika potrubí . . . . .	251
4.2.8.	Nestacionární průtok, ráz v potrubí . . . . .	251
4.3.	Pevnostní namáhání potrubí . . . . .	252
4.3.1.	Rozbor napětí ve stěně trubky, postup při výpočtu . . . . .	252
4.3.2.	Teplotová pnutí, kompenzátory . . . . .	253
4.4.	Tepelná izolace potrubí . . . . .	254
4.4.1.	Základní rozbor . . . . .	254
4.4.2.	Výpočet tepelných ztrát z izolovaného potrubí . . . . .	254
4.4.3.	Výpočet tloušťky izolační vrstvy potrubí . . . . .	256
4.5.	Přenos a rozvod tepla . . . . .	257
4.5.1.	Skladba soustavy centralizovaného zásobování teplem . . . . .	257
4.5.2.	Skladba sítí a připojení spotřebičů . . . . .	257
4.5.3.	Průběh, teplot teplotonosné látky v tepelných sítích při ústředním řízení dodávky tepla . . . . .	261
4.5.3.1.	Průběh teplot teplotonosné vody při dodávce tepla pro vytápění . . . . .	261

	Str.
4.5.3.2. Průběh teplot teplotnosné vody při dočávece tepla pro ohřívání užitkové vody a pro výrobní účely . . . . .	264
4.5.4. Postup při řešení tepelné sítě . . . . .	265
4.5.5. Tlakové a teplotní poměry v tepelné síti . . . . .	267
4.5.6. Předávací odběratelské stanice . . . . .	269
4.5.7. Regulace rozvodu tepla - přehled . . . . .	271
4.6. Přenos a rozvod dalších energií . . . . .	272
4.6.1. Rozvod plynu, skladba plynové sítě . . . . .	272
4.6.2. Rozvod stlačeného vzduchu, skladba sítě . . . . .	274
4.6.3. Rozvod vody, čerpací zařízení . . . . .	277
4.7. Řešené příklady . . . . .	280
4.8. Příklady k řešení . . . . .	290
5. Zásady řešení zásobování energiemi průmyslových závodů . . . . .	292
5.1. Metodika řešení . . . . .	292
5.2. Zásady při zásobování závodu teplem . . . . .	296
5.3. Zásady při zásobování závodu topnými plyny . . . . .	299
5.4. Zásady při zásobování závodu stlačeným vzduchem . . . . .	299
5.5. Zásady při zásobování závodu vodou . . . . .	299
5.6. Zásady při zásobování závodu elektrickou energií . . . . .	300
6. Diagramy . . . . .	301
7. Seznam literatury . . . . .	305
Obsah . . . . .	307