

# OBSAH

ÚVOD .....	13
<b>1.0 ENERGIE A SPOLEČNOST .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 ENERGIE A ROZVOJ LIDSTVA .....</b>	<b>17</b>
1.1.1 Vliv populačního přírůstku na energetickou politiku .....	17
1.1.2 Trvale udržitelný rozvoj .....	18
1.1.3 Faktory trvale udržitelného rozvoje ● Půda a potrava ● Voda a vodní hospodářství ● Průmyslový a městský odpad ● Suroviny ● Přirozené prostředí pro život člověka .....	19
1.1.4 Energie – politický problém .....	21
1.1.5 Globalizace energetického hospodářství .....	22
1.1.6 Problém financování energetiky .....	23
1.1.7 Prognózy nárůstu instalovaných výkonů elektráren .....	24
<b>1.2 GLOBÁLNÍ STRÍDÁNÍ ZDROJŮ .....</b>	<b>26</b>
1.2.1 Zdroje energie ● Ropa ● Kapalná paliva v ČR ● Zemní plyn ● Plyn a plynofikace v ČR ● Podzemní zásobníky ● Propan-butan ● Černé uhlí v ČR ● Hnědé uhlí ● Hnědé uhlí v ČR ● Lignit v ČR ● Jaderná paliva ● Uran v ČR ● Tradiční paliva ● Obnovitelné zdroje .....	27
<b>1.3 SVĚTOVÁ POPTÁVKA PO ENERGII .....</b>	<b>32</b>
1.3.1 Vývoj poptávky v oblasti elektrické energie do roku 2050 .....	32
<b>1.4 ENERGIE A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>33</b>
1.4.1 Negativní vlivy energetiky na životní prostředí .....	33
1.4.2 Emise CO <sub>2</sub> .....	34
1.4.3 Skleníkový efekt ● Ozonová díra ● Radioaktivní látky ● Další nebezpečné látky .....	35
1.4.4 Opatření k zamezení růstu emise ● Řešení ekolog. aspektů před spalováním ● Řešení ekolog. aspektů při spalování ● Řešení ekolog. aspektů po spalování ● Emise kontra imise .....	36
1.4.5 Metody čištění spalin .....	37
1.4.6 Snižování emise NO <sub>x</sub> ● Nové metody snižování škodlivých emise CO <sub>2</sub> a NO <sub>x</sub> ● Katalytické spalování ● Separace CO <sub>2</sub> ● Spalování v atmosféře O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> ● Spojení kombinovaného cyklu se zplyňováním ● Dekarbonizace energetiky .....	39
1.4.7 Les – akumulace uhlíku ● Rychle rostoucí dřeviny ● Akumulace a dlouhodobé skladování uhlíku .....	41
1.4.8 Porovnání různých variant výroby elektřiny a tepla z pohledu primárních zdrojů a redukce emise .....	42
<b>1.5 INTEGROVANÉ ENERGETICKÉ SYSTÉMY A EKOLOGIE .....</b>	<b>44</b>
<b>1.6 NOVÁ EKOLOGICKÁ KRITÉRIA ZDROJŮ ENERGIE .....</b>	<b>45</b>
1.6.1 Kumulovaná energetická spotřeba ● Sklizňový faktor ● Energet. amortizační doba .....	45
<b>1.7 INTERNALIZACE EXTERNÍCH NÁKLADŮ ELEKTŘINY .....</b>	<b>46</b>
1.7.1 Definice externích nákladů elektřiny ● Sestavení a ohraničení ext. nákladů .....	46
1.7.2 Vlivy na životní prostředí a lidské zdraví ● Ostatní vlivy na život. prostředí ● Důsledky na lidské zdraví .....	48
1.7.3 Náklady spojené s ochrannými opatřeními a škodami mimo elektrárnu .....	49
1.7.4 Náklady na čerpání neobnovitelných zdrojů .....	50
1.7.5 Náklady společnosti – státu .....	51
<b>1.8 ZÁSOBOVÁNÍ ENERGIÍ A RIZIKA .....</b>	<b>51</b>
1.8.1 Subjektivní hodnocení rizika a energetika ● Rizika smrtelného úrazu elektřinou .....	52
1.8.2 Elektroenergetická pole ● Elektrická pole ● Vysokofrekvenční pole .....	53
1.8.3 Lidský organismus a radioaktivita ● Zdroje aktivity podle vzniku .....	55
1.8.4 Elektromagnetické pole a lidský organismus ● Organismus a elektrická pole ● Organismus a mag. pole .....	57

1.8.5 Elektromag. pole lidského těla ● Elektromag. pole rušící bioelektrickou aktivitu ● Hustota proudu v lidském těle ● Biologicko-medicínská řešení ● Šetření na buňkách lidského organismu ● Leukemie a mag. pole .....	59
1.8.6 Elektromag. pole energetických zařízení .....	63
1.8.7 Kabely a požadavky na ukládání kabelů ● Opatření u jednotlivých kabelů třífáz. systému ● Stínění kabelů proti rušivým elektromag. polím .....	63
1.8.8 Venkovní vedení .....	64
1.8.9 Elektrické stanice .....	66
1.8.10 Současná doporučení mezních hodnot a předpisy o mezních hodnotách .....	66
<b>1.9 TRANSFORMACE FOREM ENERGIE .....</b>	<b>67</b>
1.9.1 Matice transformace forem energie .....	67
1.9.2 Účinnost přeměn energie ● První a druhá termodynamická věta .....	68
1.9.3 Energie a entropie .....	69
1.9.4 Energie = exergie + anergie .....	70
1.9.5 Energetické a exergetické účinnosti vybraných variant tech. řešení .....	71
<b>2.0 LIBERALIZACE ELEKTROENERGETIKY .....</b>	<b>75</b>
<b>2.1 SPECIFICKÉ ZVLÁŠTNOSTI ELEKTRINY .....</b>	<b>75</b>
<b>2.2 PŘIROZENÝ A INSTITUCIONÁLNÍ MONOPOL V ENERGETICE ● PŘÍČNÝ (HORIZONTÁLNÍ) MONOPOL .....</b>	<b>75</b>
2.2.1 Příčný monopol z pohledu teorie a praxe ● Synergické efekty ● Interní subvencování a jeho definice ● Vývoj v posuzování interní subvence ● Podnikatelské aspekty interní subvence .....	77
<b>2.3 VÝVOJ REFOREM ELEKTROENERGETIKY .....</b>	<b>80</b>
● Vliv zpomalení poptávky ● Vliv techniky a technologie ● Nahrazení regulovaného monopolu konkurencí ● Současné změny ● Důvody odklonu od tradičních modelů elektroenergetiky v EU	
2.3.1 Směrnice 96/92EC ● Společná pravidla ● Možnost volby ● Regulátor .....	83
2.3.2 Současný stav deregulace .....	89
<b>2.4 TRANSFORMACE ENERGETIKY ČR .....</b>	<b>91</b>
2.4.1 Energetická politika ČR ● Dosavadní stav ● Návrh energetické politiky .....	91
2.4.2 Legislativa energetiky ČR ● Dosavadní stav ● Návrhy nových zákonů .....	94
2.4.3 Vývoj elektroenergetiky ČR .....	95
2.4.4 Výrobní základna ● Vývoj instalovaného výkonu .....	96
2.4.5 Prognóza vývoje spotřeby ● Elektrizační soustava ČR .....	97
2.4.6 Zásobování teplem v ČR .....	101
<b>2.5 SLUŽBY V ELEKTRICKÉM ZÁSOBOVACÍM SYSTÉMU PŘI LIBERALIZACI TRHU .....</b>	<b>102</b>
2.5.1 Udržování frekvence a výkonové bilance ● Regulace a rezervy ● Primární regulace ● Sekundární regulace .....	103
2.5.2 Vyrovnávání bilance ● Udržování napětí a obstarání jalového výkonu ● Odstranění úzkých míst ● Řízení provozu a znovuoobnovení provozu .....	105
2.5.3 Zúčtování služeb (všeobecně) ● Zúčtování jednotlivých služeb .....	108
2.5.4 Postupy praktikované v některých státech EU .....	109
2.5.5 Pravidla přístupu do sítě .....	110
<b>2.6 METODY ROZDĚLENÍ NÁKLADŮ ZA PŘENOSOVÉ SLUŽBY MEZI UŽIVATELE PŘENOSU .....</b>	<b>110</b>
2.6.1 Metody vycházející z vynaložených nákladů ● Metody oceňující přenosové služby pomocí marginálních nákladů .....	110
2.6.2 Začlenění do tarifních komponent ● Zatížení poplatky podle síťových úrovní ● Poplatky za přístup k sítím ● Rozdělení poplatků na výrobce anebo odběratele ● Rozdělení nákladů v sítích stejné síťové úrovně ● Závislost na místě nebo vzdálenosti ● Vztah výkonu a práce .....	111
2.6.3 Zjišťování a přiřazování síťových nákladů .....	115

2.6.3.1	Funkce hospodářského ocenění řízení sítě v liberal. trhu .....	116
2.6.4	Přístup k sítím a zúčtování všech služeb v zahraničí ● SRN ● Holandsko ● Anglie a Wales ● Švédsko ● Norsko ● Finsko ● Švýcarsko ● Itálie .....	117
2.6.5	Problém uvízlých nákladů .....	122
2.6.6	Pravidla pro obnovitelné zdroje a kombinovanou výrobu elektřiny a tepla ● Měření a fakturace odběru .....	123
<b>2.7</b>	<b>PROBLÉMY PLNĚ LIBERALIZOVANÉHO TRHU .....</b>	<b>123</b>
2.7.1	Plánování v podmínkách trhu ● Plánování rozvoje a provozu přenosové soustavy ● Plánování výroby elektřiny ● Plánování provozu jaderných elektráren ● Plánování provozu vodních elektráren ● Další aspekty .....	123
2.7.2	Konkurence kontra integrované plánování na straně nabídky a poptávky (IRP) .....	125
2.7.3	Hypotézy k vývoji energetiky – od zásobování k makléřství ● Nadměrné výrobní kapacity vyvolané strukturou trhu ● Proces dopředné integrace výrobců energ. zařízení ● Jak mají energetické společnosti reagovat na uvedené tendence .....	126
2.7.4	Funkce makléře ● Podstatné rysy funkce makléře ● Předpoklady výkonu makléřské funkce .....	127
2.7.5	Vliv deregulace na energetický výzkum a vývoj .....	128
2.7.6	Strategie efektivnosti podnikání pro přežití v 21. století ● Přežití a úspěch na liberalizovaném trhu ● Nové oblasti podnikání .....	129
<b>2.8</b>	<b>ÚLOHA INFORMAČNÍ A TELEKOMUNIKAČNÍ TECHNIKY V LIBER. TRHU .....</b>	<b>131</b>
2.8.1	Řízení a informační infrastruktura ● Požadavky na telekomunikační systémy ● Dodávka ● Poptávka ● Smluvní závazek ● Správa kontraktu ● Plánování volné přenosové kapacity ● Rezervování kapacity ● Správa přepravní kapacity ● Provoz sítě ● Fakturace .....	131
<b>2.9</b>	<b>OASIS – OBCHOD S ELEKTRÍNOU PO INTERNETU V USA .....</b>	<b>134</b>
<b>3.0</b>	<b>ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE .....</b>	<b>143</b>
<b>3.1</b>	<b>HRANICE STÁVAJÍCÍCH TECHNOLOGIÍ .....</b>	<b>143</b>
3.1.1	Nové varianty řešení technologie .....	143
3.1.2	Vícenásobné parní cykly .....	143
3.1.3	Vývojové tendence klasických parních oběhů .....	144
3.1.4	Klasické jednotky s nadkritickými parametry .....	144
3.1.5	Moderní parogenerátory s rekuperací tepla .....	144
3.1.6	Kotle s využitím kondenzačního tepla .....	145
<b>3.2</b>	<b>TECHNICKÉ SMĚRY VÝVOJE UHELNÝCH TECHNOLOGIÍ .....</b>	<b>145</b>
3.2.1	Zvýšení účinnosti elektráren .....	145
3.2.2	Integrované zplynovací jednotky (IGCC) .....	147
3.2.3	Rozvoj fluidního spalování .....	148
3.2.4	Tlakové fluidní spalování (PFBC) .....	148
<b>3.3</b>	<b>PAROPLYNOVÉ CYKLY .....</b>	<b>149</b>
3.3.1	Pokrok v konstrukci spalovacích turbín .....	149
3.3.2	Zvyšování účinnosti plyn. turbín katalytickým parním reformováním plynu .....	150
3.3.3	Očekávaný vývoj spalovacích turbín .....	151
3.3.4	Elektrárenské paroplynové cykly .....	152
3.3.5	Nová řešení s paroplynovým zařízením .....	153
3.3.5.1	Ericson-Reitlingerův cyklus .....	153
3.3.5.2	Chengův cyklus .....	154
3.3.5.3	Oběhy HAT .....	154
3.3.5.4	Oběh CASH .....	155
3.3.5.5	Kalinův oběh .....	155
3.3.5.6	Energetický systém HIPPS .....	156
3.3.5.7	Program LEBS .....	156

3.3.5.8 EFCC proces .....	157
3.3.5.9 Tsiki-Durstův cyklus .....	157
3.3.5.10 Paroplynové zařízení Hutter .....	158
3.3.6 Porovnání různých kombinovaných procesů .....	158
3.3.7 Úspora tepla v palivu při kombinované výrobě elektřiny a tepla .....	159
3.3.8 Blokové teplárny .....	160
3.3.9 Blokové teplárny se spalovacími pístovými motory .....	161
3.3.10 Účinnost využití energie v motorech na plynová paliva a velikost instal. výkonů .....	162
3.3.11 Využití kogeneračních jednotek pro spalování bioplynu a biomasy .....	163
3.3.12 Blokové teplárny s plynovými turbinami .....	163
3.3.13 Termokomprese a tepelná čerpadla .....	163
3.3.14 Tepelná čerpadla a kombinovaná výroba elektřiny a tepla .....	163
3.3.15 Termodynamické porovnání tepelných čerpadel .....	165
3.3.16 Elektrochemická výroba elektřiny s palivovými články .....	165
3.3.17 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla s palivovými články .....	167
<b>3.4 VÝVOJ JADERNÉ ENERGETIKY .....</b>	<b>168</b>
3.4.1 Současný stav vývoje .....	168
3.4.2 Jaderné elektrárny druhé generace .....	169
3.4.3 Tlakovodní reaktory .....	169
3.4.3.1 Evropský tlakovodní reaktor EPR .....	169
3.4.3.2 Tlakovodní reaktor AP 600 .....	170
3.4.3.3 Zdokonalený tlakovodní reaktor VVER 640 .....	171
3.4.4 Varné reaktory .....	172
3.4.4.1 Varný reaktor SWR 1000 .....	172
3.4.4.2 Varný reaktor SBWR .....	173
3.4.5 Vysokoteplotní reaktory .....	173
3.4.6 Rychlé množivé reaktory .....	174
3.4.7 Budoucí jaderná energetika .....	175
3.4.8 Jaderná fúze .....	175
3.4.8.1 Zařízení s tzv. magnetickým udržením .....	176
3.4.8.2 Zařízení (elektrárny) založené na inerciální fúzi .....	178
3.4.9 Urychlovačem řízený reaktor (ADTT) .....	179
3.4.10 Přímá přeměna termonukleární energie .....	179
3.4.11 Problematika radioaktivních odpadů .....	180
<b>3.5 SYNTETICKÁ PALIVA V ENERGETICE .....</b>	<b>181</b>
3.5.1 Zplyňování uhlí .....	181
3.5.2 Vodík jako sekundární palivo .....	181
3.5.2.1 Výroba vodíku .....	182
3.5.2.2 Využití vodíku v energetice .....	184
3.5.3 Rychlý vyvíječ páry HYDROSS .....	184
3.5.4 Dálkový přenos energie EVA-ADAM .....	185
3.5.5 Elektřina, vodík a sluneční energie .....	186
3.5.6 Perspektivy vodíkové energetiky .....	186
<b>3.6 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE .....</b>	<b>187</b>
3.6.1 Vodní energie .....	188
3.6.2 Vodní energie v ČR .....	188
3.6.3 Biomasa .....	188
3.6.4 Zdroje biomasy .....	188
3.6.5 Ročně využitelné množství biomasy v ČR .....	189
3.6.6 Dřevěné brikety .....	189
3.6.7 Vlastnosti biopaliv .....	189
3.6.8 Zvláštnosti biopaliv .....	189

3.6.9	Technická zařízení pro spalování biopaliv .....	190
3.6.10	Spalování slámy .....	190
3.6.11	Spalování slámy a hnědého uhlí .....	190
3.6.12	Bioplyn .....	190
3.6.13	Tuhý komunální odpad .....	191
3.6.14	Nový termický postup na likvidaci odpadu .....	191
3.6.15	Využití řepky pro technické účely .....	191
3.6.16	Sluneční energie .....	192
3.6.17	Přeměna sluneční energie na elektrickou energii .....	192
3.6.18	Sluneční tepelné systémy .....	193
3.6.19	Solární kolektory, zákl. článek aktivních systémů .....	193
3.6.20	Fotovoltaické systémy .....	194
3.6.21	Využití sluneční energie v energetice .....	195
3.6.22	Větrná energie .....	196
3.6.23	Větrné motory .....	196
3.6.24	Výroba a dodávka elektřiny .....	197
3.6.25	Ekologické faktory v provozu .....	197
3.6.26	Současný stav využití větrné energie a předpokládaný rozvoj .....	197
3.6.27	Geotermální systémy .....	198
3.6.28	Systém suché páry .....	199
3.6.29	Systém mokré páry .....	199
3.6.30	Horkovodní (binární) systém .....	199
3.6.31	Horká suchá skála – metoda „Hot-Dry-Rock“ .....	199
3.6.32	Využití geotermální energie nebo tepla odpadních vod .....	199
3.6.33	Přeměna tepelné energie mořské vody .....	200
3.6.34	Přilivová energie a přílivové elektrárny .....	200
3.6.35	Mořské proudy a vlnění .....	201
3.6.36	Vývoj vodních turbin .....	201
<b>3.7</b>	<b>PROGNÓZY DALŠÍHO ROZVOJE NEOBNOVITELNÝCH</b>	
	<b>ENERGETICKÝCH ZDROJŮ</b> .....	202
<b>3.8</b>	<b>PERSPEKTIVY VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ</b> .....	203
<b>3.9</b>	<b>DRUHOTNÉ ENERGETICKÉ ZDROJE (DEZ)</b> .....	204
3.9.1	Druhotné energ. zdroje a možnosti jejich využití .....	204
3.9.2	Formy druhotných energ. zdrojů .....	205
3.9.3	Zásady využívání DEZ .....	206
<b>4.0</b>	<b>ELEKTRICKÉ SÍTĚ A JEJICH MODERNIZACE</b> .....	209
<b>4.1</b>	<b>DÁLKOVÁ DOPRAVA ENERGIE</b> .....	209
4.1.1	Dálková doprava elektřiny .....	209
4.1.2	Hranice pro dálkový třífázový přenos .....	209
<b>4.2</b>	<b>PROPOJOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH PŘENOSOVÝCH SÍTÍ</b> .....	211
4.2.1	Omezení ve zvětšování propojených soustav .....	211
4.2.2	Nesynchronní propojování elektrizačních soustav .....	212
<b>4.3</b>	<b>POŽADAVKY NA NOVOU KVALITU ELEKTRICKÉ ENERGIE</b> .....	213
4.3.1	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) .....	214
4.3.2	Vliv poruch a výpadků dodávky elektřiny .....	214
4.3.3	Flikr v distribučních sítích .....	216
4.3.4	Hodnocení nákladů na kvalitu elektřiny .....	217
4.3.5	Měření a registrace kvality ● Registrace poruch v důsledku zkratů a zemních spojení ● Registrace výkonu a frekvence ● Měření fáze .....	217
<b>4.4</b>	<b>ZAŘÍZENÍ NA ŘÍZENÍ KVALITY ELEKTRICKÉ ENERGIE</b> .....	218
4.4.1	Konvenční zařízení řízení toku, výkonů, napětí a stability elektr. sítě .....	218

<b>4.5 NOVÁ ZAŘÍZENÍ NA ZVÝŠENÍ KVALITY ELEKTRINY NA STRANĚ DODAVATELE</b>	<b>219</b>
● Bezkontaktní spínače a přepínače – základní prvek výkonové elektroniky ● Aplikace techniky IGCT	
<b>4.5.1 Zařízení FACTS ● Síťové technické požadavky na FACTS</b>	
● Porovnání síťové struktury Evropy a USA	221
<b>4.5.2 Statické kompenzátory v paralelním zapojení SVC</b>	222
<b>4.5.3 Statický kompenzátor SVG</b>	223
<b>4.5.4 Řízená sériová kompenzace ASC ● Komponenty zařízení ASC</b>	223
<b>4.5.5 Tyristorem řízený příčný regulátor PAR</b>	226
<b>4.5.6 Tyristorem řízený regulátor se šikmou složkou napětí UPFC</b>	226
<b>4.6 NOVÁ ZAŘÍZENÍ NA ZVÝŠENÍ KVALITY ELEKTRINY NA STRANĚ SPOTŘEBY</b>	<b>227</b>
<b>4.6.1 Dynamický regulátor napětí DVR</b>	227
<b>4.6.2 Statický kompenzátor – DSTATCON</b>	228
<b>4.6.3 Statické systémy nepřerušitelného zásobování elektrinou – UPS</b>	228
<b>4.6.3.1 Zdroje „On-line“ s jednou konverzí</b>	229
<b>4.6.3.2 Zdroje „On-line“ s dvojitou konverzí</b>	230
<b>4.6.3.3 UPS s delta konverzí</b>	231
<b>4.6.3.4 Zdroje v zapojení „Line interactive“</b>	232
<b>4.6.3.5 Zdroje v zapojení „Off-line“</b>	232
<b>4.6.3.6 Dynamické SVC – RTPFC</b>	233
<b>4.6.3.7 Rotační zařízení nepřerušitelného zásobování elektrinou</b>	233
<b>4.7 SYSTÉM ŘÍZENÍ PROVOZU PROPOJENÉ ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY</b>	<b>234</b>
<b>4.7.1 Doporučení UCPTÉ pro provoz elektrizačních soustav v propojených systémech ● Primární regulace ● Sekundární regulace ● Regulace napětí ● Bezpečnost provozu ● Opatření k zamezení systémových poruch</b>	234
<b>4.7.2 Standardy UCPTÉ k zajištění dohodnuté úrovně přenosových služeb ● Provoz a řízení el. soustavy v plně liberalizovaném trhu ● Řízení rozdělování toku výkonu ● Havarijní režim ● Řízení bezpečnosti provozu ● Organizační opatření</b>	235
<b>4.7.3 Spolehlivost elektrických sítí</b>	239
<b>4.7.4 Spolehlivost zásobování v podmínkách liberalizace trhu v EU</b>	244
<b>4.8 VÝSTAVBA DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ PŘI LIBERALIZACI TRHU V ČLENSKÝCH ZEMÍCH EU</b>	<b>247</b>
<b>4.8.1 Zvyšování kvality ● Posuzování dodavatelských QM-systémů</b>	247
<b>4.8.2 Provoz sítí</b>	248
<b>4.8.3 Francie – EdF ● Konfigurace el. sítí ● Struktura a provoz sítí ● Nové modely k ohodnocení kvality zásobování</b>	249
<b>4.8.4 Plánovací kritéria a liberalizace trhu ● Francie – EdF ● Všeobecné principy plánování sítí ● Nové požadavky na plánování sítí ● Modely analýzy hospodárnosti ● Nová nákladová funkce ● Nová technická kritéria ● Metody technických analýz</b>	251
<b>4.8.5 SRN – RWE ● Plánovací nástroje ● Koncepce rozvoje jednotlivých napěťových úrovní ● Kritéria pro plánování distribučních sítí ● Sítě středního napětí</b>	253
<b>4.8.6 Plánovací kritéria v sítích NORDELU ● Poruchová statistika ● Pravidla provozu při poruchách ● Druhy poruch</b>	255
<b>4.9 AKUMULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE V ELEKTRICKÝCH SÍTÍCH</b>	<b>257</b>
<b>4.9.1 Možnosti nasazení akumulátoru energie v elektr. síti</b>	257
<b>4.9.2 Akumulace elektřiny pomocí stlačeného vzduchu</b>	257
<b>4.9.3 Kondenzátorové akumulátory</b>	258
<b>4.9.4 Elektrochemické akumulátory (baterie)</b>	258
<b>5.0 ŘÍZENÍ A INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE</b>	<b>263</b>
<b>5.1 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉHO ŘÍZENÍ SÍTÍ VN</b>	263
<b>5.2 PRINCIPY MODERNIZACE SOUČASNÝCH ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ</b>	264

<b>5.3 PŘECHOD ENERGETIKY NA DIGITÁLNÍ TECHNIKU</b> .....	264
● Komunikační systémy ● Přenos signálů elektr. ochran ● Přenos dat .....	
<b>5.4 ŘÍZENÍ TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ</b> .....	266
● Stručný popis hlavních standardizačních projektů ● ISP – Interoperable System Project ● World Fip ● Profibus ● Evropská směrnice EN 50170 .....	
<b>5.4.1 Příklady modernizace řízení elektr. stanic ● Řídicí systém elektr.     stanice ● Terminály ● Komunikace s terminály ● Systém pro výpočet sítě 110 kV     s on-line, off-line připojením na řídicí systém LS 3200 ● Řídicí systémy     Siemens ● Distribuovaný řídicí systém LSX a jeho modernizace</b> .....	268
<b>5.5 BUDOUCÍ DIGITÁLNÍ ŘÍZENÍ ELEKTRICKÉ STANICE</b> .....	271
5.5.1 Struktura moderní sekundární techniky .....	271
5.5.2 Systémové požadavky ● Zpracování informací ● Konstrukce procesních modulů .....	272
5.5.3 Struktura moderního řízení elektr. stanic .....	273
5.5.4 Architektura řízení elektr. stanic .....	273
5.5.5 Schéma budoucího řízení elektr. stanic .....	274
5.5.6 Přístrojové integrace v řídicích soustavách elektr. sítí .....	275
5.5.7 Požadavky na řídicí systémy z dlouhodobého hlediska ● Dokumentace staniční řídicí techniky .....	275
<b>5.6 VÝVOJ HROMADNÉHO DÁLKOVÉHO OVLÁDÁNÍ (HDO)</b> .....	276
5.6.1 Radiové (bezdrátové) HDO .....	277
<b>6.0 KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY ENERGETIKY</b> .....	281
<b>6.1 STÁVAJÍCÍ KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY</b> .....	281
● Totální (LAN) sítě a jejich propojování ● Síť FDDI ● Gigabitový Ethernet ● Propojování lokálních sítí .....	
<b>6.1.1 Protokoly a standardy vrstev OSI</b> .....	282
6.1.2 Síťové operační systémy .....	282
6.1.3 Využití LAN/WAN struktury pro řízení elektrických stanic a sítí .....	282
<b>6.2 PŘENOSOVÉ SYSTÉMY</b> .....	284
6.2.1 Synchronní digitální hierarchie (SDH) ● Nejdůležitější prvky synchronního přenosového systému SDH ● Síť SDH .....	285
6.2.2 Nasazení SDH v energetice .....	287
<b>6.3 ASYNCHRONNÍ TECHNOLOGIE ATM</b> .....	288
6.3.1 Přenos ATM .....	288
6.3.2 Vrstvy ATM .....	290
6.3.3 ATM spojení .....	290
6.3.4 Porovnání různých principů přenosu .....	291
<b>6.4 KOMUNIKAČNÍ TECHNIKA BUDOUCNOSTI</b> .....	293
6.4.1 ISDN digitální síť integrovaných služeb .....	293
6.4.2 Rozvoj služeb a sítí ISDN .....	293
<b>6.5 ŠIROKOPÁSMOVÉ SÍTĚ</b> .....	294
6.5.1 Spojovací systémy ● Přenosová síť ● Datové sítě ● Signální sítě ● Přístupové sítě ● Radiové spoje .....	295
6.5.2 Výhledové možnosti využití telekomunikačních sítí energetiky ● Program výstavby přenosového systému JME, a. s. – příklad .....	296
6.5.3 Budoucí spektrum telekomunikačních služeb .....	297
<b>6.6 MOŽNOSTI ENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ NABÍZET TELEKOMUNIKAČNÍ SLUŽBY</b> .....	297
<b>6.7 VYUŽITÍ INTERNETU V ENERGETICE</b> .....	298
<b>7.0 KOMPONENTY ELEKTRICKÝCH SOUSTAV</b> .....	303
<b>7.1 VODIČE A SVĚTLOVODY</b> .....	303
7.1.1 Vodiče ● Omezení průvěsů vodiče .....	303

7.1.2 Světlovody ● Současný stav techniky optických vodičů .....	303
<b>7.2 STOŽÁRY .....</b>	<b>306</b>
<b>7.3 VENKOVNÍ VEDENÍ .....</b>	<b>308</b>
7.3.1 Možnost a hranice použití venkovních vedení v elektr. sítích .....	308
7.3.2 Venkovní kompaktní vedení .....	312
<b>7.4 KABELOVÁ TECHNIKA .....</b>	<b>315</b>
7.4.1 Význam kabelů pro zásobování elektrickou energií .....	315
7.4.2 Současný stav kabelové techniky ● Celoplastové kabely .....	316
7.4.3 Ostatní typy kabelů .....	319
7.4.4 Budoucí vývoj kabelové techniky .....	320
7.4.5 Chlazení kabelů .....	322
7.4.6 Typy kabelů v podmínkách požáru .....	323
7.4.7 Nové techniky pokládky kabelů .....	324
7.4.8 Kabelové soubory VN a VVN .....	325
7.4.9 Současný vývoj technologie kabelových souborů VN .....	325
7.4.10 Kabelové soubory VVN .....	330
7.4.11 Kabelové diagnostické metody .....	331
7.4.12 Stárnutí plastových kabelů .....	331
7.4.13 Zkoušky a monitorování kabelů .....	332
7.4.14 Měření dílčích výbojů .....	335
7.4.15 Diagnostika a zaměřování poruch kabelů .....	336
7.4.15.1 Nová generace kabelových měřicích vozů .....	336
7.4.15.2 Kabelové hledačky .....	337
7.4.16 Centrální a decentralizované zaměření poruch v sítích VN s digitálními ochranami .....	339
7.4.17 Zaměřování poruch v kompenzovaných sítích pulzní metodou .....	342
<b>7.5 TRANSFORMÁTORY .....</b>	<b>342</b>
7.5.1 Vývoj distribučních transformátorů .....	342
7.5.2 Výkonové transformátory VVN s izolací SF <sub>6</sub> .....	346
7.5.3 Monitorování a diagnostika transformátorů .....	346
7.5.4 Supravodivé transformátory .....	348
<b>7.6 ELEKTRICKÉ GENERÁTORY A MOTORY .....</b>	<b>349</b>
7.6.1 Alternátory ● Nové vodou chlazené turbogenerátory nad 400 MVA .....	349
7.6.2 Synchronní motory .....	351
7.6.3 Asynchronní motory .....	352
7.6.4 Generátor a transformátor v jediném celku (Powerformer) .....	353
<b>7.7 ELEKTRICKÉ POHONY .....</b>	<b>354</b>
7.7.1 Trend vývoje elektrických pohonů .....	354
7.7.2 Řídicí a regulační systémy .....	355
7.7.3 Softstartery .....	357
7.7.4 Elektrická hřídel .....	357
<b>7.8 SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ VN A VVN .....</b>	<b>359</b>
7.8.1 Zhášecí technika SF <sub>6</sub> .....	359
7.8.2 Vakuová spínací technika .....	359
7.8.3 Vakuové vypínače VN a VVN .....	360
7.8.4 Elektronické řízení a diagnostika .....	361
7.8.5 Pohony pro výkonové vypínače VN a VVN .....	362
7.8.6 Venkovní odpínač ● Venkovní odpínače se zhašecími komorami .....	363
7.8.6.1 Dálkové ovládání venkovních odpínačů ● Řízení a monitorování odpojovačů a zemních spínačů .....	364
<b>7.9 SPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ NN .....</b>	<b>365</b>
7.9.1 Všeobecné trendy ● Bezkontaktní spínání v sítích NN .....	365



7.9.2	Výkonové vypínače .....	366
7.9.3	Elektronické pojistky .....	366
7.9.4	Kombinace výkonového vypínače a stykače .....	367
7.9.5	Polovodičové stykače .....	367
7.9.6	Pojistkové výkonové odpínače NN .....	367
7.9.7	Pojistkové lišty .....	368
7.9.8	Jističe .....	368
7.9.9	Proudové chrániče .....	370
7.9.10	Nekonvenční měniče proudu a napětí ● Digitální měření a měniče .....	371
<b>7.10</b>	<b>OMEZOVAČE PROUDU V SÍTÍCH VN</b>	
	● Možné koncepce omezení zkratových proudů .....	372
<b>7.11</b>	<b>TRENDY V KONSTRUKCI IZOLÁTORŮ VN A VVN</b> .....	375
<b>7.12</b>	<b>DIGITÁLNÍ OCHRANY PRO ELEKTRICKÉ SÍTĚ</b> .....	377
7.12.1	Příklady přístrojové digitalizace ● Přístroj pro odbočkové pole ve stanici VN ● Distanční ochrana v sítích VN ● Diferenciální ochrana v sítích VN .....	388
7.12.2	Systémy pro přenos signálů ochran .....	390
7.12.3	Elektronická přepínací automatika v rozvodnách .....	391
<b>7.13</b>	<b>OCHRANA PROTI PŘEPĚTÍ</b> .....	392
7.13.1	Zdroje přepětí .....	392
7.13.2	Ochranné prvky proti přepětí .....	392
7.13.3	Typy svodičů přepětí ● Ventilové bleskojistky ● Svodiče přepětí na bázi ZnO .....	392
7.13.4	Volba přepětíových ochran ● Složené ochrany .....	396
7.13.5	Ochrana proti přepětí v zařízeních NN .....	397
7.13.6	Bleskosvody ● Opatření k zamezení bleskového přepětí ● Odolnost zemních lan s integrovanými optovodiči před úderem blesku .....	398
<b>7.14</b>	<b>TRENDY VÝVOJE ROZVADĚČŮ VN A VVN</b> .....	399
7.14.1	Konstrukce spinacího pole .....	399
7.14.2	Redukce potřeby prostoru elektr. stanice .....	400
7.14.3	Kontejnerové rozvodny VN .....	401
7.14.4	Rozvaděčová technika NN .....	401
7.14.4.1	Nové prvky .....	401
7.14.4.2	Připojnicové adaptéry ● Tlačítka pro komunikační sběrnice .....	402
7.14.4.3	Instalační sběrnice Instabus - EIB .....	402
7.14.4.4	Mobilní víceúčelové modulární rozvodny .....	404
7.14.4.5	Bezpojistková konektorová technika NN .....	405
<b>7.15</b>	<b>ELEKTROMĚROVÁ TECHNIKA</b> .....	405
7.15.1	Vývoj elektroměrové techniky .....	406
7.15.2	Elektronické měřicí technologie .....	406
7.15.3	Elektronické multifunkční elektroměry .....	407
7.15.4	Alpha-koncepce .....	407
7.15.5	Odečet elektroměru mobilním ručním terminálem .....	408
7.15.6	Principy přenosných měřidel a přenosných zařízení na odečítání a okamžitou fakturaci .....	409
7.15.7	Systémy s předplacením spotřeby elektřiny (Prepayment) .....	409
7.15.8	Dálkové přenosy dat pro elektroměr. službu .....	409
7.15.9	Energetický informační systém (EIS - Energy Information System) .....	410
<b>7.16</b>	<b>SUPRAVODIVÉ KOMPONENTY</b> .....	411
7.16.1	Využití supravodivých komponent v elektrizační soustavě .....	411
7.16.2	Supravodivé motory a generátory .....	411
7.16.3	Supravodivé kabely .....	412
7.16.4	Supravodivé omezovače proudu .....	412

7.16.5 Akumulace energie v supravodivém magnetickém poli (SMES – Superconduction Magnetic Energy Storage)	413
7.16.6 Rotační supravodivé setrvačnickové akumulátory (SMS)	415
7.16.7 Výhledové možnosti využití SMES v elektrické síti	415
7.16.8 Vlastnosti supravodivých sítí ve srovnání s konvenčními sítěmi	416
<b>8.0 INOVATIVNÍ TECHNIKA UŽITÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE</b>	<b>419</b>
<b>8.1 ELEKTRINA JAKO NOSIČ KONEČNÉ SPOTŘEBY</b>	<b>419</b>
● Fyzikálně technické zvláštnosti elektřiny ● Klíčová úloha elektřiny ● Nárůst informační techniky a technologií ● Rozšířenost služeb ● Zvýšení významu ochrany životního prostředí	
<b>8.2 ELEKTRICKÁ ZARÍZENÍ, PŘÍSTROJE A KOMPONENTY</b>	<b>420</b>
8.2.1 Přeměna na mechanickou energii	420
<b>8.3 VÝROBNÍ METODY A UŽITÍ ELEKTRINY</b>	<b>421</b>
<b>8.4 TEPELNÁ TECHNIKA</b>	<b>422</b>
8.4.1 Elektrické procesní teplo	422
<b>8.5 SVĚTELNÁ TECHNIKA</b>	<b>425</b>
<b>8.6 INFORMAČNÍ A AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKA</b>	<b>427</b>
8.6.1 Senzorika	427
8.6.2 Laserová měřicí technika	428
8.6.3 Komponenty s výkonovou polovodičovou technikou	
● Výroba požadované frekvence ● Nastavení časově variabilního napětí ● Ovlivnění tvaru signálu např. ke kompenzaci vyšších harmonických ● Mechatronika	428
8.6.4 Technologie zpracování informací	429
<b>8.7 SUBSTITUCE KONVENČNÍCH TECHNOLOGIÍ ELEKTRICKÝMI PROCESY</b>	<b>429</b>
8.7.1 Životní prostředí a likvidace odpadu	430
<b>8.8 ROBOTY A ROBOTIZOVANÁ PRACOVISTĚ</b>	<b>430</b>
● Servisní robotika ● Umělá ruka se 4 prsty a se 3 stupni volnosti ● Umělý sval	
● Využití robotů v humanitární a sociální oblasti a v medicíně ● Servisní roboty v medicíně	
● Programovatelné automaty (PLC – Programmable Logic Controller)	
<b>8.9 ELEKTROMAGNETICKÉ ZOBRAZOVACÍ SYSTÉMY</b>	<b>433</b>
<b>8.10 TECHNIKA DOMÁCNOSTI A BUDOV</b>	<b>435</b>
● Větrání a recyklace tepla (výměna vzduchu) ● Indukční varné systémy	
● Průtokové ohřivače vody s elektronickým řízením	
<b>8.11 ELEKTRICKÁ SILNIČNÍ DOPRAVA – ELEKTROMOBILY</b>	<b>438</b>
<b>8.12 METODY ŘÍZENÍ SPOTŘEBY</b>	<b>440</b>
8.12.1 DMS – Demand Side Management – usměrňování spotřeby elektřiny na straně odběratele.	440
8.12.2 LCP – Least Cost Planning ● Teoretické základy a důsledky	442
8.12.3 Contracting	447
<b>8.13 ENERGETICKÝ MANAGEMENT</b>	<b>448</b>
8.13.1 Energetický management průmyslu	448
8.13.2 Energetický management domácnosti a budov	449
<b>8.14 HRANICE ÚČINNOSTI ENERGETICKÝCH SLUŽEB</b>	<b>451</b>
Summary	453
Zusammenfassung	453
Literatura	455
Technické jednotky používané v praxi	458