

O B S A H

1. Světový energetický problém	3
1.1 Energetika a energetický problém	3
1.2 Časové členění energetického problému	7
1.2.1 Prvá etapa řešení energetického problému	7
1.2.2 Střednědobé řešení energetického problému (do roku 2000) ...	8
1.2.3 Pozdní období (do roku 2030)	
1.3 Světová spotřeba primární energie	9
1.3.1 Dosavadní vývoj spotřeby primární energie	9
1.3.2 Prognózy dalšího vývoje světové spotřeby primární energie ..	11
1.4 Světové zdroje primární energie	13
1.4.1 Konvenční zásoby a zdroje fosilních paliv	16
1.4.2 Nekonvenční zdroje ropy a zemního plynu	19
1.4.3 Jaderné zdroje	20
1.4.4 Obnovitelné zdroje primární energie	21
2. Energetická situace v ČSFR	23
2.1 Vývoj spotřeby primární energie v ČSFR	23
2.1.1 Struktura spotřeby primární energie v ČSFR	24
2.1.2 Energetická náročnost československého průmyslu	25
2.1.3 Další rozvoj zdrojů primární energie v ČSFR	26
2.2 Úloha tuhých fosilních paliv	28
2.2.1 Hnědé uhlí a lignity	28
2.2.2 Černé uhlí	28
2.3 Úloha jaderné energetiky v ČSFR	29
2.4 Rozvoj československé elektroenergetiky	31
3. Řešení energetického problému dnes: štěpné jaderné reaktory	33
3.1 Jaderný energetický reaktor a jeho funkce	33
3.1.1 Štěpná řetězová reakce	33
3.1.2 Jaderný energetický reaktor a jeho části	34
3.1.3 Palivové články	35
3.1.4 Aktivní zóna	36
3.1.5 Systém řízení reaktoru	37
3.1.6 Systém odvodu tepla	37
3.1.7 Ochranná obálka (kontejnment)	38
3.1.8 Jaderná elektrárna	39
3.2 Základní typy jaderných energetických reaktorů	40
3.2.1 Dosavadní vývoj jaderných reaktorů	41
3.2.2 Současný stav vývoje energetických reaktorů	44
3.3 Perspektivy jaderné energetiky do roku 2000	46
4. Tlakovodní reaktory	47
4.1 Základní koncepce tlakovodních reaktorů	47
4.2 Výstavba JE s tlakovodními reaktory západní koncepce	50
4.3 Tlakovodní reaktory KWU - Biblis	52
4.3.1 Harmonogram výstavby	52

4.3.2	Uspořádání jaderné elektrárny	53
4.3.3	Ochranná obálka	54
4.3.4	Reaktor elektrárny Biblis	55
4.3.5	Pohony regulačních tyčí	56
4.3.6	Parní generátory	57
4.3.7	Hlavní oběhové čerpadlo	58
4.3.8	Nouzové (havarijní) dochlazování reaktoru	58
4.4	Vývojové tendence tlakovodních reaktorů	59
4.4.1	Jednotkový výkon reaktoru	60
4.4.2	Zvýšení pohotovosti elektrárny	60
4.4.3	Snížení profesionální radiační expozice	61
4.4.4	Zvyšování bezpečnosti	61
4.5	Současný stav vývoje tlakovodních reaktorů	62
4.5.1	Tlakovodní reaktory firmy Westinghouse	62
4.5.2	Tlakovodní reaktory Babcock & Wilcox	64
4.5.3	Tlakovodní reaktory FRAMATOM	66
4.5.4	Tlakovodní reaktory společnosti KWU	67
4.6	Tlakovodní reaktory s vysokou konverzí paliva	68
5.	<u>Tlakovodní reaktory VVER</u>	71
5.1	Reaktory VVER-440	71
5.1.1	Palivová tyč	71
5.1.2	Palivový článek	73
5.1.3	Regulační článek	73
5.1.4	Aktivní zóna	76
5.1.5	Koš aktivní zóny	76
5.1.6	Blok ochranných trubek	77
5.1.7	Nosný válec aktivní zóny (šachta)	78
5.1.8	Reaktorová nádoba	80
5.1.9	Uspořádání reaktoru VVER-440	82
5.1.10	Tepelné schéma jaderné elektrárny s reaktorem VVER-440 ...	82
5.1.11	Parní generátor	83
5.1.12	Hlavní oběhové čerpadlo	85
5.1.13	Kompenzátor objemu	87
5.1.14	Hlavní uzavírací šoupátko	89
5.1.15	Hlavní oběhová potrubí	90
5.1.16	Bezpečnostní systémy reaktorů VVER-440	90
5.1.17	Závěrečné poznámky k bloku VVER-440	93
5.2	Reaktory VVER-1000	94
5.2.1	Palivový článek	94
5.2.2	Vnitřní části reaktoru	95
5.2.3	Reaktorová nádoba	95
5.2.4	Reaktor	96
5.2.5	Primární okruh a ochranná obálka	97
5.3	Vývojové tendence reaktorů VVER	97
5.3.1	Dosavadní vývoj reaktorů VVER	97
5.3.2	Zvláštnosti vývoje sovětských tlakovodních reaktorů VVER ..	101
6.	<u>Rychlé množivé reaktory</u>	103
6.1	Základní koncepce rychlých reaktorů	103

6.1.1	Množivé charakteristiky rychlých reaktorů	104
6.1.2	Uspořádání rychlého reaktoru	105
6.1.3	Sodík jako chladiivo rychlých reaktorů	105
6.1.4	Palivové články rychlých reaktorů	107
6.1.5	Regulační tyče rychlých reaktorů	108
6.1.6	Aktivní zóna	109
6.1.7	Množivá zóna	109
6.1.8	Integrální a smyčkové řešení primárního okruhu	110
6.1.9	Tříokruhové uspořádání jaderné elektrárny s rychlým reaktorem	110
6.1.10	Parní generátory	110
6.2	Průmyslové prototypy rychlých reaktorů	111
6.2.1	Francouzský rychlý reaktor Super Phenix-1	113
6.2.2	Další projekty elektráren s rychlými reaktory	115
6.3	Palivový cyklus rychlých reaktorů	115
6.4	Bezpečnost rychlých reaktorů	117
6.5	Ekonomické problémy výstavby rychlých reaktorů	118
7.	<u>Vysokoteplotní reaktory</u>	119
7.1	Základní koncepce HTGR	120
7.1.1	Palivo vysokoteplotních reaktorů	120
7.1.2	Aktivní zóna	122
7.1.3	Reaktorová nádoba	122
7.1.4	Integrální a smyčkové uspořádání	123
7.1.5	Bezpečnost vysokoteplotních reaktorů	123
7.2	Demonstrační JE s HTGR	123
7.3	Další vývoj vysokoteplotních reaktorů	125
7.3.1	Západoněmecký projekt HTR-500	125
7.3.2	Modulová koncepce HTGR	125
7.4	Perspektivy vysokoteplotních reaktorů	127
8.	<u>Štěpné jaderné reaktory druhé jaderné éry</u>	128
8.1	Bezpečnost štěpných jaderných systémů	128
8.1.1	Současné požadavky na bezpečnost jaderných elektráren	129
8.1.2	Inherentní bezpečnost jaderných reaktorů	130
8.2	Tlakovodní reaktory nové generace	131
8.2.1	Bezpečnostní systémy tlakovodních reaktorů	131
8.2.2	Další vývoj bezpečnostních systémů tlakovodních reaktorů ..	132
8.3	Projekty inherentně bezpečných reaktorů	132
8.3.1	Projekty založené na koncepci PIUS	133
8.3.2	Projekty modulových vysokoteplotních reaktorů	135
8.3.3	Modulové reaktory chlazené sodíkem	136
8.3.4	Projekty s použitím netradičních chladiiv	138
9.	<u>Vodíková energetika</u>	140
9.1	Historický vývoj "vodíkové energetiky"	141
9.2	Vodík jako sekundární palivo	141
9.3	Výroba vodíku	143
9.3.1	Přímý tepelný rozklad vody	143
9.3.2	Elektrolýza vody nebo páry	143

9.3.3	Štěpení vody v uzavřeném termochemickém cyklu	144
9.3.4	Štěpení uhlovodíků v otevřeném termochemickém cyklu	145
9.4	Dálkový přenos jaderné energie (systém EVA-ADAM)	145
9.5	Využití vysokoteplotních reaktorů v technologických procesech ...	146
9.5.1	Zplyňování uhlí	147
9.5.2	Projekt vysokoteplotního technologického reaktoru	149
9.6	Perspektivy vodíkové energetiky	150
10.	<u>Ekologické problémy energetiky</u>	152
10.1	Rizika energetických technologií	153
10.1.1	Odhad, hodnocení a kontrola rizika	155
10.1.2	Kvantifikace zdravotního rizika energetických systémů	155
10.2	Vliv fosilní energetiky na životní prostředí	157
10.2.1	Uhlí	157
10.2.2	Ropa a její deriváty	160
10.2.3	Zemní plyn	162
10.2.4	Odpadní teplo	162
10.2.5	Trasy vysokého napětí a jejich působení na životní prostředí	164
10.2.6	Účinky znečišťujících výпустí na celosvětové klima	165
10.3	Vliv obnovitelných zdrojů energie na životní prostředí	166
10.3.1	Geotermální energie	167
10.3.2	Přímé využití sluneční energie	167
10.3.3	Vliv využívání energie větru	167
10.3.4	Důsledky využívání energie vodních toků	168
10.3.5	Důsledky využívání živé hmoty	168
10.4	Jaderná energie a životní prostředí	169
10.4.1	Biologické účinky ionizujícího záření	170
10.4.2	Normální provoz jaderných elektráren	172
10.4.3	Havárie jaderné elektrárny s únikem radioaktivních látek ..	173
10.4.4	Vnější palivový cyklus	175
	Použitá a doporučená literatura	179
	Obsah	182