

Studijní obor: Měřicí a výpočetní technika – kombinované studium
Katedra: Fyziky

Bakalářská práce

PROBLEMATIKA ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ PŘI VÝROBĚ ENERGIE

Knihovna JU - PF



Vedoucí bakalářské práce:
RNDr. František Špulák

Autor:
Zdeněk Palivec

2005

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA FYZIKY

- 48 -

2. 12. 2005 Pyselland

Poděkování:

Za vedení diplomové práce a podnětné připomínky vedoucímu bakalářské práce
RNDr. Františkovi Špulákovi

Anotace:

Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku výroby elektrické energie v závislosti na čistotě ovzduší. Představuje jednotlivé typy zdrojů elektrické energie, jejich klady a zápory. Praktická část ukazuje na informovanost a postoj náhodně vybraného vzorku obyvatel ke zdrojům elektrické energie.

Obsah:

1. ÚVOD	3
2. VÝROBA ENERGIÍ Z OBLASTI OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ	7
2.1 ČISTÁ ENERGETIKA	7
2.1.1 VÝROBA ENERGIÍ Z VODY	8
2.1.2 VÝROBA ENERGIÍ Z VĚTRU	9
2.1.3 VÝROBA ENERGIÍ Z BÍLÉHO UHLÍ	9
2.1.4 VÝROBA ENERGIÍ Z ČERNÉHO UHLÍ	10
2.1.5 VÝROBA ENERGIÍ Z JADRA	10
2.1.6 VÝROBA ENERGIÍ Z BIOMASY	14
2.1.7 VÝROBA ENERGIÍ Z GEOTERMIE	14
2.1.8 VÝROBA ENERGIÍ Z SOLÁRNÍ ENERGIE	16
2.1.9 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	17
2.1.10 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	17
2.1.11 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	17
2.1.12 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	17
2.1.13 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.14 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.15 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.16 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.17 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.18 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.19 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.20 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.21 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.22 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.23 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.24 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.25 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.26 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.27 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.28 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.29 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.30 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.31 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.32 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.33 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.34 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.35 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.36 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.37 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.38 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.39 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.40 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.41 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.42 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.43 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.44 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.45 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.46 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.47 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.48 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.49 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.50 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.51 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.52 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.53 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.54 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.55 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.56 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.57 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.58 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.59 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.60 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.61 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.62 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.63 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.64 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.65 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.66 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.67 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.68 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.69 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.70 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.71 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.72 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.73 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.74 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.75 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.76 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.77 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.78 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.79 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.80 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.81 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.82 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.83 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.84 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.85 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.86 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.87 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.88 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.89 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.90 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.91 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.92 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.93 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.94 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.95 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.96 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.97 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.98 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.99 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18
2.1.100 VÝROBA ENERGIÍ Z VÝROBY	18

Prohlášení:

Prohlašuji, že bakalářskou práci „Problematika znečištění ovzduší při výrobě energie“ jsem vypracoval samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu použité literatury.
V Hluboké nad Vltavou dne 20. listopadu 2005


.....

Obsah:

TEORETICKÁ ČÁST	7
1. ÚVOD	7
2. CELKOVÝ PŘEHLED OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE	8
2.1 ČESKÉ OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	8
2.1.1 SLUNEČNÍ ENERGIE	8
2.1.2 ENERGIE BIOMASY	9
2.1.3. VĚTRNÁ ENERGIE	9
2.1.4 VODNÍ ENERGIE	10
2.2 ZAHRANIČNÍ OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	10
2.2.1 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	12
2.2.2 ENERGIE MOŘE	13
3. TEPELNÉ ELEKTRÁRNY	14
3.1 ZÁKLADNÍ PRINCIP	15
3.2 TECHNOLOGIE PRO SNIŽOVÁNÍ EMISÍ SO ₂ A NO _x	16
3.2.1 SNIŽENÍ OBSAHU SÍRY V UHLÍ	17
3.2.1.1 FYZIKÁLNÍ SEPARACE	17
3.2.1.2 CHEMICKÉ POSTUPY	17
3.2.2 ODSIŘOVÁNÍ KOUŘOVÝCH SPALIN	18
3.2.3 DENITRIFIKACE SPALIN	18
3.2.4 ČESKÉ UHELNÉ ELEKTRÁRNY	19
3.2.5 VYUŽITÍ MATERIÁLŮ VZNIKLÝCH V ODLUČOVAČÍCH	19
4. JADERNÉ ELEKTRÁRNY	20
4.1 PRINCIP ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE	21
4.2 JADERNÝ REAKTOR	21
4.2.1 JADERNÉ PALIVO	22
4.2.2 CHLADIVO	22
4.2.3 REGULACE – MODERÁTOR, ABSORBÁTOR	23
4.2.4 BEZPEČNOST JADERNÉHO REAKTORU	23
4.2.5 TYPY JADERNÝCH REAKTORŮ	23
4.3 DEKONTAMINAČNÍ TECHNOLOGIE	26
4.3.1 CHEMICKÁ DEKONTAMINACE	26
4.3.2 ELEKTROCHEMICKÁ DEKONTAMINACE	26
4.3.3 SPECIÁLNÍ POSTUPY DEKONTAMINACE	27
4.4 RADIOAKTIVNÍ ODPAD	27
4.4.1 PLYNNÉ ODPADY	27
4.4.2 KAPALNÉ ODPADY	27

4.4.3 PEVNÉ ODPADY	28
4.4.4 SKLADOVÁNÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ V ČR	28
4.4.4.1 BEZPEČNOST ÚLOŽIŠTĚ A UKLÁDÁNÍ JADERNÝCH ODPADŮ	29
4.4.4.2 ÚLOŽIŠTĚ JADERNÝCH ODPADŮ V JE DUKOVANY	29
4.4.4.3 HLUBINNÉ ÚLOŽIŠTĚ.....	30
4.4.4.4 ZÁLOŽNÍ ŘEŠENÍ: SKALKA.....	30
5. VODNÍ ELEKTRÁRNY	31
5.1 VODNÍ ENERGIE.....	31
5.2 POSOUZENÍ HYDROENERGETICKÉHO POTENCIÁLU	31
5.3 VÝBĚR VHODNÉHO TURBOSOUSTROJÍ.....	33
6. VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	33
6.1 TYPY VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN	34
6.2 KRITERIA VÝBĚRU A VHODNOST LOKALITY.....	35
6.3 PŘEDNOSTI VĚTRNÉ ENERGETIKY	36
6.4 NEGATIVA VĚTRNÉ ENERGETIKY	37
7. SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNY	38
7.1 VHODNOST LOKALITY, KRITERIA VÝBĚRU	39
7.2 KOMPONENTY NEJBĚŽNĚJŠÍHO SOLÁRNÍHO SYSTÉMU	40
7.3 FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY	41
7.3.1 PRINCIP	42
7.3.2 EKONOMICKÉ ASPEKTY FOTOVOLTAICKÝCH ZAŘÍZENÍ	43
7.3.3 EKOLOGICKÝ VÝZNAM FOTOVOLTAIKY	43
PRAKTICKÁ ČÁST	44
1. STANOVENÍ PROBLÉMU	44
2. FORMULACE HYPOTÉZ	44
3. POUŽITÉ VÝZKUMNÉ METODY	44
4. PŘEDVÝZKUM	45
5. VLASTNÍ VÝZKUM.....	46
5.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU	46
5.2 ANALÝZA DOTAZNÍKŮ.....	46
ZÁVĚR.....	51
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
PŘÍLOHY	53

Teoretická část

1. Úvod

Hlavními problémy současného zásobování energií a její přeměny z globálního hlediska jsou:

- problematika uhelné technologie
- postoj veřejnosti k jaderné energetice
- nízká účinnost obnovitelných zdrojů energie

Pokud jde o problém uhlí, docházejí mnohé studie k závěru, že je třeba zvýšit jeho užití, přestože jsou známy negativní účinky tohoto paliva na životní prostředí – hlavně znečištění ovzduší a devastace krajiny uhelnými doly. Z toho vyplývá, že se musejí hledat cesty, jak využívat uhlí s přijatelným ekologickým dopadem, tj. omezit povrchovou těžbu, vyřešit problém rekultivace krajiny po vytěžení uhelných zásob a více využívat čisté uhelné technologie.

Jaderná energie má příznivé účinky na životní prostředí, ale její přijatelnost pro veřejnost tuto možnost značně omezuje. Vliv na negativní pohled veřejnosti k jaderné energetice má nejen havárie v jaderné elektrárně Černobyl, ale také neujasněné nakládání s odpady a negativní postoj radikálních skupin ekologů. V každém případě, pokud chceme dále využívat jadernou energii, je třeba vyvinout systém manipulace s radioaktivními odpady, který pokryje celý program rozvoje jaderné energetiky.

Obnovitelné energetické zdroje, včetně vodní energie, mají oproti klasickým zdrojům energie (jaderné a uhelné elektrárny) zřejmou výhodu, neboť jejich zatížení životního prostředí nežádoucími látkami je téměř nulová. Nevýhodou však zůstává nízká účinnost a vysoké pořizovací náklady, takže se budou jen těžko prosazovat. To se netýká vodní energie, která je však závislá na intenzitě zdroje vody a v případě větších zdrojů dochází k výrazným zásahům do krajiny. Narušení krajinného rázu se musí rovněž zohlednit i u dalších obnovitelných zdrojů – např. farmy větrných nebo solárních elektráren.

V časovém rozmezí, v němž se hledá přijatelná energetická budoucnost, je rovněž nutné počítat s některými technickými překvapeními, tj. s novými nebo

zdokonalenými technologiemi. Naděje se vkládají hlavně do vyřešení problému termojaderné syntézy, ovšem v dnešní době si nikdo netroufá odhadnout bližší časový úsek. Je pravděpodobné, že inovace v oblasti energie se v budoucnu zrychlí.

2. Celkový přehled obnovitelných zdrojů energie

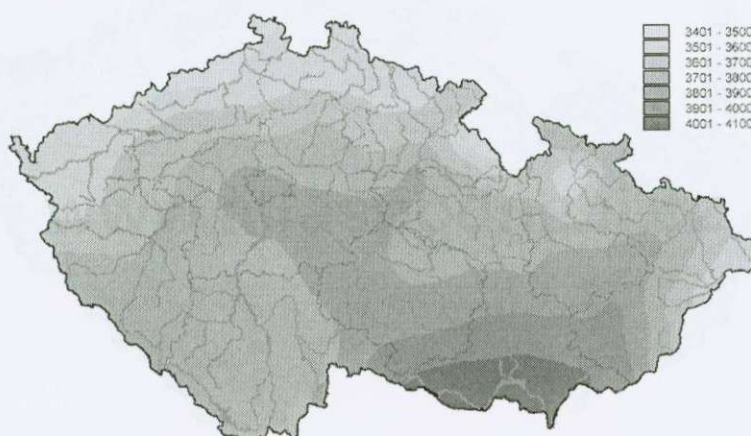
2.1 ČESKÉ OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

2.1.1 SLUNEČNÍ ENERGIE

Na území České republiky lze energii slunečního záření využít velmi dobře. Celková doba slunečního svitu (bez oblačnosti) je od 1400 hodin do 1700 hodin za rok, na plochu jednoho čtverečního metru dopadne ročně průměrně 1100 kWh energie [12]. Z těchto čísel je vidět, že při dobré účinnosti solárního systému lze získat z poměrně malé plochy (podstatně menší než je střecha rodinného domku) poměrně velký výkon.

Je několik možností, jak přeměnit energii slunečního záření na jinou, pro nás použitelnou formu. Nejčastěji se jedná o fotovoltaické články nebo o solární kolektory. Nejlepších výsledků se obvykle dosáhne kombinací jednotlivých systémů.

Investovat do těchto zařízení se rozhodně vyplatí, zejména z dlouhodobého pohledu. Ceny energií se neustále zvyšují a očekává se jejich přechod na evropský standard. Další výhodou je určitá nezávislost na dodávkách tepelné energie a přínos pro životní prostředí. Budou-li vytvořeny vhodné podmínky (úvěry, daňové úlevy, vládní podpora), mohou se solární systémy s kapalinovými kolektory stát běžnou výbavou našich rodinných domků, tak jako je tomu např. v Rakousku.



Obr. 2.1 Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m²]

2.1.2 ENERGIE BIOMASY

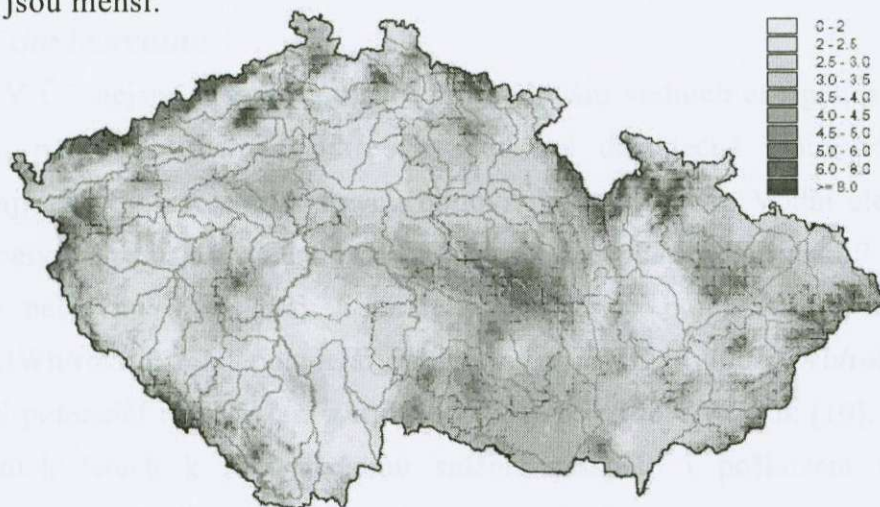
Biomasa je definována jako hmota organického původu-jde o veškerou živou přírodu. Hovoříme-li o biomase v souvislosti s energetikou, máme na mysli nejčastěji dřevo a dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky a exkrementy užitkových zvířat. Pomineme-li tedy energii potravin, je energie ze spalování biomasy nejstarší energií, kterou kdy člověk využíval. energii lze získávat z biomasy termochemickou nebo biochemickou přeměnou.

V ČR vyprodukuje 2,5 mil. tun komunálního a průmyslového odpadu ročně, zemědělského a lesního odpadu 5,2 mil. tun [1], tedy 2x tolik a jeho energetický obsah je také znatelně vyšší než u komunálního odpadu. Značná část z tohoto odpadu může být použita k výrobě tepla i elektřiny.

2.1.3 VĚTRNÁ ENERGIE

V ČR lze při využití všech lokalit s rychlostí větru nad 4,8 m/s vyrobit až 5 TWh elektřiny ročně, což představuje 8,5 % současné spotřeby. Ve stávajících ekonomických podmínkách, kdy se výkupní cena energie z větrných elektráren pohybuje kolem 1 Kč za kWh, lze ekonomicky využít lokality s průměrnou rychlostí větru alespoň 8 m/s, tedy pouze ve vrcholových partiích některých hor (Krušné Hory, Krkonoše, Jeseníky), které však obvykle leží v národních parcích nebo CHKO. Například na Klínovci je průměrná rychlost větru 8,5 m/s, na Sněžce 11 m/s, na Pradědu 8,2 m/s [11].

U malých větrných elektráren (s výkonem do 1 kW) pro soukromé potřeby je situace o něco příznivější, neboť lze uvažovat o jejich stavbě i v oblastech s nižší rychlostí větru (asi tak od 5 m/s) a také omezení pro jejich stavbu jsou menší.



Obr. 2.2 Průměrná sezónní rychlost větru na podzim [m/s]

Firma	Výkon	Lokalita
	(kW)	
Energovars (ČR)	315	Mravenečník u Loučné nad Desnou, Hrubý Jeseník okr. Šumperk (ČEZ)
Energovars (ČR)	630	Mravenečník u Loučné nad Desnou, Hrubý Jeseník okr. Šumperk (ČEZ)
Wind World (DK)	250	Mravenečník u Loučné nad Desnou, Hrubý Jeseník okr. Šumperk (ČEZ)
Mostárna Vítkovice (ČR)	75	Krušné hory, Boží Dar, okr. Karlovy Vary
Mostárna Vítkovice (ČR)	315	Strabenice u Kroměříže, prototyp – ověřovací provoz
Energovars (ČR)	315	Krušné hory, Dlouhá Louka u Oseka, okr. Teplice, prototyp, ověřovací provoz (ČEZ)
Mostárna Vítkovice (ČR)	315	Mladoňov u Šumperka, 2. prototyp – ověřovací provoz
WEST (I)	320	Nová ves v Horách u Horního Jiřetína, Krušné hory, okr. Most
Vestas (DK)	225	Poutní vrch Svatý Hostýn, Kroměříšsko, provozovatel Matice svatohostýnská
Ekov (ČR)	400	V blízkosti Uherského Hradiště, Boršice u Buchlovic, prototyp
Vestas (DK)	225	Žulovská pahorkatina, obec Velká Kraš (u Vidnavy)
Vestas (DK)	6x500	Hrubý Jeseník, okr. Šumperk u obce Ostružná, první větrná farma v ČR
Ekov (ČR)	4x400	Nový Hrádek v Orlických horách

Tab. 2.1 Přehled dosud realizovaných elektráren v ČR s výkonem nad 60 kW

2.1.4 VODNÍ ENERGIE

V ČR nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl ideální, naše toky nemají potřebný spád ani dostatečné množství vody, zůstávají však jejím velmi cenným, obnovitelným zdrojem. Vodní elektrárny se na celkovém instalovaném výkonu v republice podílejí zhruba 17 % a na výrobě necelými 4 % [17]. Technicky využitelný potenciál řek ČR činí 7380 GWh/rok. Z toho potenciál využitelný v MVE je 700 GWh/rok. Dnes využitý potenciál v MVE činí zhruba 30 %, tj. cca 200 GWh/rok [10], navíc v posledních letech k jeho dalšímu snížení přispělo i poškození vodních elektráren vltavské kaskády povodněmi v roce 2002.

V České republice by tedy měl být stále ještě dostatek lokalit pro výstavbu nebo obnovu MVE. Z hlediska dispozice a rozložení zdrojů vodní energie na našem území, mají právě MVE nezastupitelnou roli také proto, že jsou rozptýleny po celém území. To je výhodné právě pro připojování do energetické sítě, kde nezatěžují přenosovou soustavu. Celoplošné rozšíření elektrizační soustavy potom umožňuje připojení téměř ve všech lokalitách s možností použití asynchronních generátorů, což je provozně jednodušší a levnější (není třeba nákladné a složité regulační části). Pro uplatnění MVE je však podstatné, aby jejich ekonomické ukazatele byly srovnatelné, nebo spíše výhodnější než ukazatele jiných energetických zdrojů. Právě MVE se vyznačují podstatně delší životností, než je doba návratnosti investic na zřízení. Dá se říci, že výroba z MVE patří k nejlevněji získávané elektrické energii, která je nejen ekologicky čistá, ale v mnoha směrech i kladně ovlivňuje režim vodního toku.

Vodní elektrárny	Instalovaný výkon [MW]	Rok uvedení do provozu
Lipno I	2 x 60	1959
Orlík	4 x 91	1961 – 1962
Kamýk	4 x 10	1961
Slapy	3 x 48	1954 – 1955
Štěchovice I	2 x 11,25	1943 – 1944
Vrané	2 x 6,94	1936
Celkem	705	x
Malé vodní elektrárny	Instalovaný výkon [MW]	Rok uvedení do provozu
Lipno II	1 x 1,5	1957
Hněvkovice	2 x 4,8	1992
Kořensko I	2 x 1,9	1992
Mohelno	1 x 1,2; 1 x 0,56	1977
Dlouhé Stráně II	1 x 0,16	2000
Kořensko II	1 x 0,94	2000
Želina	2 x 0,315	1994
Celkem	727	x
Přečerpávací vodní elektrárny	Instalovaný výkon [MW]	Rok uvedení do provozu
Štěchovice II	1 x 45	1947 – 1948
Dalešice	4 x 112,5	1978
Dlouhé Stráně I	2 x 325	1996
Celkem	1 145	x
Celkem vodní elektrárny	1 868	x

Tab. 2.2 Výkon vodních elektráren v ČR společnosti ČEZ

2.2 ZAHRANIČNÍ OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

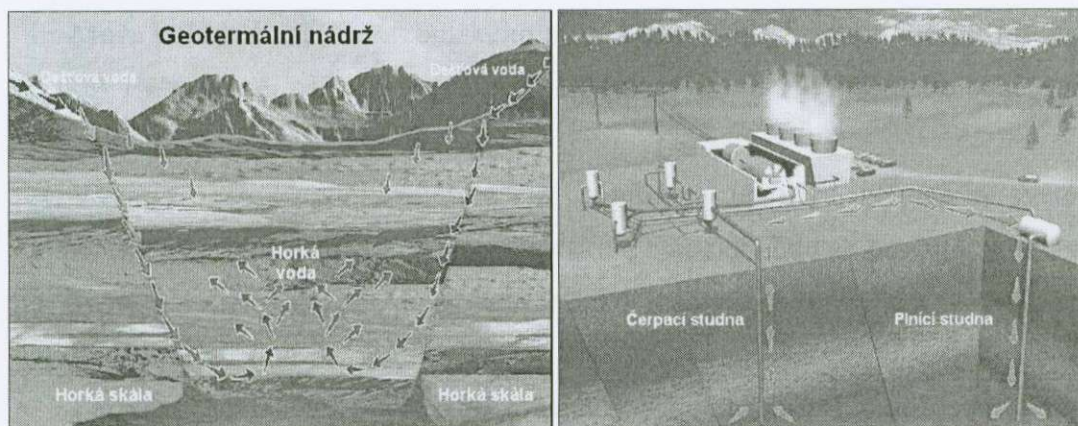
Kromě výše uvedených zdrojů v zahraničí se využívají i další zdroje energie:

2.2.1 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Geotermální elektrárny využívají k výrobě elektřiny tepelnou energii z nitra Země – na některých místech je teplotní spád více než 55 ° Celsia na 1 km hloubky. Staví se zejména ve vulkanicky aktivních oblastech, kde využívají k pohonu turbín horkou páru stoupající pod tlakem z gejzírů a horkých pramenů, nebo teplotnosné médium, které se vtlačuje do vrtů, v hloubi země ohřívá a ohřáté vyvádí na povrch.

Obecně lze ze zemských vrtů využívat nízkopotenciální i vysokopotenciální teplou vodu. Celkový instalovaný výkon geotermálních elektráren ve světě se odhaduje na 8 GW [9]. Na rozdíl od většiny jiných typů elektráren, jako je jaderná elektrárna nebo elektrárna spalující fosilní paliva, nepotřebují geotermální elektrárny žádné palivo. Jejich nevýhodou je, že jsou dostupné pouze na některých místech zemského povrchu. Výstavba geotermální elektrárny je zhruba pětkrát dražší než stavba jaderné elektrárny.

Podíl těchto elektráren v rámci celé Evropy je minimální, v některých lokalitách je ale jeho význam značný. Mezi takové oblasti patří Island, kde z geotermálních zdrojů pochází většina elektrické energie a kde jsou tyto zdroje využívány i k vytápění domů, ohřevu vody atd. Dále je tento zdroj významně využíván v Itálii v oblastech s aktivní sopečnou činností (Vesuv, Liparské ostrovy, Sicílie). Geotermální energie je využívána i ve Francii, na Novém Zélandu, v Kalifornii, Japonsku, Mexiku a na Filipínách, avšak v mnohem menší míře.



Obr. 2.3 Princip geotermální elektrárny

Země	1990	1995	1998
Argentina	0,67	0,67	0
Austrálie	0	0,17	0,4
Čína	19,2	28,78	32
Costa Rica	0	55	120
Salvador	95	105	105
Francie (Guadaloupe)	4,2	4,2	4,2
Řecko	0	0	0
Guatemala	0	0	5
Island	44,6	49,4	140
Indonésie	144,75	309,75	589,5
Itálie	545	631,7	768,5
Japonsko	214,6	413,7	530
Keňa	45	45	45
Mexiko	700	753	743
Nový Zéland	283,2	286	345
Nikaragua	70	70	70
Filipíny	891	1191	1848
Portugalsko (Azores)	3	5	11
Rusko	11	11	11
Thajsko	0,3	0,3	0,3
Turecko	20,4	20,4	20,4
USA	2774,6	2816,7	2850
CELKEM	5866,72 MW	6796,98 MW	8240 MW

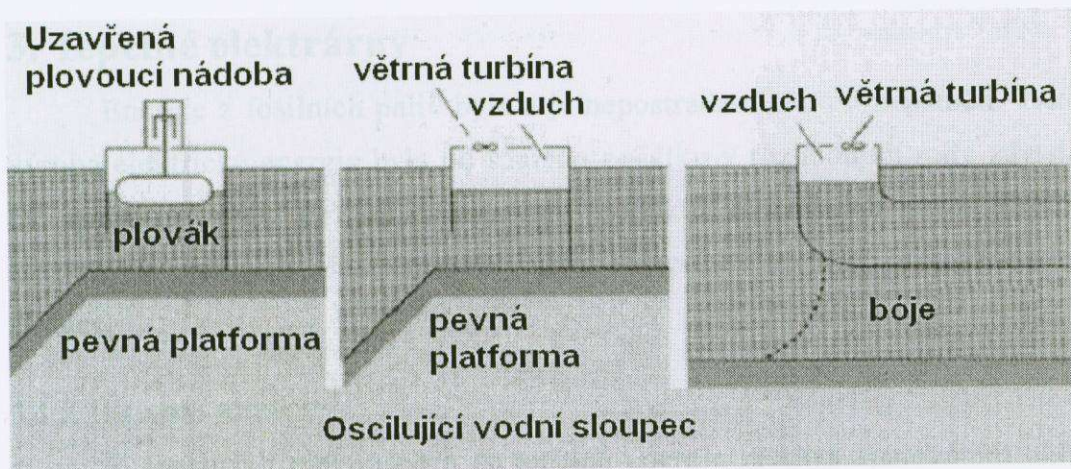
Tab. 2.3 Přehled instalovaných geotermálních elektrických zařízení

2.2.2 ENERGIE MOŘE

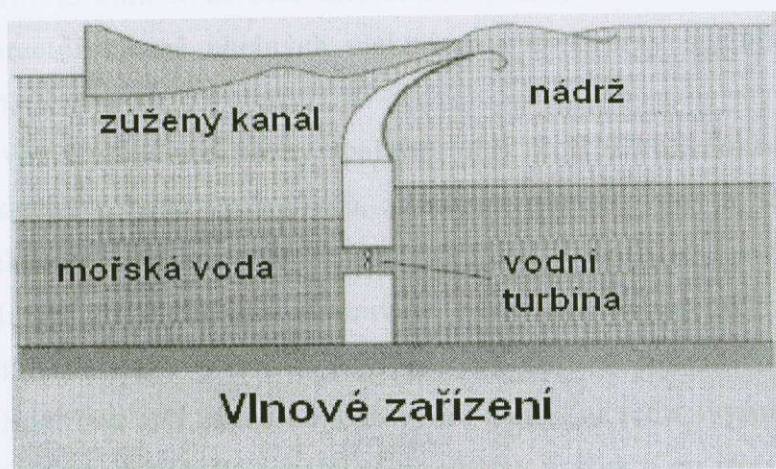
Moře pokrývá asi 70 % zemského povrchu, a vlny obsahují energii řádově 90 000 TWh ročně, což odpovídá průměrnému výkonu 10 TW, nebo současné energetické spotřebě lidstva [9].

Výzkum metod využití energie vln probíhá na několika místech na světě, například v Japonsku, Irsku, Anglii, Norsku a Dánsku. Zde se pracuje zejména na dvou hlavních typech, instalace blízko pobřeží a instalace v hloubce, několik kilometrů od pevniny.

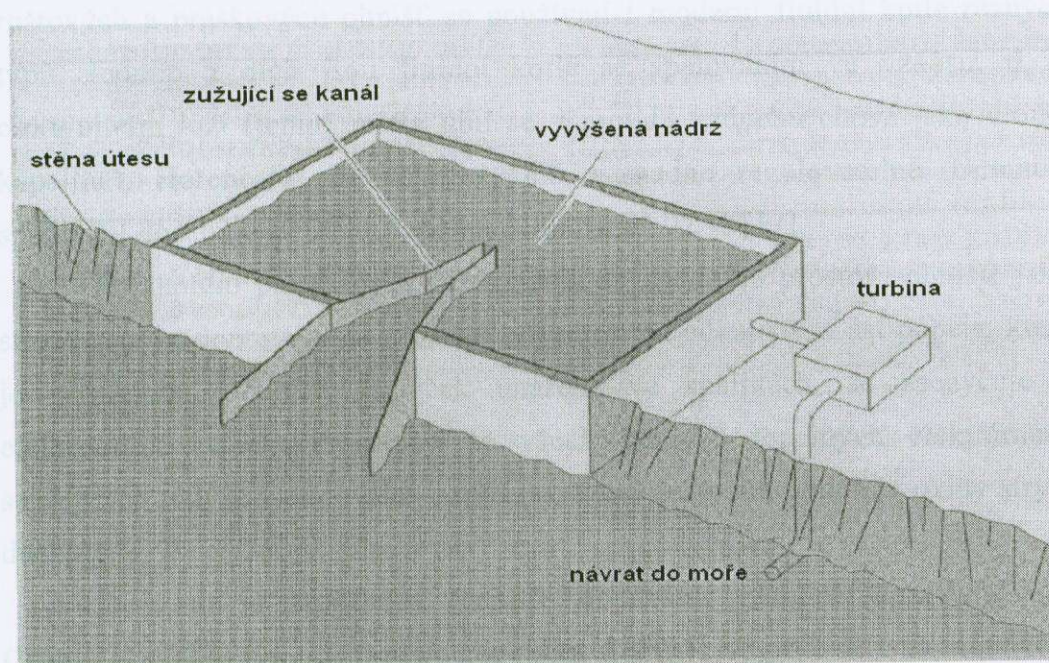
Zařízení v blízkosti pobřeží jsou založena hlavně na principu oscilujícího vodního sloupce (obrázek 2.4)



Obr. 2.4 Oscilující vodní sloupec



Obr. 2.5 Zařízení využívající rázovou vlnu



Obr. 2.6 Využívání slapové energie

3. Tepelné elektrárny

Energie z fosilních paliv byla a je nepostradatelnou od nepaměti. Také výroba elektrické energie byla od samého počátku v rozhodující míře závislá na spalování uhlí, později i ropných produktů a zemního plynu. Podíl klasických uhelných elektráren na světové výrobě elektřiny je rozhodující dodnes.

3.1 ZÁKLADNÍ PRINCIP

V tepelných elektrárnách se tepelná energie získává spalováním uhlí, ropy nebo zemního plynu. Tato energie se poté předává vodě. Pára poté roztáčí parní turbínu a ta zase alternátor vyrábějící elektřinu. Na stejném principu pracují kromě uhelných elektráren i elektrárny spalující mazut a zemní plyn.

Provoz tepelné elektrárny spalující uhlí tvoří několik okruhů: okruhy paliva, vzduchu a kouřových plynů, strusky a popela, vody a páry a okruh výroby elektřiny.

Uhlí se do elektrárny dopravuje pásovými dopravníky (v případě hnědého uhlí většinou přímo z povrchových dolů v sousedství), popř. po železnici. Spotřeba uhlí závisí na jeho výhřevnosti (na jednu vyrobenou MWh se spálí asi 1 tuna uhlí). Po rozemletí na uhelný prášek a po jeho vysušení je pak palivo ventilátory spolu se vzduchem vháněno do hořáků kotle. Kromě roštových a práškových ohnišť se používají i moderní fluidní kotle různých typů. Jedním z nich jsou fluidní kotle se spalováním ve vzhledu, tj. v cirkulujícím loži (jemně mleté uhlí se v proudu vzduchu chová jako vroucí kapalina). Hoření je zde velmi rychlé a snadno regulovatelné. Účinnost spalování dosahuje až 99 %, tepelná účinnost až 92 % [17].

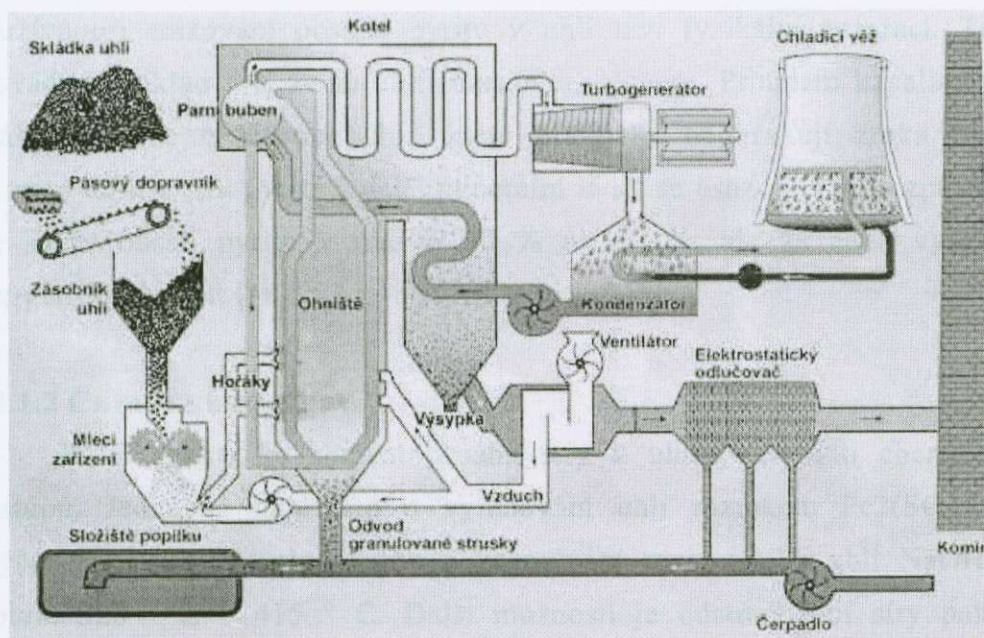
Po shoření paliva padá část popela do spodního prostoru ohniště jako struska; ta se dopravuje na úložiště odpadu – na odkaliště. Část popela, která je v podobě jemných částic unášena ve spalinách, se zachycuje v elektroodlučovačích. Prakticky ve všech českých tepelných elektrárnách spalujících uhlí je instalováno i zařízení, které ze spalin odděluje oxidy síry a dusíku.

Do kotle je napájecími čerpadly dodávána chemicky upravená voda (jsou z ní především odstraněny minerální složky). Nejprve se v ekonomizéru přehřeje, poté vstupuje do výparníku, kde se mění na páru. Vzniklá sytá

pára však obsahuje příliš málo energie a je proto dále ohřívána spaliny v tzv. přehřívácích na teplotu sahající až k 550 °C. Tato tzv. ostrá pára pak proudí do turbíny.

Pára svou vnitřní energii předává nejdříve ve vysokotlakém, poté v nízkotlakém díle parní turbíně, kterou roztáčí. Pro vyšší účinnost se pára po průchodu částí turbíny vede zpět do kotle k tzv. mezipřihřátí, při kterém se opět zvýší teplota, a pak se znovu zavede do střednětlaké a nízkotlaké části turbíny. Když pára odevzdá využitelnou energii, kondenzuje v kondenzátoru a vrací se zpět do kotle. Odebrané teplo se ve vnějším okruhu odvádí z elektrárny do řeky či prostřednictvím chladicích věží do ovzduší.

Pro výrobu elektrické energie se používá třífázový synchronní alternátor, složený ze statoru a rotoru. Hřídel alternátoru je připojena ke hřídeli turbíny (společně tvoří turbosoustrojí). Celá jednotka se otáčí rychlostí 3000 ot/min. Elektrina vyrobená z generátoru má napětí 10 kV – 15 kV. Odvádí se do blokového transformátoru a transformuje se na velmi vysoké napětí (400 kV). Od vývodového blokového transformátoru se odvádí venkovním vedením do rozvodné sítě [10].



Obr. 3.1 Schéma tepelné elektrárny

3.2 TECHNOLOGIE PRO SNIŽOVÁNÍ EMISÍ SO₂ A NO_x

U tepelných elektráren spalujících uhlí existují v podstatě několik základních směrů vedoucích ke snížení emisí SO₂ a NO_x: snížení obsahu síry v uhlí, odsiřování spalín, denitrifikace spalín a nové technologie.

3.2.1 SNÍŽENÍ OBSAHU SÍRY V UHLÍ

Obsah síry v uhlí kolísá podle druhu i místa původu a pohybuje se v rozmezí 0,5 % až 10 % hmotnosti. V černém uhlí je obsah síry nižší než v hnědém, obvykle kolem 1 %. České hnědé uhlí má asi 1 % až 3 % síry [18].

Síra se vyskytuje v uhlí v pyritické formě (FeS_2), v různých organických sloučeninách, ve formě síranů a může být i v čisté formě. Předpokládá se, že veškerá síra v palivu přechází při spalování ve velkých topeništích do spalin ve formě SO_2 a malá část, u hnědého uhlí asi 5 %, přechází do popela. Ke snížení množství SO_2 vzniklého spálením uhlí lze použít některou z metod snižujících obsah síry v uhlí současně se zvyšováním jeho výhřevnosti a odstraněním nehořlavých látek.

3.2.1.1 FYZIKÁLNÍ SEPARACE

Organická síra je součástí uhelné hmoty a činí 30 % až 70 % veškeré síry ve většině druhů uhlí. Pyritická síra je minerál v různých, neřídka mikroskopických velikostech s měrnou hmotností asi 5, zatímco maximální měrná hmotnost uhlí je asi 1,8. Právě tohoto rozdílu měrných hmotností se využívá při snižování obsahu pyritu v uhlí tzv. fyzikální separací. Ta se provádí například tak, že se uhlí rozemele a vypere. Proudem kapaliny jsou unášeny pouze ty částice uhlí, které prakticky neobsahují zrnka pyritu, zatímco těžší zrnka pyritu a další minerální látky se usazují. Tímto způsobem lze snížit obsah pyritu v uhlí o 30 % až 60 %, ale za cenu vysokých energetických ztrát [18].

3.2.1.2 CHEMICKÉ POSTUPY

Další cestou ke snížení obsahu síry v uhlí je využití chemických postupů. Jedná se například o vyluhování uhlí roztokem $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ za zvýšeného tlaku a teploty nebo o promývání rozemletého uhlí NaOH při teplotě 320°C – 415°C . Další možností je odstraňování síry pomocí desulfuračních bakterií, ale tento proces probíhá velmi pomalu a je náročný na udržování stálé teploty 16°C . Existují ještě další způsoby, ale jsou komplikované a drahé. Mnohem výhodnější a účinnější je odsiřování spalin.

3.2.2 ODSIŘOVÁNÍ KOUŘOVÝCH SPALIN

Odsiřování spalin znamená snižování obsahu SO_2 ve spalinách před jejich vstupem do ovzduší. Za tím účelem se mezi kotel a komín vestavují technologická zařízení, většinu odsiřovacích procesů však lze zařadit až na konec spalovacího cyklu, tj. za kotel, a tím prakticky nezasahovat do výroby elektřiny a tepla.

Odsiřovací metody se dělí podle způsobu zachycování SO_2 na:

- regenerační – aktivní látka se po reakci s oxidem siřičitým regeneruje a vrací zpět do procesu, oxid siřičitý se dále zpracovává
- neregenerační – aktivní látka reaguje s SO_2 na dále využitelný nebo nevyužitelný produkt a zpět do procesu se nevrací
- mokré – SO_2 se zachycuje v kapalině nebo vodní suspenzi aktivní látky
- polosuché – aktivní látka je ve formě vodní suspenze vstříkována do proudu horkých spalin, kapalina se poté odpaří a produkt reakce se zachycuje v tuhém stavu
- suché – SO_2 reaguje s aktivní látkou v tuhém stavu

České elektrárny používají jako metodu pro odsíření spalin převážně mokrou vápencovou vypírku. V absorberu (nádobě o průměru 15 m a výšce 40 m) procházejí kouřové plyny několikasupňovou sprchou, která rozstříkuje vápencovou suspenzi, tj. rozemletý vápenec ve vodě. Oxid siřičitý reaguje a vzniká hydrogensířičitan vápenatý, který dále oxiduje na dihydrát síranu vápenatého. Vzniklý produkt – tzv. energosádrovec lze výhodně využít pro výrobu sádry, stavebních dílů a cementu

3.2.3 DENITRIFIKACE SPALIN

Denitrifikace spalin je považována za technicky obtížnější než odsíření. Kouřové plyny obsahují různé oxidy dusíku, přibližně 95 % je oxidu dusnatého NO , asi 5 % oxidu dusičitého NO_2 , při teplotách pod 900°C vzniká i oxid dusný N_2O . Organický dusík je obsažen v palivu i ve vzduchu při spalování. Kolik se ho oxidací atmosférického dusíku dostane do spalin závisí na teplotě a na obsahu kyslíku v zóně hoření [1].

Metody snížení NO_x jsou dvojí: primární, kdy se snažíme zabránit jejich vzniku řízením průběhu spalování a konstrukcí kotlů (lze snížit emise NO_x o 40 % – 60 % při relativně nízkých nákladech) a sekundární, kdy se likvidují již vzniklé oxidy dusíku. Používají se přitom selektivní katalytické a nekatalytické redukce.

Selektivní katalytická redukce probíhá ve speciálním reaktoru. Katalyzátorem jsou oxidy vanadu, molybdenu nebo wolframu na nosiči z oxidu titaničitého. Do spalin se vstříkuje amoniak a směs se vede přes katalyzátory, kde vzniká elementární dusík a voda. Tato metoda je dražší, ale obsah NO_x ve spalinách lze snížit o 80 % – 90 % [1].

Existují i moderní způsoby spalování, při nichž se škodliviny z kouřových plynů odstraňují přímo při spalování, popř. vůbec nevznikají. Příkladem je fluidní spalování, při jehož použití, ve srovnání klasickým spalováním, obsahují vzniklé kouřové plyny pouze 3 % síry a 25 % oxidů dusíku.

3.2.4 ČESKÉ UHELNÉ ELEKTRÁRNY

V rámci programu ekologizace uhelných elektráren provozovaných ČEZ a. s., bylo instalováno 28 odsiřovacích jednotek a 7 fluidních kotlů, došlo k rekonstrukci odlučovačů popílku a k modernizaci řídicích systémů elektráren [10].

Celkově bylo odsířeno 6 462 MW instalovaného výkonu. Z této hodnoty připadá 5 930 MW na odsíření pomocí tzv. vypírky kouřových plynů (5 710 MW mokrá vápencová vypírka, 220 MW polosuchá vápenná vypírka), 497 MW je odsířeno pomocí náhrady starých kotlů moderními s fluidním spalováním, u 35 MW byla provedena změna paliva. Zároveň s postupem prací na vyčištění modernějších uhelných zdrojů se rozeběhl i útlumový program nejstarších zařízení.

V současné době jsou české uhelné elektrárny plně srovnatelné s obdobnými zdroji kdekoliv v Evropě.

3.2.5 VYUŽITÍ MATERIÁLŮ VZNIKLÝCH V ODLUČOVAČÍCH

Materiály vzniklé v odlučovačích se dají použít např. jako podkladový materiál při stavbách silnic či železnic, výplň nahrazující uhlí ve vytěžených

uhelných slojích, materiál pro terénní úpravy a modelování krajiny při rekultivacích, nebo jako součást suchých maltových směsí.

Možná nejznámějším a zároveň nejefektivnějším využitím produktů odsíření však je bezesporu výroba sádrokartonových desek využívaných pro modelování interiérů v obytných i ostatních budovách, a také výroba nosných profilů. Nevýhodou tohoto přístupu je nutnost další těžby nerostů – vápence, zároveň se však šetří zásoby přírodního sádrovce, který by za jiných okolností musel být vytěžen – stavebnictví by se zřejmě bez sádrokartonů jako moderní stavební technologie neumělo obejít.

Intenzivně se připravují další projekty pro využití energosádrovce. V elektrárně Chvaletice se uvažuje o využití energosádrovce k výrobě sádry a následně sádrových tvárnic, v elektrárně Tušimice se počítá s možností využití pro produkci sádrotřískových desek a v elektrárně Mělník se dokončuje další závod pro výrobu sádrokartonových desek.

Také popeloviny, dříve dopravované pomocí vody na složiště popílku našly využití např. při rekultivacích stávajících složišť nebo vytěžených dolů. Popílek smíchaný s energosádrovcem vytvoří bezpečnou hmotu, která umožňuje tvarování krajiny do původního reliéfu. Poté je možné takto upravené plochy zalesnit nebo využít např. pro pěstování rychlerostoucích rostlin (biomasy) pro další využití.

4. Jaderné elektrárny

Elektrická energie se v jaderné elektrárně vyrábí stejně jako v elektrárnách používajících fosilní paliva. Rozdíl je pouze ve zdroji tepelné energie. Tím je v případě jaderné elektrárny tepelná energie uvolňovaná při řízené štěpné reakci probíhající v jaderném reaktoru.

Jaderné elektrárny typu VVER, pracující v ČR, se skládají ze dvou uzavřených okruhů: primárního (jaderného) a sekundárního (nejaderného). V primárním okruhu koluje voda, která chladí reaktor. Trubky primárního okruhu procházejí výměníkem, tzv. parogenerátorem, kde ohřívají vodu sekundárního okruhu. Tepelná energie vznikající v reaktoru se pomocí primární vody předává vodě okruhu sekundárního.

V reaktoru a v celém primárním okruhu je poměrně vysoký tlak, který zabraňuje vodě ve varu a vzniku páry. Ta proto vzniká až v sekundárním okruhu, kde umožňuje přeměnu tepelné energie na energii pohybovou a

elektrickou. K tomu slouží turbosoustrojí, tj. turbína poháněna sytou parou a generátor, který využívá pohybovou energii vyvinutou turbínou.

Pára, jejíž tlak i teplota poklesly, je z turbíny odváděna do kondenzátorů, kde se po ochlazení sráží (kondenzuje) na vodu a je vracena zpět do parogenerátoru, čímž se sekundární okruh uzavírá.

Chlazení v kondenzátorech, v nichž se páře odebírá již nevyužitelná energie, zajišťuje tzv. třetí chladicí okruh jaderné elektrárny. U jaderných elektráren v ČR jsou jeho nejvýznamnější součástí chladicí věže. Zde se voda ochlazuje odparem. Do ovzduší tak uniká pouze čistá vodní pára. Negativní dopad provozu jaderné elektrárny na okolí, např. na kvalitu ovzduší, je tedy prakticky nulový.

V elektrárnách pracuje i řada dalších pomocných systémů, které zajišťují bezpečnost jaderné elektrárny. Od řídicího a regulačního systému přes ochrannou obálku primárního okruhu (kontejnment) až po systém pro čištění cirkulujícího chladiva [19].

4.1 PRINCIP ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE

V jaderném reaktoru se na výrobu tepla využívá řízené řetězové štěpné reakce, která vychází ze skutečnosti, že při interakci tepelných neutronů s jádry některých těžkých prvků (^{235}U , ^{239}Pu) dochází k rozštěpení těchto jader na trosky a přitom vzniknou 2 – 3 rychlé neutrony, které mohou štěpit další jádra těžkých prvků a tak vznikne řetězová reakce

Při této reakci se uvolní energie o velikosti cca 200 MeV a z níž zhruba 82 % je kinetická energie trosek, která se při jejich zabrzdění v palivu přemění na energii tepelnou a ta je odvedena chladivem [14].

4.2 JADERNÝ REAKTOR

Reaktor je zařízení, v němž probíhá štěpná reakce. Je to v podstatě velká nádoba, nebo soustava nádob, která musí odolávat vysokým tlakům, teplotám a intenzivnímu toku neutronů. V současnosti se používají tři typy nádob reaktoru:

-Reaktor s tlakovou nádobou (používají ho obě české jaderné elektrárny) je vhodný tam, kde je objem paliva přibližně stejně velký jako objem moderátoru. Reaktorová nádoba je vyrobena ze speciální nerezavějící oceli, průměr bývá okolo 7 metrů a výška až 23 metrů.

- Reaktory s nádobou ze železobetonu se používají v elektrárnách, kde se ke zpomalování neutronů využívá grafit. Vnitřní rozměry takových železobetonových nádob dosahují desítek metrů. Jsou velmi odolné proti tlaku.

- Reaktor s tlakovými trubkami je vhodný v případech, kde objem moderátoru je mnohem větší než objem paliva. Palivo je umístěno v trubkách obklopených bloky moderátoru. Celý systém je uzavřen v betonové budově.

K hlavním komponentám, které umožňují provoz reaktoru, patří palivo, moderátor, absorbátor a chladivo.

4.2.1 JADERNÉ PALIVO

Vsázka paliva do reaktoru typu VVER představuje dané množství UO_2 ve tvaru válečků (tablet). Ty jsou uloženy v palivových proutcích sdružených do palivových souborů (kazet). Energetický obsah jedné tablety (v reaktoru jsou jich řádově desítky milionů) nahradí 1,6 tun hnědého uhlí. Tato energie se z tablety získává v průběhu 4 let. Palivo se vkládá do aktivní zóny reaktoru. Palivové proutky jsou chráněny povlakem ze speciální slitiny, nejčastěji na bázi zirkonia. Tento povlak zaručuje předání tepla z paliva chladivu a zároveň nepropustí radioaktivní štěpné produkty.

Počet palivových kazet	163
Počet palivových proutků v kazetě	312
Pokrytí palivového proutku	Zr-4
Počet vodících trubek v kazetě	18
Počet instrumentačních trubek v kazetě	1
Výška palivového sloupce	3630 mm
Tableta – průměr	7,84 mm
Tableta – výška	9,4 mm

Tab. 4.1 Palivo používané v reaktoru VVER 1000 v JE Temelín

4.2.2 CHLADIVO

Štěpící materiál vyžaduje neustálé ochlazování tak, aby nedošlo k roztavení povlaku jaderného proutku, úniku štěpných produktů a aby byla zajištěna bezpečnost reaktoru. To zajišťuje chladivo, které odvádí teplo tam, kde ho lze využít. Jako chladivo se nejlépe osvědčuje obyčejná voda, těžká voda, oxid uhličitá, helium, sodík a některé soli nebo slitiny.

4.2.3 REGULACE – MODERÁTOR, ABSORBÁTOR

K nastartování reaktoru se používá vnější neutronový zdroj. Pravděpodobnost, že při svém letu neutron rozštěpí jádro izotopu uranu ^{235}U je malá, spíše se při srážce s ním jen odrazí, aniž by předal část své velké energie. Je třeba ho zpomalit. Látkou, která neutrony zpomaluje, je tzv. moderátor. Moderátorem bývá u reaktoru, kde štěpení obstarávají pomalé neutrony, nejčastěji voda, ale také grafit nebo těžká vody (D_2O). U reaktorů, které pracují na bázi rychlých neutronů, moderátor chybí.

Živelnému štěpení zabraňuje tzv. absorbátor, který zachycuje přebytečné neutrony. Absorbátor se do aktivní zóny vkládá také ve formě tyčí, podobně jako palivo. Výkon reaktoru se reguluje výškou vytažení nebo zasunutí kazet do aktivní zóny.

4.2.4 BEZPEČNOST JADERNÉHO REAKTORU

Při konstrukci jaderné elektrárny je kladen hlavní důraz na bezpečnost reaktoru. Pro případ okamžitého zastavení reaktoru jsou připraveny havarijní tyče. V nich bývá mnohem vyšší koncentrace absorbátoru než v tyčích regulačních. Havarijní tyče jsou vysunuty nad aktivní zónu, kde je drží elektromagnety. V případě nebezpečí havárie elektrárny havarijní signál vypne elektromagnety a tyče spadnou do aktivní zóny reaktoru a štěpnou reakci zastaví.

4.2.5 TYPY JADERNÝCH REAKTORŮ

Jaderný reaktor PWR, VVER

Tlakovodní reaktor PWR nebo ruský typ VVER je dnes ve světě nejrozšířenějším typem jaderného reaktoru (asi 57 %). Tento typ pracuje jak v jaderné elektrárně Dukovany, tak v jaderné elektrárně Temelín. Původně byl vyvinut v USA, později koncepci převzalo Rusko. Stejně reaktory jsou pro svou vysokou bezpečnost používány kromě jaderných elektráren i k pohonu jaderných ponorek.

Jaderným palivem je obohacený uran ve formě tabletek oxidu uraničitého uspořádaných do palivových tyčí. Moderátorem i chladičem je obyčejná voda. Výměna paliva probíhá při odstaveném reaktoru zpravidla jednou za 1 – 1,5 roku (nahradí se jedna třetina vyhořelého paliva).

Jaderný reaktor BWR

Varný reaktor BWR je druhým nejrozšířenějším typem. Palivem je mírně obohacený uran ve formě válečků oxidu uraničitého uspořádaných do palivových tyčí. Palivo se mění stejně často jako v případě PWR. Obdobou PWR je i aktivní zóna a obyčejná voda coby chladivo a moderátor. Voda se ohřívá až k varu přímo v tlakové nádobě a v horní části reaktoru se hromadí pára. Když se zbaví vlhkosti, žene se přímo k turbíně. Reaktory BWR jsou jednookruhové.

Těžkovodní reaktor CANDU

Těžkovodní reaktor CANDU byl vyvinut v Kanadě a exportován také do Indie, Pákistánu, Argentiny, Koreje a Rumunska. Palivem je přírodní uran ve formě oxidu uraničitého, chladivem a moderátorem těžká voda D₂O. Aktivní zóna se nachází v nádobě ve tvaru ležícího válce, která má v sobě vodorovné průduchy pro tlakové trubky. Těžkovodní moderátor v nádobě musí být chlazen, neboť moderační schopnost se snižuje se zvyšující se teplotou. Těžká voda z prvního chladicího okruhu předává své teplo obyčejné vodě v parogenerátoru, odkud se vede pára na turbínu.

Jaderný reaktor Magnox GCR

Plynem chlazený reaktor Magnox GCR se používá ve Velké Británii a Japonsku. Palivem je přírodní kovový uran ve formě tyčí pokrytých oxidem magnézia. Aktivní zóna se skládá z grafitových bloků (moderátor), kterými prochází několik tisíc kanálů; do každého se umísťuje několik palivových tyčí. Aktivní zóna je uzavřena v kulové ocelové tlakové nádobě s betonovým stíněním. Palivo se vyměňuje za provozu. Chladivem je oxid uhličitý, který se po ohřátí vede do parogenerátoru, kde předá teplo vodě sekundárního okruhu.

Jaderný reaktor AGR

Pokročilý plynem chlazený reaktor AGR se zatím používá výhradně ve Velké Británii. Palivem je uran obohacený izotopem ²³⁵U ve formě oxidu uraničitého, moderátorem je grafit, chladivem oxid uhličitý. Elektrárna je dvouokruhová.

Jaderný reaktor RBMK

Reaktor typu RBMK (známá je také zkratka LWGR) se používá výhradně na území bývalého SSSR. Tohoto typu byl reaktor první jaderné elektrárny v Obninsku i reaktor v Černobyli. Další reaktory tohoto typu se již nestaví. Palivem je přírodní nebo slabě obohacený uran ve formě oxidu

uraničitého. Palivové tyče jsou uloženy v kanálech, kudy proudí chladivo – obyčejná voda. V tlakových kanálech přímo vzniká pára, která po oddělení vlhkosti pohání turbínu. Elektrárna je dvouokruhová. Moderátorem je grafit, který obklopuje kanály.

Jaderný reaktor HTGR

Vysokoteplotní reaktor HTGR patří k velmi perspektivním typům jaderných reaktorů. Bezpečnost typu je na vysoké úrovni, reaktor poskytuje na výstupu velmi vysokou teplotu. Má proto i velmi vysokou účinnost výroby elektrické energie (až 40 %). Teplo se může využívat nejen pro výrobu elektřiny, ale i přímo v různých průmyslových procesech, například metalurgických nebo při zplyňování uhlí. Vysokoteplotní reaktory jsou zatím vyvinuty pouze experimentálně v Německu, USA a Velké Británii.

Palivem je vysoce obohacený uran ve formě malých kuliček oxidu uraničitého. Kuličky povlékané třemi vrstvami karbidu křemíku a uhlíku jsou rozptýleny v koulích grafitu, velkých asi jako tenisový míček. Grafit slouží jako pevná, tepelně odolná schránka uranu a vznikajících radioaktivních zbytků i jako moderátor. Palivové koule se volně sypou do aktivní zóny, na dně jsou postupně odbírány. Chladivem je helium proháněné skrze aktivní zónu.

Jaderný reaktor FBR

Rychlý množivý reaktor FBR pracuje v Rusku (BN - 600 v Bělojarsku), ve Francii (Seperphénix) a Velké Británii. V USA, Německu a Japonsku existují demonstrační elektrárny tohoto typu. V dlouhodobé perspektivě je těmto reaktorům přisuzován velký význam.

Palivem je plutonium ve směsi oxidu plutoničitého a uraničitého. Během provozu vyprodukuje více nového plutoniového paliva, než kolik ho sám spálí. Reaktor nemá moderátor, řízená štěpná reakce v něm probíhá působením nezpomalených, rychlých neutronů. Aktivní zóna tvořená svazky palivových tyčí je obklopena "plodivým" pláštěm z uranu. V každém litru objemu FBR se uvolňuje až desetkrát více tepla než u klasických pomalých reaktorů. Chladivem je sodík, který ze sekundárního okruhu proudí do parogenerátoru, kde ve třetím okruhu ohřívá vodu na páru.

4.3 DEKONTAMINAČNÍ TECHNOLOGIE

Vnitřní povrchy zařízení primárního okruhu, ale i ostatní povrchy v kontrolovaném pásmu mohou být znečištěny (kontaminovány) radioaktivními izotopy. Pro snížení radiační zátěže obslužného personálu a zabránění vnitřní kontaminace pracovníků např. při údržbě zařízení, provádí se na zařízeních odstraňování kontaminace – dekontaminace.

Pro dekontaminaci různých povrchů se v závislosti od jejich charakteru a vlastností kontaminantů používá celá řada technologických postupů, které můžeme rozdělit do tří skupin:

- chemická dekontaminace
- elektrochemická dekontaminace
- speciální postupy

4.3.1 CHEMICKÁ DEKONTAMINACE

Chemická dekontaminace nerezových oceli (materiál vnitřních povrchů primárního okruhu) je založena na dvoustupňovém rozpouštění korozní vrstvy. V prvním stupni se korozní vrstva naruší oxidací pomocí ohřátého kyselého nebo zásaditého roztoku manganistanu draselného a v druhém stupni se korozní vrstva rozpustí v teplém vodném roztoku kyseliny šťavelové, citrónové a komplexotvorného činidla. Výhodou této technologie je její značná univerzálnost a možnost dekontaminovat i tvarově komplikované povrchy. Nevýhodou je nižší dekontaminační faktor a značné množství kapalných radioaktivních odpadů.

4.3.2 ELEKTROCHEMICKÁ DEKONTAMINACE

Je také určena pouze pro dekontaminaci kovových povrchů pomocí stejnosměrného proudu a je založena na anodickém rozpouštění korozní vrstvy. Dekontaminovaný předmět se zapojí jako anoda a katodou je buď vana, nebo speciálně tvarovaná elektroda. Mezi katodou a anodou je elektrolyt (roztok organických kyselin ve vodě), který zprostředkuje kontakt. Například při vanové metodě se speciálně upravená kovová vana naplní elektrolytem, do kterého se ponoří titanový koš s předmětem určeným k dekontaminaci. Koš je zapojený jako anoda a vana jako katoda. Po zapnutí proudu se korozní vrstva na předmětu začne rozpouštět. Výhodou elektrochemických metod je jejich vysoká dekontaminační účinnost při malé produkci kapalných radioaktivních

odpadů. Nevýhodou jsou problémy s dekontaminací tvarově komplikovaných součástí.

4.3.3 SPECIÁLNÍ POSTUPY DEKONTAMINACE

Cílem speciálních dekontaminačních postupů, které se rozvíjejí v současné době ve světě, je při zachování dekontaminačního faktoru snížit množství sekundárních kapalných odpadů. Podle způsobu dekontaminačního působení rozdělujeme speciální metody na:

- dekontaminace pomocí gelů
- dekontaminace pomocí pěn

4.4 RADIOAKTIVNÍ ODPAD

Radioaktivní odpady vznikají v jaderné energetice v podstatě v průběhu celého palivového cyklu – od vytěžení uranové rudy až po likvidaci elektrárny na konci její životnosti. Vyhořelé jaderné palivo představuje vysoce aktivní odpad, který je možné uložit nebo přepracovat na nové palivo. Při provozu jaderné elektrárny vznikají i nízkoaktivní a středně aktivní odpady.

Principem zneškodnění radioaktivních odpadů je jejich oddělení od biosféry takovým způsobem, aby po celou dobu jejich existence nemohlo dojít k ohrožení člověka a životního prostředí.

4.4.1 PLYNNÉ ODPADY

Při provozu JE i při odstávkách a opravách kontaminovaných zařízení se budou v různých částech kontrolovaného pásma uvolňovat do ovzduší radioaktivní látky a bude se vytvářet plynný radioaktivní odpad.

Základním způsobem likvidace plyných odpadů je odsávání kontaminovaného ovzduší pomocí vzduchotechniky, zachytávání radioaktivních látek na speciálních filtrech a řízené vypouštění zbytkového množství radionuklidů do atmosféry.

4.4.2 KAPALNÉ ODPADY

Kapalné radioaktivní odpady vznikají při různých činnostech v kontrolovaném pásmu (dekontaminace zařízení, praní kontaminovaných oděvů, úklid prostorů, úniky ze zařízení primárního okruhu apod.). Většina

těchto odpadů se zpracovává (zahušťuje) v systému čištění odpadních vod a koncentrát, který tam vzniká, představuje převážnou část kapalných radioaktivních odpadů na jaderné elektrárně. Odpad v tomto stavu není možné skladovat po dobu potřebnou na přirozené snížení jeho aktivity (tj. po dobu 10 poločasů rozpadu radionuklidů s nejdelším poločasem rozpadu, což v našem případě představuje cca 300 roků). Proto je nutné převést kapalným radioaktivní odpad do pevného stavu – vykonat jeho solidifikaci. Nejpoužívanější metody solidifikace jsou:

- cementace – smíchání koncentrátu s cementem za vzniku betonu
- bitumenace – fixace radioaktivních solí do asfaltu
- vitrifikace - zasklívání - tvorba skla s obsahem radioaktivních solí

4.4.3 PEVNÉ ODPADY

Pevné radioaktivní odpady vznikají na JE z kontaminovaných ochranných pomůcek, náradí a vyřazených částí zařízení. Pevné odpady můžeme rozdělit podle fyzikálních vlastností a zpracovatelnosti na:

- lisovatelné
- nelisovatelné
- spalitelné

4.4.4 SKLADOVÁNÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ V ČR

Nakládání s radioaktivními odpady upravuje v ČR zákon č. 18/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů (atomový zákon). Radioaktivní odpad podléhá regulaci a dozoru Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO), zřízená jako státní organizace na základě atomového zákona, je zodpovědná za bezpečné ukládání všech radioaktivních odpadů. Zřízením SÚRAO jsou prakticky realizovány státní garance za bezpečné ukládání radioaktivních odpadů [16].

Do odpovědnosti původce patří zejména krytí veškerých finančních nákladů spojených s nakládáním s radioaktivními odpady a jejich předání k uložení pouze ve formě, která odpovídá schváleným podmínkám přijatelnosti pro dané úložiště.

4.4.4.1 BEZPEČNOST ÚLOŽIŠTĚ A UKLÁDÁNÍ JADERNÝCH ODPADŮ

Zásadním požadavkem ve vztahu k životnímu prostředí a ochraně zdraví obyvatelstva je bezpečnost úložiště. Je zabezpečena vlastním řešením konstrukce úložiště a jeho provozováním podle předem stanovených režimů a podmínek. Bezpečnost úložiště je dále prověřována soustavou kontrolních mechanismů.

Rozhodnutím SÚJB o schválení Limitů a podmínek bezpečného provozu je omezena maximální aktivita vyhořelého paliva, které lze do úložiště uložit. Toto omezení má praktický význam pro bezpečnost zejména v daleké budoucnosti, kdy ani náhodné vniknutí do prostor úložiště nezpůsobí vážnější zdravotní újmu. Dnešní bezpečnost je potvrzována výsledky monitorování úložiště, důsledným dodržováním limitů a podmínek provozu, dodržováním podmínek přijatelnosti ze strany původce a jejich důslednou kontrolou při předávání odpadů k uložení Správou úložišť.

Izolace odpadů, jako základ ochrany životního prostředí, je zabezpečena pomocí aplikace multibariérových systémů úložiště radioaktivních odpadů, kde se uplatňují jak přírodní, tak inženýrské (uměle vytvořené) bariéry proti únikům uložených radioaktivních odpadů a šíření kontaminace radionuklidy.

4.4.4.2 ÚLOŽIŠTĚ JADERNÝCH ODPADŮ V JE DUKOVANY

Upravené odpady jsou ukládány v ÚRAO v areálu JE Dukovany. Od roku 2002 zde probíhá ukládání jaderného odpadu z obou českých elektráren. Ke konci roku 2004 (po 20 letech provozu JE Dukovany a po čtyřech letech provozu JE Temelín) bylo zaplněno celkem 9 z celkového počtu 112 jímek o celkové kapacitě 55 000 m³.

V ÚRAO budou uloženy veškeré provozní radioaktivní odpady vzniklé za celou dobu provozu JE Dukovany a JE Temelín (v roce 1999 bylo toto úložiště jaderného odpadu předáno státu). V areálu jaderné elektrárny Dukovany je umístěn i sklad použitého paliva o kapacitě 600 tun, který byl uveden do trvalého provozu v březnu 1997. V současné době je v této lokalitě připravována stavba dalšího skladu použitého paliva o kapacitě 1340 tun. Tím bude zajištěna dostatečná skladovací kapacita pro veškeré použité palivo za 40 let provozu JE Dukovany [14].

4.4.4.3 HLUBINNÉ ÚLOŽIŠTĚ

Použité jaderné palivo a vysokoaktivní odpady mají společného jmenovatele – velmi dlouhou dobu, po kterou si uchovávají své nebezpečné vlastnosti. Proto jsou úložiště tohoto druhu jaderného odpadu situována do hlubinných geologických formací v hloubkách několika set metrů. Zahájení provozu hlubinného úložiště v podmínkách ČR se předpokládá okolo roku 2065. Do této doby bude použité jaderné palivo bezpečně skladováno v kontejnerech.

Finanční prostředky, určené ke krytí veškerých nákladů spojených se zneškodněním všech radioaktivních odpadů i použitého jaderného paliva, jsou v souladu s tzv. atomovým zákonem odváděny provozovateli jaderných zařízení na jaderný účet. Z jaderného účtu je financována činnost SÚRAO, které v souladu se svým posláním zabezpečuje ukládání radioaktivních odpadů a zabývá se přípravou výstavby a budoucího provozu úložiště použitého jaderného paliva.

4.4.4.4 ZÁLOŽNÍ ŘEŠENÍ: SKALKA

I když vláda ČR potvrdila doporučení Ministerstva životního prostředí ČR stavět další sklady použitého jaderného paliva přednostně v lokalitách jaderných elektráren, záložní variantou skladování jaderného dopadu je vybudování centrálního skladu v lokalitě Skalka. Areál skladu se nachází v těsné blízkosti železniční tratě Tišnov-Žďár nad Sázavou na pravém břehu říčky Nedvědičky poblíž města Bystřice nad Pernštejnem v okrese Žďár nad Sázavou a zasahuje do katastrálních území obcí Věžná, Strítěž a Bor. Leží v upravené výškové úrovni 407 m n. m. a zaujímá plochu cca 1,5 ha.

Podzemní stavba by měla být vyražena v severní části tektonicky stabilního masivu Pálená. Sklad by byl suchým kontejnerovým podzemním skladem, v jehož horizontálních tunelech by byly skladovány kovové transportně-skladovací kontejnery s použitým jaderným palivem. Projektové řešení skladu předpokládá umístění cca 2900 tun paliva. Doprava do skladu by probíhala po železnici speciálním vagónem, vyhořelé palivo by bylo dopravováno v kontejnerech pro tento účel licencovaných SÚJB.

5. Vodní elektrárny

Česká republika je svou geografickou polohou (leží na rozvodí tří moří, řeky zde pramení) přímo předurčena k využití vodní energie v malých vodních elektrárnách – vodní elektrárny s instalovaným výkonem do 10 MW.

5.1 VODNÍ ENERGIE

Kinetická energie je ve vodních tocích dána rychlostí proudění, která je závislá na spádu toku. Její využití je možné vodními rovnotlakými stroji, založenými na rotačním principu (vodní kola, turbíny typu Bánki a Pelton). Optimální využití vyžaduje, aby obvodová rychlost stroje byla nižší, než je rychlost proudění, jinak lopatky pouze ustupují proudu bez možnosti převzetí energie a jakéhokoliv zatížení. Otáčky rovnotlakých strojů jsou pomalé (tlak na lopatky, způsobený poloviční obvodovou rychlostí oproti rychlosti proudění, je po celé cestě předávání energie stejný) a voda vstupuje do turbíny pouze v některých částech jejího obvodu a nezahltí celý obvod plynule (částečný ostřík).

Energie potenciální vzniká získáním hladiny vody o větší výšce, z níž voda proudí vhodným přiváděčem do míst s nižší hladinou. Rozdíl těchto dvou výškových potenciálů vytváří tlak, který se využívá v přetlakových (reakčních) strojích (turbíny typu Kaplan, Francis, Reiffenstein, turbíny vrtulové a vhodná čerpadla v turbínovém provozu). V přetlakové turbíně se část tlaku vody přemění v rychlost pro zajištění požadovaného průtoku, zbylý tlak se při průchodu lopatkou turbíny postupně snižuje a v místě, kde ji opouští, je prakticky využit. Otáčky oběžného kola přetlakové turbíny jsou několikanásobně vyšší než absolutní rychlost proudění [9].

5.2 POSOUZENÍ HYDROENERGETICKÉHO POTENCIÁLU

Hydroenergetický potenciál určují dva základní parametry:

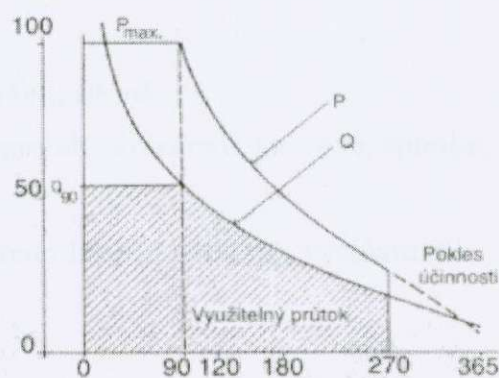
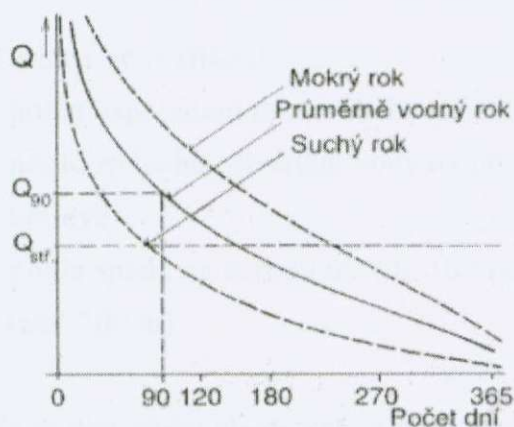
Využitelný spád – Hrubý spád zjistíme nivelací na úseku od vtokového objektu (obvykle nad jezem) po úroveň spodní hladiny na odpadu z turbíny. Odečtením všech ztrát na trase před turbínou (v česlích, v přiváděcím kanálu, v potrubí atp.) získáme spád čistý, tj. pro turbínu užitečný. Větší spád znamená výhodnější investici.

Průtok (průtočné množství vody v daném profilu, který chceme využít)

získáme od Českého hydrometeorologického ústavu, nebo od Správy toku – povodí. Získáme tzv. "roční odtokovou závislost" nebo také M -denní závislost (křivku). Data se uvádějí číselně v obvyklém členění po 30 dnech v roce (viz tab. 5.1), nebo graficky (obr. 5.1, 5.2).

T[dni]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	335	364
Q [m ³ /s]	2,7	1,9	1,5	1,2	1,0	0,85	0,75	0,60	0,50	0,40	0,34	0,25	0,18

Tab. 5.1 Příklad roční odtokové závislosti



Obr. 5.1 Roční odtoková závislost Obr. 5.2 Výkon dosažený v průběhu roku

Odtoková křivka (závislost) udává přítok zaručený v daném profilu toku po určitý počet dní. Vodní elektrárny se obvykle dimenzují na množství 90denní až 180denní, což opět ovlivňuje technická úroveň technologie – hlavně schopnost turbíny přizpůsobit se regulací průtočným změnám. Zde je také potřeba brát zřetel na tzv. asanační množství vody, které je nutno ponechat v řečišti. Asanační množství bývá předepsáno při vodoprávním řízení. O využití průtoku a dosažitelném výkonu dává přehled obr. 2. Roční výroba je úměrná ploše ohraničené křivkou výkonu.

Výkon vodní turbíny se stanoví zjednodušeným vzorcem $P=Q.H.k$

P výkon [kW]

Q průtočné množství vody [m³/s]

kde je H spád využitelný turbínou [m]

k je bezrozměrná konstanta uváděná v rozsahu od 6,5 do 8,5 (ovlivňuje účinnost soustrojí – technická úroveň použité technologie).

5.3 VÝBĚR VHODNÉHO TURBOSOUSTROJÍ

Teorie vodních turbín je v současnosti již na takovém stupni vývoje, že nelze pro běžné průtoky a spády očekávat výraznější zdokonalení a zvýšení účinností. Vývoj směřuje k prefabrikaci jednotlivých částí MVE, zejména v konstrukci kompaktních soustrojí, čímž se podstatně omezí rozsáhlé a nákladné montáže přímo na vodním díle. Firmy zabývající se výrobou obvykle nabízejí ucelené řady turbín, z nichž se pochopitelně vybírá ta, která vyhoví nejvíce parametrům zvolené lokality. Nejvhodnější a nejčastěji použitou turbínou v našich podmínkách s malými spády (od 1,5 m do 10 m) je turbína typu Kaplan.

Turbíny se rozlišují:

- podle uspořádání na vertikální, horizontální, šikmé
- podle způsobu přivádění vody na přímoproudé, kolenové, kašnové, spirální, kotlové
- podle spádu na nízkotlaké (do 10 m), středotlaké (do 100 m), vysokotlaké (nad 700 m)

Za malou vodní elektrárnu je považována každá s výkonem do 10 MW.

Podrobněji se podle výkonu MVE dělí na :

- průmyslové (od 1 MW do 10 MW)
- závodní, nebo veřejné (od 100 kW do 1 000 kW)
- drobné, nebo minielektrárny (od 35 kW do 100 kW)
- mikro zdroje, nebo také mobilní zdroje (pod 35 kW)

6. Větrné elektrárny

V Čechách, na Moravě a ve Slezsku se využívala větrná energie již od středověku, nejvíce pak v 18. a 19. století. Svědčí o tom nejméně 260 známých lokalit, kde dříve stávaly větrné mlýny. Postupem času zanikly a jejich práci nahradila zařízení poháněná elektrickou energií.

Naše republika nemá tak výhodné podmínky pro využití větrné energie jako přímořské státy (např. Dánsko, Velká Británie). Přesto je u nás mnoho dobrých lokalit, kde lze instalovat větrné elektrárny.

Příhodné lokality se téměř vždy nacházejí ve vyšších nadmořských výškách, obvykle nad 600 m n. m.. V nižších nadmořských výškách je

průměrná rychlost větru malá (kolem 2 m/s až 3 m/s) a nelze ji tedy ekonomicky využít. Ve světě se obvykle považuje 5 m/s za minimální hranici pro využití větrné energie.

Podle studie zpracované Ústavem fyziky atmosféry (ÚFA) AVČR v roce 1995, lze v ČR při využití všech lokalit s rychlostí větru nad 4,8 m/s vyrobit až 5 TWh elektřiny ročně, což představuje 8,5 % současné spotřeby. Ve stávajících ekonomických podmínkách, kdy se výkupní cena energie z větrných elektráren pohybuje kolem 1 Kč za 1 kWh, lze ekonomicky využít lokality s průměrnou rychlostí větru alespoň 8 m/s, tedy pouze ve vrcholových partiích některých hor (Krušné Hory, Krkonoše, Jeseníky), které však obvykle leží v národních parcích nebo CHKO. Například na Klínovci je průměrná rychlost větru 8,5 m/s, na Sněžce 11 m/s, na Pradědu 8,2 m/s [15].

U malých větrných elektráren (s výkonem do 1 kW) pro soukromé potřeby je situace o něco příznivější, neboť lze uvažovat o jejich stavbě i v oblastech s nižší rychlostí větru (asi tak od 5 m/s) a také omezení pro jejich stavbu budou menší.

6.1 TYPY VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN

Nejrozšířenějším typem jsou elektrárny s vodorovnou osou otáčení, pracující na vztlakovém principu, kde vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Na podobném principu pracovaly již historické větrné mlýny, pouze jejich lopatky měly profily s mnohem menší účinností. Moderní elektrárny mají obvykle dvě nebo tři lopatky, byly však vyvinuty i typy s jediným listem.

Existují také elektrárny se svislou osou otáčení, některé pracující na odporovém principu (typ Savonius) nebo na vztlakovém principu (typ Darrius). Výhodou elektráren pracujících na vztlakovém principu je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení a tím i vyšší účinnosti. Elektrárny se svislou osou otáčení se v praxi příliš neuplatnily, neboť u nich dochází k mnohem vyššímu dynamickému namáhání, které značně snižuje jejich životnost. Rotory se svislou osou otáčení není třeba natačovat do směru převládajícího větru, což je jejich výhoda.

Z hlediska konstrukce se od sebe značně liší elektrárny malých výkonů (minielektrárny s výkonem do 5 kW), které slouží především jako zdroj

nízkého napětí pro rekreační objekty, rodinné domy apod., a elektrárny velkých výkonů (300 kW až 3 000 kW), určené k dodávce energie do veřejné elektrické sítě.

Malé větrné elektrárny jsou výhodné především v místech bez přípojky elektrického proudu. Proud se obvykle vyrábí pomocí synchronních generátorů buzených permanentními magnety, s výstupním napětím 12 V nebo 24 V, které napájí malé spotřebiče (světla, TV, chladničky). Jako záložní zdroj se obvykle používá sada akumulátorů. Elektrárny lze doplnit měničem, který dodává střídavý proud o napětí 220 V. Elektřinu lze použít i k ohřevu teplé užitkové vody, ale obvykle je výhodnější použít jiný obnovitelný zdroj, např. sluneční kolektory.

Elektrárny velkých výkonů jsou určeny k dodávce energie do veřejné rozvodné sítě, to znamená, že nemohou (bez zvláštních úprav) pracovat jako autonomní zdroje energie. Za ekonomicky nejefektivnější se považují stroje s výkonem 600 kW až 800 kW. K zefektivnění provozu a snížení nákladů na projektování a výstavbu se velké elektrárny sdružují do skupin tzv. větrných farem. V typické farmě je obvykle od 5 do 30 elektráren.

Velké elektrárny mají průměr rotoru 40 m až 60 m a věž o výšce okolo 50 m. Většina elektráren pohání přes převodovou skříň asynchronní generátor, který dodává střídavý proud o napětí 660 V. Existují i elektrárny se speciálním mnohapólovým generátorem, který nevyžaduje převodovou skříň. Některé elektrárny mají konstantní otáčky, modernější typy mají obvykle dvě rychlosti otáčení, případně proměnné otáčky podle okamžité rychlosti větru. U nových typů je konstrukce podřízena velmi přísným požadavkům omezení hlučnosti, a to jak mechanické (převodová skříň, generátor), tak aerodynamické (vrtule). To umožňuje snížení hlučnosti na úroveň požadovanou hygienickými předpisy, tj. 45 dB v obydlených oblastech. Této hladiny je u většiny moderních typů dosaženo již ve vzdálenosti kolem 300 m od elektrárny.

6.2 KRITÉRIA VÝBĚRU A VHODNOST LOKALITY

Kritéria výběru lokality závisí na typu elektrárny, kterou zamýšlíme instalovat – tj. zda se jedná o malý autonomní zdroj energie či velkou elektrárnu napojenou na síť.

V každém případě je třeba zjistit, zda se jedná o lokalitu dostatečně větrnou. U malých elektráren je možno se spolehnout na odborný odhad, tj. z

nadmořské výšky, charakteru krajiny (otevřenosti vzhledem k převládajícím větrům) i místních jevů (např. tvaru stromů) usoudit na větrnost dané lokality. Je také možno získat výpis z větrné mapy ČR (rozlišení 2x2 km), která byla vytvořena v ÚFA AVČR interpolací údajů meteorologických stanic a z numerického modelu proudění nad naším územím. Cena za tento údaj je 1000,- Kč. Nejlepší je ovšem provést měření větru přímo v dané lokalitě. Měření by mělo být alespoň šestiměsíční, nejlépe však roční. Pokud je měření kratší než jeden rok, je třeba vždy provést srovnání s dlouhodobými údaji na blízkých meteorologických stanicích, neboť různá roční období jsou různě větrná. Vždy je třeba poradit se s odborníkem, neboť ne všechny meteorologické stanice jsou vhodně umístěny z hlediska měření rychlosti větru pro větrnou energetiku. Cenné informace je možno získat například v České společnosti pro větrnou energii.

Pro větší projekty je měření rychlosti větru naprostou nezbytností, neboť jeho cena je ve srovnání s celkovými investičními náklady zanedbatelná a údaje o rychlosti větru jsou pro ekonomiku projektu zásadní

Rychlost větru se obvykle měří ve výšce 10 m. Pro větší výšku je možno výsledky přepočítat podle vztahu

$$\frac{v_h}{v_0} = \frac{h^n}{h_0^n}$$

v_0 – naměřená rychlost větru ve výšce h_0 (m/s)
 v_h – vypočítaná rychlost větru (m/s)
 h_0 – výška, ve které se provádí měření (m)
 h – výška umístění osy rotoru (m)
 n – exponent závisující na drsnosti povrchu – typicky 0,14

Přepočet je pouze orientační. Proto se u velkých projektů vždy měří rychlost větru i v ose rotoru budoucí elektrárny. U malé elektrárny je třeba uvážit její optimální umístění vzhledem k objektu – tj. omezit délku vedení na nejnutnější vzdálenost a zároveň vybrat místo větrné a s malou turbulencí (tedy ne v bezprostřední blízkosti objektů).

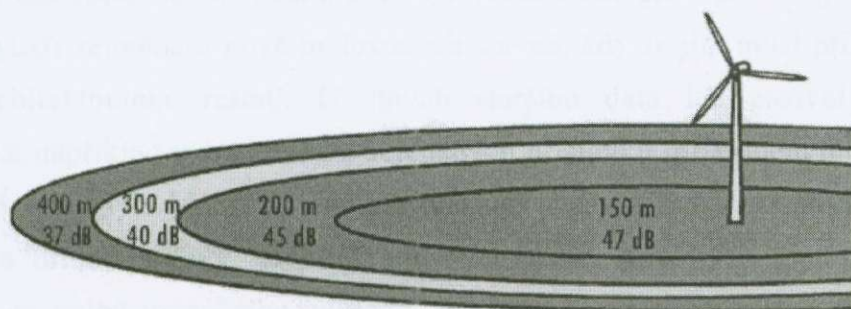
6.3 PŘEDNOSTI VĚTRNÉ ENERGETIKY

Vítr je ekologický zdroj energie bez jakýchkoliv odpadů. Energie větru je obnovitelná, nevyčerpatelná a zcela zadarmo, nepodléhá inflaci a z postupné devastace přírody se energie a potenciál větrů zvětšuje.

Technologie je lehce zbudovatelná (cca. 40 dní), po skončení provozu je lehce likvidovatelná beze stop po zásahu do krajiny. Energetická náročnost na její výrobu v porovnání s ostatními technologiemi je velmi nízká. Umožňuje polyfunkční využití pozemků. Větrné elektrárny neznečišťují vodu. Výroba elektrické energie je bezpečná. V porovnání s výrobou elektřiny ze sirnatého uhlí se sníží exhaláty a odpady na vyrobenou 1 kWh na 5 g – 8 g SO₂, 3 g – 6 g NO_x, 750 g – 1250 g CO₂ a 40 g – 70 g prachu a popílku. Jelikož česká republika přistoupila k rámcové úmluvě o změnách klimatu OSN (UN FCCC) s cílem snížit antropogenní emise skleníkových plynů do začátku příštího tisíciletí proti roku 1995 o 5 % a do období 2008 – 2012 o 8 % (Kjótský protokol), výstavbou 1000 větrných elektráren by se zabránilo vzniku 500 000 tun CO₂ za rok [8].

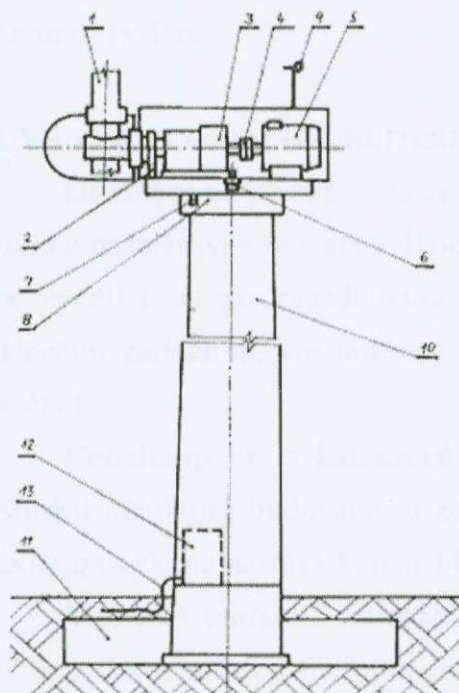
6.4 NEGATIVA VĚTRNÉ ENERGETIKY

- Jedná se o časově nestálý zdroj energie. V průměru u nás větrná elektrárna bude pracovat v závislosti na lokalitě 55 % až 85 % z celkové roční doby a vyrobí zhruba 30 % své maximální výrobní kapacity.
- Větrná elektrárna může svým provozem působit rušivě na elektromagnetické vlnění v jejím okolí.
- Větrná elektrárna narušuje ráz krajiny, což je zvláště výrazné v blízkosti CHKO nebo historických památek
- Hluk z větrných elektráren působí negativně na okolí, což platí zvláště v blízkosti lidských obydlí nebo CHKO.



Obr. 6.1 Znárodnění hlučnosti větrné elektrárny v závislosti na vzdálenosti (dB)

Popis schématického zobrazení větrné elektrárny



1. rotor s rotorovou hlavicí
2. brzda rotoru
3. planetová převodovka
4. spojka
5. generátor
6. servopohon natáčení strojovny
7. brzda točny strojovny
8. ložisko točny strojovny
9. čidla rychlosti a směru větru
10. několikadílná věž elektrárny
11. betonový armovaný základ elektrárny
12. elektrorozvaděč silnoproudého a řídicího obvodu
13. elektrická přípojka

Obr. 6.2 Schématické zobrazení větrné elektrárny

7. Sluneční elektrárny

V našich podmínkách lze využívat všechny způsoby, kromě solárních termálních elektráren, které jsou i ve světě ve fázi vývoje. Fotovoltaické články se uplatní především tam, kde není k dispozici elektřina ze sítě (horské chaty, samoty, lodě atd.). Cena takto vyrobené elektřiny je totiž zhruba desetkrát vyšší, než ze sítě. V budoucnosti je však možno očekávat další zlevnění fotovoltaických článků, a tím i vyrobené energie. Pasivní systémy lze dobře využít zejména u nově budovaných staveb, kdy se jim musí přizpůsobit celé architektonické řešení. U staveb staršího data lze pasivní systém realizovat například vybudováním skleněných přístavků (příkladem mohou být skleněné verandy). Množství energie získané z pasivního systému závisí na poloze a druhu budovy, architektonickém řešení, použitých materiálech a záleží i na volbě vytápěcího systému. Proto je energetický přínos pasivního systému vždy individuální (běžně činí 20 % až 50% celkové spotřeby tepla na vytápění) a je třeba jej řešit pro konkrétní budovu s architektem či stavařem. Zejména u dodatečně montovaných systémů závisí energetický přínos i na způsobu užívání budovy – např. dodatečně zasklená lodžie přináší úsporu jen tehdy, pokud není v zimě vytápěná. V dalším textu se budeme zabývat pouze

aktivními systémy.

7.1 VHODNOST LOKALITY, KRITERIA VÝBĚRU

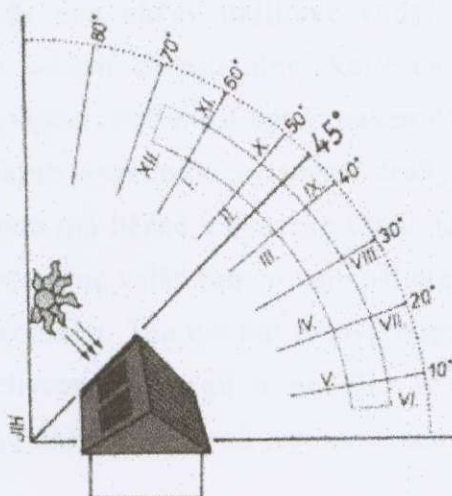
Orientace na jih. Správná orientace je velmi důležitá, nejvyšší výkon se dosáhne nasměrováním s odchylkou mírně na západ (asi o 8° až 15°), kdy lze lépe využít i energii zapadajícího Slunce. Některé systémy mají kolektory s natáčecím zařízením, ale moderní ploché kolektory mají dobrý výkon i bez natáčení.

Celodenní osvit kolektorů Sluncem je velmi důležitý. Krátkodobé zastínění kolektorů budovami či zelení je přípustné spíše dopoledne, protože maximum výkonu nastává kolem 14 hodiny.

Možnost umístění kolektorů s požadovaným sklonem, tedy 25° až 50° k vodorovné rovině. Optimální sklon pro celoroční provoz je kolem 45° . Kolektory je možné dát i na svislou stěnu, ovšem tím se značně zhoršuje účinnost (zejména v létě).

Co nejkratší rozvody mezi kolektorem a zásobníkem s kvalitní tepelnou izolací – snižují se tepelné ztráty.

Dále by kolektory měly být chráněny před větrem, aby se nadměrně neochlazovaly (zbytečné tepelné ztráty) a aby nebyla nadměrně namáhána střešní konstrukce. Rovněž musí být přístupné pro pravidelnou údržbu, čištění a kontrolu.



Obr.7.1 Správné instalační směry kolektorů

7.2 KOMPONENTY NEJBĚŽNĚJŠÍHO SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

Komponenty nejběžnějšího systému pro solární ohřev teplé užitkové vody, s celoročním provozem, nuceným během teplotnosné kapaliny

Kapalinové solární kolektory přeměňují sluneční záření zachycené absorberem kolektoru na tepelnou energii. Ta je odváděna teplotnosnou kapalinou do místa spotřeby, například solárního zásobníku. Aby bylo možno provozovat systém po celý rok, musí být teplotnosná kapalina nemrznoucí [7].

- *Ploché kolektory* mají čelní plochu stejně velkou jako absorpční. Používají se většinou pro nízkoteplotní systémy (100 ° C). Jsou nejrozšířenější především díky svým dobrým parametrům, nízké ceně a snadnosti použití. Účinnost mají obvykle kolem 70 %. Jsou-li opatřeny selektivní absorpční vrstvou, mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difúzní záření (při zatažené obloze).
- *Trubicové kolektory* mají absorber zataven ve vakuové trubici. Vakuum velmi dobře snižuje ztráty a zvyšuje tepelnou účinnost. I tyto kolektory mívají selektivní vrstvu.
- U *koncentračních kolektorů* čelní nebo odrazová plocha koncentruje záření na menší absorpční plochu. Dosáhne se tak vyšších teplot. Tyto kolektory mají většinou účinnost až 90 % a dosahují vyšší teplotní hladiny. Jsou mnohem dražší než ploché kapalinové kolektory, někdy se doplňují zařízením pro natáčení za Sluncem.

Solární zásobník pro ohřev užitkové vody. V solárním zásobníku ohříváme teplou vodu solární energií, doplňkově elektřinou nebo tepelnou energií z ústředního vytápění. Pak musí být vybaven dvěma výměníky tepla – jeden je napojen na okruh ústředního vytápění, druhý na solární okruh. Pro klasický ohřev elektřinou má běžné elektrické topné těleso. Plocha solárního výměníku musí být dostatečně velká pro co nejlepší přestup tepla z teplotnosné kapaliny do vody v zásobníku. Ten má mít takový objem, aby i v parném létě stačil akumulovat zachycenou energii a nedošlo k poškození systému. Z hygienických důvodů je žádoucí alespoň jednou denně ohřát obsah zásobníku do 60 ° C.

- *Výměník tepla* se u solárního okruhu umísťuje v zásobníku co nejnižší. Nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýše se umístí

elektrické otopné těleso. Plochy výměníků je třeba navrhnout s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku. Elektrické topné těleso slouží pro ohřev užitkové vody, když nesvítí Slunce a netopí se. Jeho výkon musí odpovídat objemu vody v zásobníku.

Čerpadlo, potrubí a armatury. Potrubí je nutno navrhnout tak, aby odpovídalo požadovaným průtokům a teplotám teplotnosné kapaliny v solárním okruhu. Průřezy potrubí se musí volit s ohledem na požadované průtoky a hydraulické látky. Kvalitní izolace je samozřejmostí. Oběhové čerpadlo zajišťuje cirkulaci teplotnosné kapaliny. Armatury slouží k plnění systému teplotnosnou kapalinou a zabezpečují správnou funkci včetně kontroly a regulace (manometr, teploměr, zpětný ventil).

Zabezpečovací zařízení. K vyrovnání tlaku vlivem značného kolísání teploty je nutné do okruhu připojit expanzní nádobu, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotnosné kapaliny. Pro případy extrémního zvýšení tlaku a následného poškození systému musíme instalovat pojistný ventil.

Teplotnosná kapalina. Pro sezónní ohřev užitkové vody se jako teplotnosná kapalina používá voda. Pro celoroční provoz musíme použít nemrznoucí směs, která má mít podobné fyzikální vlastnosti jako voda (kromě bodu tuhnutí). Tomu vyhovují kapaliny na bázi glykolů, například Solaren. Směs vody s Fridexem je jedovatá, podle hygienických předpisů se nesmí používat.

7.3 FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY

Dnes jsou fotovoltaické články nejrozšířenější způsob, jak získat elektřinu přímo ze Slunce. Původně byly vyvinuty pro kosmické družice. Dnes napájí i levné kapesní kalkulačky. Experimentálně se užívají i pro zásobování rodinných domků elektřinou, zejména v Rakousku a Švýcarsku. Také již pracuje několik "fotovoltaických" elektráren, zásobujících veřejnou síť.

7.3.1 PRINCIP

Sluneční záření dopadá na polovodičový fotovoltaický článek – v podstatě polovodičovou diodu. Na rozhraní materiálů P a N vzniká přechodová vrstva P-N, v níž existuje elektrické pole vysoké intenzity. Toto pole pak uvádí do pohybu volné nosiče náboje vznikající absorpcí světla. Vzniklý elektrický proud odvádějí z článku elektrody.

Účinnost takové přeměny je teoreticky až 37 %, v laboratořích se dosahuje kolem 23 %. Běžně dostupné články však mají účinnost ještě nižší (u monokrystalických solárních článků je 14 % až 22 %, u polykrystalických 14 % až 17 %) [2].

Rozměry jednoho křemíkového článku jsou obvykle 10 cm x 10 cm. Pro získání většího výkonu (napětí a proudu) je nutné sérioparalelně propojit více článků – tak vznikne solární panel. Solární panely se vyrábějí v několika výkonových řadách od 10 W do 300 W. Jsou zdrojem stejnosměrného elektrického proudu, jenž má obvykle pracovní napětí asi 16 V (pro nižší výkony asi do 55 W), nebo vyšší (pro výkony nad 55 W). Výkon dodávaný panelem je velmi proměnlivý (podle slunečního svitu, oblačnosti a podobně), a proto součástí těchto systémů je vždy akumulátor. Energie zachycená panelem se akumuluje tak, aby dodávka elektrické energie byla rovnoměrná a byla k dispozici i v noci.

Současné směry vývoje se soustřeďují zejména na zvýšení účinnosti solárních článků při současném snížení výrobních nákladů. U monokrystalických křemíkových článků lze těžko očekávat podstatné snížení jejich ceny. Proto se výzkum soustředil na polykrystalické solární články, jež jsou levnější i při velmi dobré účinnosti, a články z amorfního křemíku (opět nízké výrobní náklady). Ověřují se rovněž vlastnosti dalších materiálů na bázi CdS/CdTe a CdS/CuInSe₂ [12].

Na našem trhu jsou tuzemské i dovážené výrobky. Fotovoltaické články, u nichž náklady dosáhnou 25 Kč na 1 W výkonu, mohou konkurovat dodávce elektrické energie ze sítě. Současné náklady jsou asi 75 Kč na 1 W špičkového výkonu, ale vzhledem k dynamickému vývoji se s nimi budeme setkávat stále více. V současné době je cena elektřiny z fotovoltaických systémů s akumulací asi za 20 Kč/kWh až 30 Kč/kWh.

7.3.2 EKONOMICKÉ ASPEKTY FOTOVOLTAICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Pokud svítí slunce, je možno od kvalitního solárního panelu na bázi monokrystalického křemíku očekávat výkon kolem 100 Wm^{-2} . Cena solárních panelů je zatím dosti vysoká. Uvádí se, že v poměru k výkonu je jejich cena 5 - 10x vyšší než u běžných energetických zdrojů. Musíme brát ale zřetel k tomu, že solární panely dodávají energii sice za velkých vstupních investic, ale dodávají energii čistou, bez žádných zplodin, hluku a devastace přírody. Navíc náklady na údržbu jsou téměř nulové a životnost bývá 20 let i více.

K zavádění solárních systémů pomáhá vhodná dotační politika státu sazbou DPH 5 %, avšak méně pochopitelné je že u fotovoltaických systémů stále platí sazba DPH 22 %.

Pro výpočty návratnosti je rozhodující porovnávaná cena elektrické energie ze sítě. V případě, že by odpadlo budování elektrické přípojky na odlehlé místo, je možno cenu solárního panelu srovnávat s cenou přívodního kabelu včetně výkopu rýhy nebo stavby sloupů. A tyto ceny jsou značně vysoké.

7.3.3 EKOLOGICKÝ VÝZNAM FOTOVOLTAIKY

Solární panely v miniaturních provedení (kalkulačky) slouží jako trvalá náhrada neobnovitelných zdrojů. To má značný ekologický význam, neboť baterie a akumulátory obsahují těžké kovy a další nebezpečné látky, které se spolu s odpady často dostávají do půdy. Nejobyčejnější a relativně nejméně škodlivé zinko-uhlíkové baterie přinášejí do půdy mj. zinek. To je sice významný stopový prvek, ale ve větší koncentraci snižuje výnosy. Jeho zvýšený obsah v půdě se pak těžko dá odstranit, podobně jako olovo nebo kadmia používaných v akumulátorech.

Ekologický význam má i tam, kde se nedá zajistit elektrická přípojka z důvodů poškození přírody jako v přírodních rezervacích, solární panely jsou snadno instalovatelné. Z hlediska čistoty ovzduší je energie získaná fotovoltaickou přeměnou ideální.

Praktická část

1. STANOVENÍ PROBLÉMU

V dnešní době, se zvyšováním cen energií, se opět dostávají do popředí otázky, jak je pro nás ekologicky a ekonomicky výhodné používat obnovitelné zdroje energie, který je nejlepší pro danou lokalitu, jestli máme vytápět rodinné domy plynem či tuhými palivy, jestli máme rozšířit počet uhelných elektráren, zrušit jaderné elektrárny, či zda nemáme elektrickou energii dovážet a šetřit tak naše životní prostředí a mnohé další.

Protože se jedná o problém velmi rozsáhlý, zaměřil jsem se ověřování okruhu problémů týkající se energetického potenciálu ČR a přehledu občanů o dané problematice.

Výzkum se zaměřil na následující problém:

Jsou občané ČR ochotni přijmout omezení vyplývající z politiky trvale udržitelného rozvoje?

2. FORMULACE HYPOTÉZ

Na základě studia literatury a konzultací s učiteli a lidmi zajímavými se o danou problematiku jsem formuloval následující hypotézy:

H1: Podpora alternativních zdrojů energie je ovlivňována pohlavím.

H2: Podpora alternativních zdrojů energie je ovlivňována věkem.

3. POUŽITÉ VÝZKUMNÉ METODY

Pro získání relevantních dat bylo použito dotazníku vlastní konstrukce, který se skládá z celkem 12 otázek. Ve většině případů jsou otázky uzavřené, případně doplněné volnou variantou odpovědi pro případ, že by respondentově situaci nevyhovovala žádná z navržených odpovědí. Kompletní verze dotazníku je uvedena v příloze 1.

Jedná se o nejfrekventovanější metodou zjišťování údajů. Tato frekventovanost je často daná (zdánlivě) lehkou konstrukcí dotazníku.

Dotazník je určen především pro hromadné získávání údajů. Myslí se

tím získávání údajů o velkém počtu odpovídajících. Proto se dotazník považuje za velmi ekonomický výzkumný nástroj a v možnosti získávat velké množství informací při malé investici času má zřejmě přednost před jinými výzkumnými metodami [3].

4. PŘEDVÝZKUM

Ochota podílet se na tomto výzkumu byla překvapivě vysoká. Během předvýzkumu jsem se zaměřil na odstraňování chyb hlavně ve formulaci témat a srozumitelnosti otázek.

Popis výzkumného vzorku předvýzkumu:

Pro předvýzkum jsem vybral 10 respondentů. Jednalo se o 6 žen a 4 muže, 6 dotazovaných bylo ve věkové skupině 20 – 30 let, 2 respondenti ve věkové skupině 30 – 40, let a po jednom respondentovi ze zbývajících skupin.

Otázky dotazníku:

1. Jste muž nebo žena?
2. Kolik je vám let?
3. Víte, na jakém principu pracuje tepelné čerpadlo?
4. Vadila by Vám výstavba větrné elektrárny v blízkosti Vašeho bydliště?
5. Myslíte si, že ČR potřebuje více elektráren?
6. Jaký typ elektráren byste upřednostňoval(a) k pokrytí spotřeby elektrické energie v ČR?
7. Myslíte si, že ČR by měla elektrickou energii spíše vyvážet, dovážet, nebo pokrývat výrobou pouze vlastní spotřebu?
8. Jakým způsobem vytápíte Váš dům/byt?
9. Myslíte si, že výstavba JE Temelín napomohla rozvoji regionu?
10. Jaké pocity ve Vás vyvolává pohled na věže JE Temelín?
11. Myslíte si, že větrné elektrárny narušují ráz krajiny natolik výrazně, že by se neměli stavět?
12. Podporovali byste zavedení státních dotací pro používání solárních panelů v rodinných domcích?

5. VLASTNÍ VÝZKUM

5.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU

Zkoumaný soubor tvoří celkem 100 respondentů, 60 mužů a 40 žen. 75 % respondentů je středního věku mezi 20 až 50 lety.

5.2 ANALÝZA DOTAZNÍKŮ

V této části práce jsou uvedeny frekvenční analýzy dat. Některé významnější údaje jsou pro přehlednost znázorněny v podobě grafů.

		Procent
Princip tepelného čerpadla	Znám	50
	Neznám	31
	Nejsem si jist	19
Větrná elektrárna v blízkosti bydliště by mi	Vadila	35
	Nevadila	65
Výstavbu větrných elektráren	Podporuji	86
	Nepodporuji	14
Zavedení státních dotací pro instalaci solárních panelů	Podporuji	94
	Nepodporuji	6

Tab. 5.1 Procentuální rozložení odpovědí respondentů na otázky týkající se jejich pohledu na alternativní zdroje energie

Z tabulky 5.1 vyplývá, že polovině respondentů je známo, na jakém principu pracuje tepelné čerpadlo a 19 % si není jisto. Vzhledem k tomu, že tepelná čerpadla nejsou ani zdaleka tak medializována jako další alternativní zdroje energie (solární kolektory, větrné elektrárny) usuzují, že většině respondentů nejsou alternativní zdroje lhostejné. V tomto názoru mě podporuje odpověď na otázku, zda by respondentům vadila větrná elektrárna v blízkosti bydliště. Na tuto otázku odpovědělo kladně 35 % dotázaných a většina z nich jako důvod uvádí především hluk. Přesto by jejich výstavbu podporovalo 86 % dotázaných. 94 % respondentů by podporovalo zavedení dotací pro instalaci solárních kolektorů na rodinných domcích, v souvislosti s touto otázkou byla často zmiňována tato podpora v sousedním Rakousku.

Nejspíše z důvodu nedostatečné podpory ze strany státu a vysokých pořizovacích nákladů je u nás zavádění alternativních zdrojů energie pro domácí účely velmi pomalé. Z tabulky 5.2 je patrné, že většina respondentů používá k vytápění domácností klasické zdroje energie. Zřejmě kvůli

stoupajícím cenám plynu a elektrické energie má čtvrtina dotázaných více jak jeden zdroj tepla, nejčastěji se jedná o kombinaci zemní plyn – tuhá paliva.

	Procent
Centrální vytápění	24
Tuhá paliva	21
Zemní plyn	54
Tepelné čerpadlo	0
Elektrická energie	19
Solární panely	0
Biomasa	7

Tab. 5.2 Používané typy vytápění domů/bytů

Z tabulky 5.3 je patrné, že většina dotázaných je přesvědčena, že počet elektráren v ČR je dostačující a další výstavba již není potřebná. Ohledně výroby elektrické energie k vývozu do zahraničí se kladně vyjádřilo 23 % respondentů a k dovozu se přiklání pouze 3 % dotázaných. Je zajímavé, že výrobu elektrické energie k vývozu preferují daleko více muži než ženy, jak vyplývá z tabulky 5.3.

	Pohlaví	Procent	Celkem
Ano	Muž	33,3	30
	Žena	25	
Ne	Muž	66,6	70
	Žena	75	

Tab. 5.3 Názor na potřebu dalších elektráren v ČR podle pohlaví

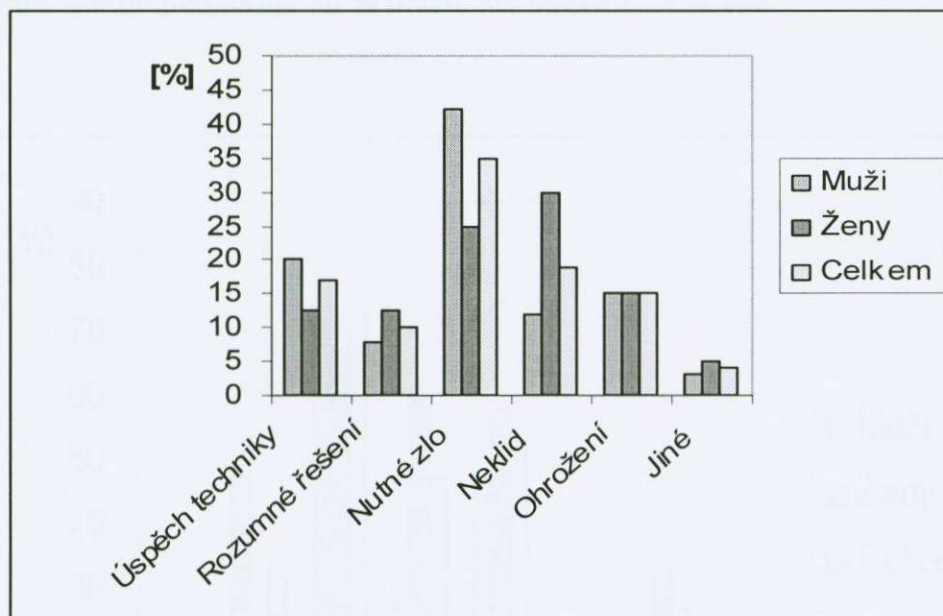
	Pohlaví	Procent	Celkem
Vývážet	Muž	30	23
	Žena	12,5	
Dovážet	Muž	3	2
	Žena	0	
Pokrývat výrobou pouze vlastní potřebu	Muž	67	75
	Žena	87,5	

Tab. 5.4 Nastavení potenciálu výroby elektrické energie v ČR podle pohlaví

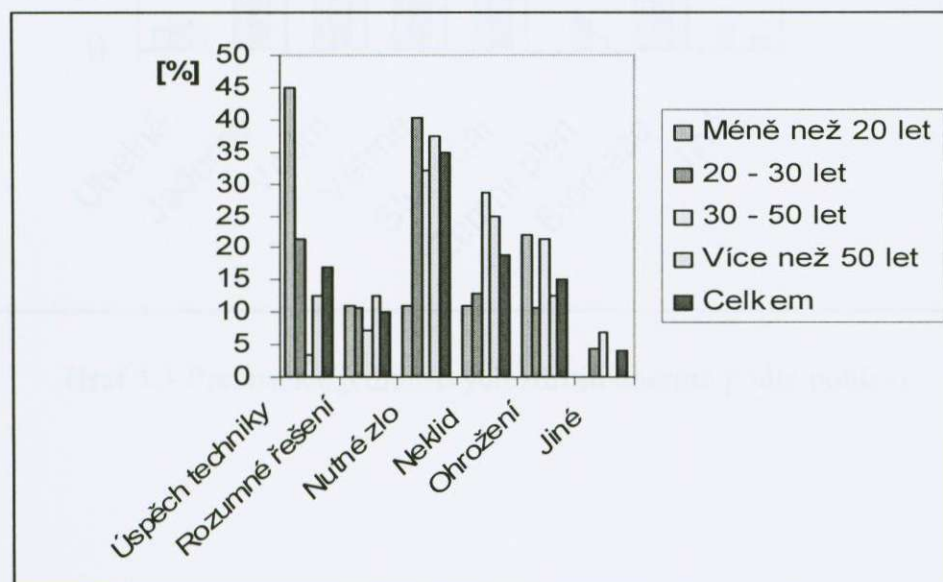
Charakteristickou otázkou v souvislosti s energetikou je pro jih české republiky nepřehlédnutelná dominantna jaderné elektrárny Temelín. Ačkoliv byla dostavba této elektrárny zdůvodňována nutností návratnosti vložených

prostředků a byl vyzdvihován přínos pro region a obyvatele blízkých obcí, o tomto přínosu je přesvědčena necelá polovina dotázaných, jak vyplývá z tabulky 5.5 Trpkou pilulkou k této otázce je i cena elektrické energie na jihu Čech, jak vyplynulo z poznámek některých dotazovaných.

Jelikož jsou chladicí věže vidět z širokého okolí, zajímal mě názor respondentů na tuto dominantu jižních Čech. Jak je vidět z grafů 5.1 a 5.2, v této otázce nezáleží ani tak na pohlaví, jako spíše na věku dotazovaných, přičemž se zvyšujícím se věkem důvěra v bezpečnost jaderné elektrárny klesá.



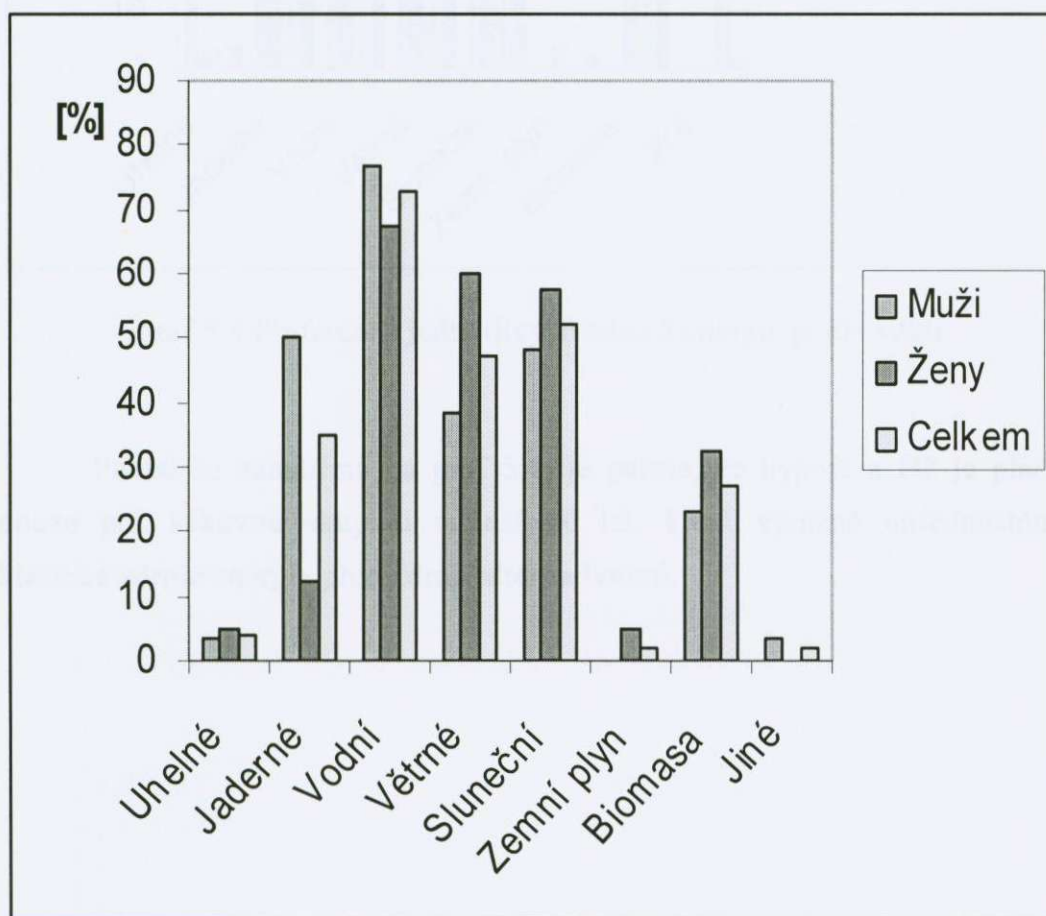
Graf 5.1 Pocity při pohledu na věže JE Temelín podle pohlaví



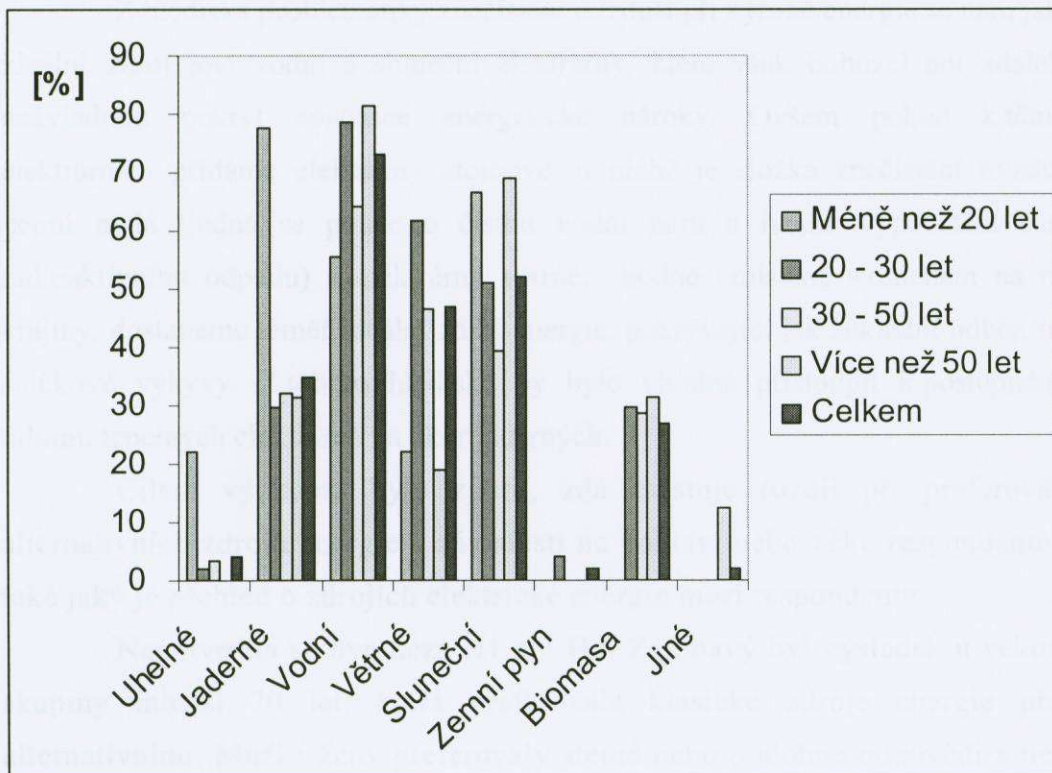
Graf 5.2 Pocity při pohledu na věže JE Temelín podle věku

Z uvedených grafů vyplívá, že největší část respondentů považuje jadernou elektrárnu za nutné zlo, poté převažují spíše negativní názory. Pouze věková skupina mladší 20 let považuje tuto elektrárnu především za úspěch techniky.

V otázce upřednostňování různých zdrojů elektrické energie musíme popřít hypotézu H1, neboť z grafu 5.4 je zřejmé, že muži podporují alternativní energii zhruba stejně jako ženy. Jak je dále z grafu patrné, záleží spíše na typu alternativního zdroje energie. Výrazný rozdíl je pouze u jaderné energie, kterou podporuje 50 % mužů, ale pouze 12,5 % žen.



Graf 5.3 Preference jednotlivých zdrojů energie podle pohlaví



Graf 5.4 Preference jednotlivých zdrojů energie podle věku

Pokud se zaměříme na graf 5.4, je patrné, že hypotéza H2 je platná pouze pro věkovou skupinu mladší 20 let, která výrazně upřednostňuje klasické zdroje energie před zdroji alternativními.

ZÁVĚR:

Z hlediska problematiky znečištění ovzduší při výrobě energie se nám jako ideální zdroj jeví vodní a sluneční elektrárny, které však bohužel ani zdaleka nezvládnou pokrýt současné energetické nároky. Ovšem pokud k těmto elektrárnám přidáme elektrárny atomové, u nichž je složka znečištění ovzduší velmi malá (jedná se pouze o čistou vodní páru a řízené vypouštění částí radioaktivního odpadu) a elektrárny větrné, vhodně umístěné s ohledem na ráz krajiny, dostaneme téměř ideální zdroj energie, pokrývající jak základní odběr, tak špičkové výkyvy. Z tohoto hlediska by bylo vhodné přistoupit k postupnému útlumu tepelných elektráren na úkor jaderných.

Cílem výzkumu bylo zjistit, zda existuje rozdíl při preferování alternativních zdrojů energie v závislosti na pohlaví nebo věku respondentů a také jaký je přehled o zdrojích elektrické energie mezi respondenty.

Nepotvrdila se hypotéza H1 ani H2. Zajímavý byl výsledek u věkové skupiny mladší 20 let, která preferovala klasické zdroje energie před alternativními. Muži i ženy preferovaly stejné nebo podobné odpovědi a není tedy výrazných rozdílů v závislosti na pohlaví.

Preferování jednotlivých zdrojů energie se dá hodnotit jako odpovídající trendům společnosti. Do popředí zájmu se dostává využití alternativních zdrojů energie, lehce překvapující pro mne byla velká podpora jaderné energetiky. Zřejmě je brána jako alternativa k tepelným elektrárnám, jejichž nevýhody jsou všeobecně známy.

Výzkum proběhl dobře, bez větších problémů. Ochota respondentů spolupracovat byla velmi dobrá. Potěšil mě zájem o výsledky výzkumu. Pro mě osobně byly výsledky pouze malým překvapením. Čekal jsem větší rozdíly mezi klasickými a alternativními zdroji energie a trochu zklamáním je pro mne přístup mladší části populace k alternativním zdrojům energie.

Během výzkumu jsem získal nové zkušenosti počínaje jednáním s různými typy respondentů a konče získáním zkušeností s výzkumem a se statistikou.

Seznam použité literatury:

- [1] Kudláček, I. Ekologie průmyslu. Vydavatelství ČVUT Praha, 2002
- [2] Drkal, F. a kol. Ekologie a ochrana ŽP. Vydavatelství ČVUT Praha, 1997
- [3] Gavora, P. Úvod do pedagogického výzkumu. Vydavatelství Paido Brno, 2000
- [4] http://aldebaran.feld.cvut.cz/vyuka/zivotni_prostredi/prednasky/ZP_prednaska_7_v6.doc
- [5] <http://brinda.info/referaty/vyuziti-jaderne-energie.php>
- [6] <http://cs.wikipedia.org>
- [7] <http://dec59.ruk.cuni.cz/~certik/texty/slunce.htm>
- [8] <http://home.zcu.cz/~konasp/>
- [9] <http://www.alternativni-zdroje.cz/vodni-geotermalni-energie.htm>
- [10] <http://www.cez.cz/cze/public/elektrarny/article.asp>
- [11] <http://www.chmi.cz/meteo/ok/atlas/uvod.html>
- [12] <http://www.i-ekis.cz/>
- [13] <http://www.infoenergie.cz/web/root/energy.php>
- [14] <http://www.jaderna-energie.cz/>
- [15] <http://www.ppas.cz/proc.php>
- [16] <http://www.sedmagenerace.cz/>
- [17] <http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz>
- [18] <http://www.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/ovzdusi/energetika.htm>
- [19] <http://www.volny.cz/~novakr/prednaskyje.htm>

Přílohy: malý dotazník pro potřeby bakalářské práce

Příloha 1: Dotazník

1. Jste muž žena

2. Je vám: 18-24 let 25-34 let 35-44 let 45-54 let 55-64 let 65-74 let 75-84 let 85-94 let 95-104 let

3. Víte, na jakém principu pracuje tepelné čerpadlo?

Ano Ne Neví Nejsou si jistí

4. Vzdělá by vám výstavba elektrárny v blízkosti Vašeho bydliště? Pokud ano, proč?

Ano Ne Neví

5. Myslíte si, že ČR potřebuje více elektráren?

Ano Ne

6. Jaký typ elektrárny byste upřednostil(a) k pokrytí spotřeby elektrické energie v ČR?

(V této otázce můžete vybrat více než jednu odpověď, napište více!)

Uhlí Jaterní Vodní Větrná Sluneční
Na zemní plyn Na spalování biomasy Jiné

7. Myslíte si, že ČR by měla elektrickou energii spíše:

Vyvíjet Dovážet Produkovat výrobou pomocí vlastní spotřeby

Anonymní dotazník pro potřeby bakalářské práce

Odpověď prosím zaškrtněte, případně upřesněte.

1. Jste muž žena

2. Je vám: Méně než 20 let 20-30 let 30-50 let
více než 50 let

3. Víte, na jakém principu pracuje tepelné čerpadlo?

Ano Ne Nejsem si jist(a)

4. Vadila by Vám výstavba větrné elektrárny v blízkosti Vašeho bydliště? Pokud ano, proč?

Ano Ne

5. Myslíte si, že ČR potřebuje více elektráren?

Ano Ne

6. Jaký typ elektráren byste upřednostňoval(a) k pokrytí spotřeby elektrické energie v ČR?

(V této otázce můžete zaškrtnout libovolný počet odpovědí, nejvýše však 3)

Uhelné Jaderné Vodní Větrné Sluneční
Na zemní plyn Na spalování biomasy Jiné

7. Myslíte si, že ČR by měla elektrickou energii spíše:

Vyvážet Dovážet Pokrývat výrobou pouze vlastní spotřebu

8. Jakým způsobem vytápíte Váš dům/byt?

(Pokud používáte kombinaci různých způsobů vytápění, zaškrtněte více položek)

Centrální vytápění Tuhá paliva Zemní plyn Tepelné čerpadlo
Elektrickou energii Solární panely Biomasou Jiné

9. Myslíte si, že výstavba JE Temelín napomohla rozvoji regionu?

Ano Ne

10. Jaké pocity ve Vás vyvolává pohled na věže JE Temelín?

Úspěch techniky Rozumné řešení Nutné zlo Neklid
Ohrožení Jiné

11. Myslíte si, že větrné elektrárny narušují ráz krajiny natolik výrazně, že by se neměli stavět?

Ano Ne

12. Podporovali byste zavedení státních dotací pro používání solárních panelů v rodinných domcích?

Ano Ne

Informace získané z tohoto dotazníku budou použity pouze pro účely vyhodnocení problematik v mé bakalářské práci. Děkuji za spolupráci.

Zdeněk Palivec