

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Využití větrných elektráren v České republice

Bc. Michaela Rufferová

Diplomová práce

2010

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav ekonomiky a managementu
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela RUFFEROVÁ**

Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**

Studijní obor: **Ekonomika a management podniku**

Název tématu: **Využití větrných elektráren v České republice**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Stanovení cílů práce
2. Současná energetická situace ve světě a v ČR
3. Charakteristika jednotlivých druhů obnovitelných energetických zdrojů
4. Popis principů větrných elektráren a jejich dopad na životní prostředí
5. Realizace větrných elektráren ve světě a v ČR
6. Ekonomické hodnocení větrných elektráren v ČR
7. Formulování závěru

Rozsah grafických prací: -
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- BROŽ, Karel, ŠOUREK, Bořivoj.** Alternativní zdroje energie. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 213 s. ISBN 80-01-02802-X.
- PASTOREK, Zdeněk, KÁRA, Jaroslav. JEVIČ, Petr.** Biomasa: obnovitelný zdroj energie. 1.vyd. Praha: FCC Public, 2004. 286 s. ISBN 80-86534-06-5.
- LITERA, Bohuslav.** Energie pro Evropu: Energetická spolupráce Ruska a zemí possovětského prostoru s Evropskou unií. 1. vyd. Praha: Eurolex Bohemia, 2003. 279s. ISBN 80-86861-70-8.
- WAISOVÁ, Šárka.** Evropská energetická bezpečnost. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. 203 s. ISBN 978-80-7380-148-9.
- GIPE, Paul.** Wind power. 2nd edition. [s.l.]: Chelsea Green Publishing, 2007. 496 s. ISBN 1931498148

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Pavel Duspiva, CSc.**
Ústav ekonomiky a managementu

Datum zadání diplomové práce: **12. června 2009**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2010**

doc. Ing. et Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.

Ing. Marcela Kožená, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 18. června 2009

Prohlášení autora

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 26. dubna 2010

Bc. Rufferová Michaela

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlovi Duspivovi, Csc. Za jeho pomoc, trpělivost a cenné rady, které mi pomohly při tvorbě diplomové práce.

ANOTACE

Tato diplomová práce pojednává o energetické situaci ve světě a v České republice. Charakterizuje tradiční a obnovitelné zdroje energie zejména větrné elektrárny. Ukazuje princip fungování větrných elektráren, jejich dopady na životní prostředí, využití ve světě a u nás a na konec ekonomické zhodnocení projektu větrných elektráren Věžnice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetika, tradiční zdroje energie, obnovitelné zdroje energie, větrné elektrárny,

TITTLE

The usage of wind-power plants in Czech republic.

ANNOTATION

This thesis deals with the energy situation in the world and in the Czech Republic. It characterizes the traditional and renewable resources of energy, especially wind-power plants. It illustrates the main principles of working, their impacts on the environment and their usage in all over the world and in the Czech Republic as well. The practical economical demonstration is focused on an evaluation of the wind-power plant Věžnice project.

KEYWORD

Energetics, traditional energy sources, renewable energy sources, wind-power plants.

Obsah

Úvod	10
1 Energetická situace v ČR a ve světě	11
1.1 Vývoj světové energetické situace	11
1.1.1 Světový hospodářský vývoj	11
1.1.2 Vývoj světové spotřeby energie	13
1.1.2.1 Jaderná energie	14
1.1.2.2 Zemní plyn.....	15
1.1.2.3 Uhlí	17
1.1.2.4 Ropa.....	19
1.2 Charakteristika energetické situace v ČR.....	20
2 Obnovitelné zdroje energie	22
2.1 Druhy obnovitelných zdrojů energie	22
2.1.1 Solární energie	22
2.1.2 Biomasa	24
2.1.3 Větrná energie.....	25
2.1.4 Vodní energie	25
2.1.5 Geotermální energie	27
2.1.6 Energie vodíku.....	29
2.1.7 Ostatní obnovitelné zdroje.....	29
2.2 Obnovitelné zdroje energie v EU a ČR	32
2.2.1 Obnovitelné zdroje ve státech EU	32
2.2.2 Obnovitelné zdroje energie v České republice	33
3 Konstrukce větrných elektráren.....	39
3.1 Historie větrných elektráren	39
3.2 Technické charakteristiky větrných elektráren.....	41
3.2.1 Druhy a rozdělení běžných větrných elektráren	42

3.2.2	Provedení a funkce jednotlivých typů	43
3.2.3	Princip a konstrukce větrné elektrárny	44
3.3	Dopad větrných elektráren na životní prostředí	47
4	Realizace větrných elektráren.....	50
4.1	Realizace větrných elektráren ve světě.....	50
4.1.1	Severní Amerika	50
4.1.2	Evropa.....	54
4.1.3	Asie	58
4.2	Větrná energetika na území ČR do současnosti a pohled do budoucnosti	59
4.2.1	Větrné elektrárny v provozu	62
4.2.2	Pohled do budoucnosti v ČR	64
5	Ekonomické zhodnocení větrných elektráren Věžnice.....	65
5.1	ČEZ Obnovitelné zdroje, a.s.....	65
5.2	Věžnice	65
5.3	Investiční a provozní náklady	66
5.4	Výkupní cena elektřiny.....	67
5.5	Ekonomický propočet větrné farmy	68
6	Souhrnné zhodnocení větrných elektráren.....	74
7	Závěr	77

Seznam obrázků

Obrázek 1 Světová spotřeba energie (v exajoulech)	14
Obrázek 2 Světová spotřeba jaderné energie (v TWh ročně).....	15
Obrázek 3 Světová spotřeba zemního plynu (v mil TOE – tun ropného ekvivalentu). 16	
Obrázek 4 Zásoby zemního plynu ve světě.....	17
Obrázek 5 Vývoz a dovoz ropy	19
Obrázek 6 Podíl obnovitelných zdrojů v roce 2005 a plán EU na rok 2010.....	32
Obrázek 7 Holandský větrný mlýn Obrázek 8 Sloupový větrný mlýn.....	40
Obrázek 9 Závislost jmenovitého výkonu VtE	41
Obrázek 10 Popis jednotlivých částí mikroelektrárny.....	43
Obrázek 11 Konstrukce větrné elektrárny	45
Obrázek 12 Roční a kumulativní instalovaný výkon v USA	51
Obrázek 13 Mohavská poušť v USA a jedna z největších větrných farem.....	53
Obrázek 14 Větrný park v USA	54
Obrázek 15 Očekávaný instalovaný výkon v jednotlivých regionech Evropy.....	57
Obrázek 16 Kryštofovy Hamra	63

Seznam tabulek

Tabulka 1 Růst světového obyvatelstva v letech 1750 - 2000	11
Tabulka 2 Hrubý domácí produkt v letech 1830 - 1890.....	12
Tabulka 3 Hrubý domácí produkt na osobu v paritě kupní síly	12
Tabulka 4 Světoví producenti a spotřebitelé uhlí (v mld. tun).....	18
Tabulka 5 Energetická závislost.....	20
Tabulka 6 Hrubá výroba elektřiny v ČR z OZE (v MWh).....	33
Tabulka 7 Výroba tepla z OZE v ČR (v GJ)	34
Tabulka 8 Největší větrné farmy ve Spojených státech	52
Tabulka 9 Největší plánované farmy v USA.....	52
Tabulka 10 Instalovaný výkon v jednotlivých zemích Evropy	56
Tabulka 11 a 12 Celková a nová instalovaná kapacita.....	60
Tabulka 14 Výkupní ceny elektřiny	67
Tabulka 15 Výkupní ceny pro větrnou elektrárnu postavenou v r. 2005	72
Tabulka 16 Výkupní cena v jednotlivých letech	72
Tabulka 17 Příjmy a čistá současná hodnota pro jednotlivé roky (pomocná tabulka). 73	

Úvod

Tématem mé diplomové práce je Využití větrných elektráren v České republice. Důvodem zvolení tohoto tématu byla energetická situace v současné době, neboť obnovitelné zdroje jsou v dnešní době často diskutovaným tématem a zájem dovědět se více o této problematice.

Společnost, ve které v současné době žijeme, vyžaduje stále větší požadavky na potřebu energie. V podstatě má energie vliv na veškeré stránky našeho života. Nyní je produkce převážně zajišťována z klasických zdrojů. Samozřejmě tyto zdroje vcelku výrazně znečišťují životní prostředí a také jsou vyčerpatelné. Je potřeba si uvědomit, že světové zásoby ropy, zemního plynu a uhlí postupně ubývají a také nejsou bezedné. Odpovědí na tyto problémy by do jisté míry mohly být obnovitelné zdroje energie. Jedná se o větrnou, sluneční, vodní, geotermální energii a energii získávanou z biomasy.

Co se týče samotné větrné energetiky, tak v posledních několika letech dochází nejen v České republice k velkému „boomu“ tohoto odvětví. Větrné elektrárny zároveň také patří mezi ty nejrozporuplnější zdroje energie. Mají přirozeně velké množství výhod i nevýhod, stejně tak odpůrců a zastánců.

Hlavním cílem diplomové práce je podat poměrně ucelený přehled o větrné energetice v České republice. Aby tohoto cíle mohlo být dosaženo, je nutné analyzovat vývoj a dnešní stav tradičních zdrojů energie. Dalším dílčím cílem je popis jednotlivých obnovitelných zdrojů, které se využívají k získávání energie. Těžištěm práce je zaměření na větrné elektrárny a jejich využití jak na domácím poli, tak mezinárodním. Nebude chybět ani ukotvení větrné energetiky z ekologického a ekonomického hlediska. Ekonomická část je zaměřena na již postavené větrné elektrárny Věžnice a jejich ekonomické zhodnocení.

Ke zpracování diplomové práce je použita jednotná metoda zpracování. Vzhledem k tomu, že se práce věnuje především větrné energetice v České republice, tak hlavní metodou zpracování této práce je rešerše literatury vztahující se k tématu. Do toho jsou započítané také odborné časopisy a internetové stránky.

1 Energetická situace v ČR a ve světě

Existence všeho živého na Zemi je založena na spotřebě energie. Způsoby získávání energie souvisí i se stupněm rozvinutosti. Je logické a přirozené, že člověk nejprve získával energii tím nejprimitivnějším a nejdostupnějším způsobem. Tak, jak šel čas, jak se lidstvo postupně vyvíjelo, tak rostla i energetická spotřeba a způsoby získávání energie se také postupně měnily.

1.1 Vývoj světové energetické situace

1.1.1 Světový hospodářský vývoj

Nároky na energetické suroviny bezprostředně ovlivňují změny, ke kterým došlo ve světovém hospodářství. K nejvýznamnějším změnám z tohoto pohledu došlo v posledních zhruba 250 let a mezi tyto změny patří **změny na poli demografickém, technologickém a na poli mezinárodního obchodu**, s čímž souvisí obrovský nárůst světové produkce.

Demografický vývoj je zajímavý od počátku 19. století, kdy dochází k trvalému růstu počtu obyvatel. Největší nárůst počtu obyvatel je v tomto období zřejmý v zemích, kde se výrazně zvyšuje životní úroveň. Ruku v ruce s růstem populace jde i růst celkového produktu. Zvětšuje se objem vyrobených statků, k tomu je zapotřebí větší množství energie či energetických zdrojů. Dá se říci, že růst populace vede k růstu výstupu a růst výstupu je příčinou růstu spotřeby energie. Zvyšování počtu obyvatel není jediným zdrojem hospodářského růstu. V tabulce 1 uvádím růst počtu světového obyvatelstva od roku 1750 do roku 2000.

Tabulka 1 Růst světového obyvatelstva v letech 1750 - 2000

Země/ Region	Počet obyvatel v jednotlivých letech (v mil.)				
	1750	1800	1900	1950	2000
Svět	791	978	1 650	2 521	6 055
Více rozvinuté země	191	236	539	813	1 188
Severní Amerika	2	7	82	172	310
Evropa	163	203	408	547	729
Japonsko, Austrálie, Nový Zéland	26	26	49	95	149
Méně rozvinuté země	600	742	1 111	1 709	4 867
Afrika	106	107	133	221	784
Asie (bez Japonska)	478	611	904	1 321	3 563
Latinská Amerika a Karibik	16	24	74	167	519

Zdroj: Vlastní

Technologický pokrok je taktéž významným zdrojem, který ovlivňuje využití energetických surovin.

Růst světového hospodářství byl také ovlivněn růstem **mezinárodního obchodu**. Objem mezinárodního obchodu rostl více po druhé světové válce. Mezi roky 1950 a 2000 objem světového obchodu vzrostl přibližně 20krát. [4]

Tahouny ekonomického rozvoje se v průběhu let stalo několik zemí. Ve starověku byla jednoznačným ekonomickým vůdcem Řecko-římská civilizace a to mezi lety 800 př. n. l – 200 n. l. K významnějšímu ekonomickému rozvoji pak dochází až během 15. – 18. století. V té době se stalo Nizozemsko světovým ekonomickým vůdcem, jelikož bylo středem světového obchodu. Poté můžeme přejít do období, které se nazývá průmyslová revoluce. V tomto období se stává ekonomickou velmocí Velká Británie. Před první světovou válkou ji už velmi konkurovaly země jako Německo, Francie nebo Spojené státy americké. Pro srovnání uvádím HDP v období od r. 1830 do r. 1890.

Tabulka 2 Hrubý domácí produkt v letech 1830 - 1890

Země	1830	1840	1850	1860	1870	1880	1890
Velká Británie	346	394	458	558	628	680	785
Itálie	265	270	277	301	312	311	311
Francie	264	302	333	365	437	464	515
Německo	245	267	308	354	426	443	537
Rakousko-uhersko	250	266	283	288	305	315	361
Rusko	170	170	175	178	250	224	182

Zdroj: ŽÍDEK, Libor. *Dějiny světového hospodářství*. (2007)

Po první světové válce se vedoucí velmocí staly Spojené státy americké, které ještě posílily po druhé světové válce. V současnosti jsou na špici ekonomického i technologického vývoje stále Spojené státy americké. Což ukazuje následující tabulka, ve které je uveden hrubý domácí produkt od roku 2004 do roku 2008 na osobu v paritě kupní síly.

Tabulka 3 Hrubý domácí produkt na osobu v paritě kupní síly

	2004	2005	2006	2007	2008
Česká republika	75.1	75.9	77.6	80.3	80.1
Německo	116.3	116.9	115.9	115.1	116.1
Velká Británie	123.7	121.9	120.7	118.5	117.2
Francie	110.0	110.6	109.0	108.9	107.4
Itálie	106.7	104.9	103.8	101.9	100.5
Rakousko	126.7	124.4	123.7	123.9	123.1
Spojené státy americké	157.3	159.1	158.0	155.8	154.4
Japonsko	113.0	112.9	112.5	112.2	111.0

Zdroj: Eurostat (2009)

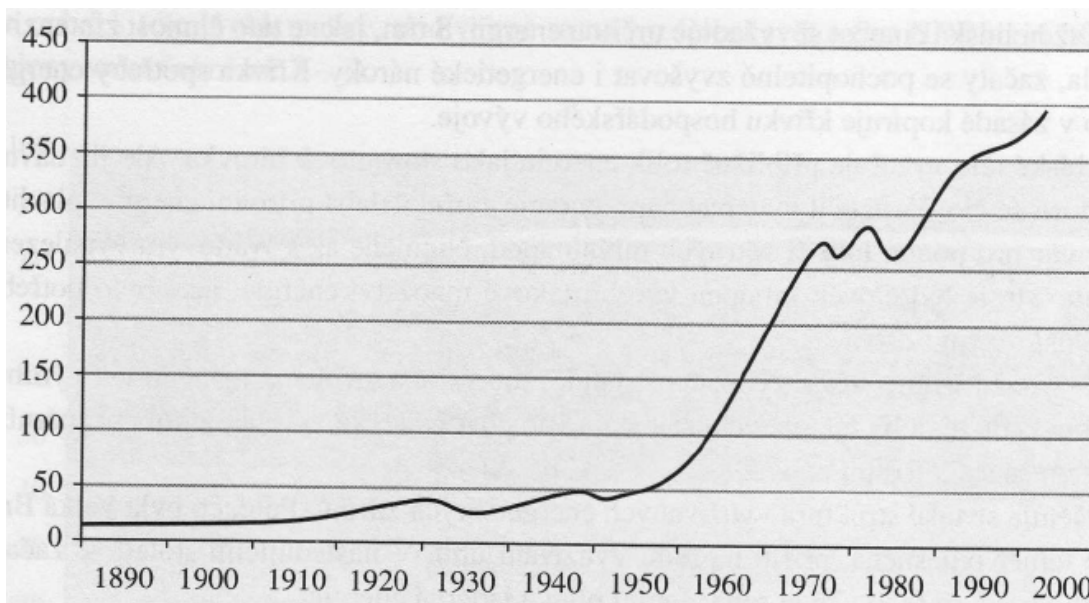
Mezi hospodářským vývojem a spotřebou energie existuje určitá souvislost. Dalo by se tedy říci, že státy s nejvyspělejšími ekonomikami budou zároveň největšími spotřebiteli energie a energetických surovin. [4]

1.1.2 Vývoj světové spotřeby energie

Při zjišťování energetické spotřeby člověka od jeho vzniku se musíme opírat pouze o dohady. Odhaduje se, že primitivní člověk v době před zhruba 1 milionem let spotřeboval denně asi 8 000 kJ energie. V důsledku narůstajících potřeb člověk spotřeboval již 20 000 kJ denně, rozvoj zemědělství před cca 2 500 lety způsobil zvýšení spotřeby energie na 50 000 kJ. V roce 1400 byly energetické potřeby rozšířeny o obchod a dopravu a denní spotřeba se zvýšila na jednoho člověka o 60 000 kJ na 110 000 kJ. Na přelomu 19. a 20. století spotřeboval jeden člověk v průměru 300 000 kJ denně a na počátku nového tisíciletí spotřeboval obyvatel vyspělých zemí cca 1 milion kJ denně. [1]

Každá lidská činnost si vyžaduje určitou energii. S tím, jak se postupně činnosti začaly zintenzivňovat, tak se začaly zvyšovat i energetické nároky. Dalo by se říci, že křivka spotřeby energie kopíruje křivku hospodářského vývoje.

Již dávno v historii se člověk naučil využívat např. energie zvířat a další přírodní energie jako vítr (u plachet pro pohod lodí či větrných mlýnů). Ale až s vynálezem parního stroje byl člověk schopen vyrobit takové množství energie, jaké bylo potřeba pro další rozvoj lidstva. Tento vynález významně přispěl k průmyslové revoluci. Změnil výrobu, která byla do té doby téměř závislá na pracovní síle, ve výrobu, jejímž primárním zdrojem se staly fosilní paliva. Změny se také vyskytly ve využívání energetických zdrojů, po dřevu přišlo na řadu uhlí a v následujícím století se začala využívat ropa, zemní plyn a jaderná energie.



Obrázek 1 Světová spotřeba energie (v exajoulech)

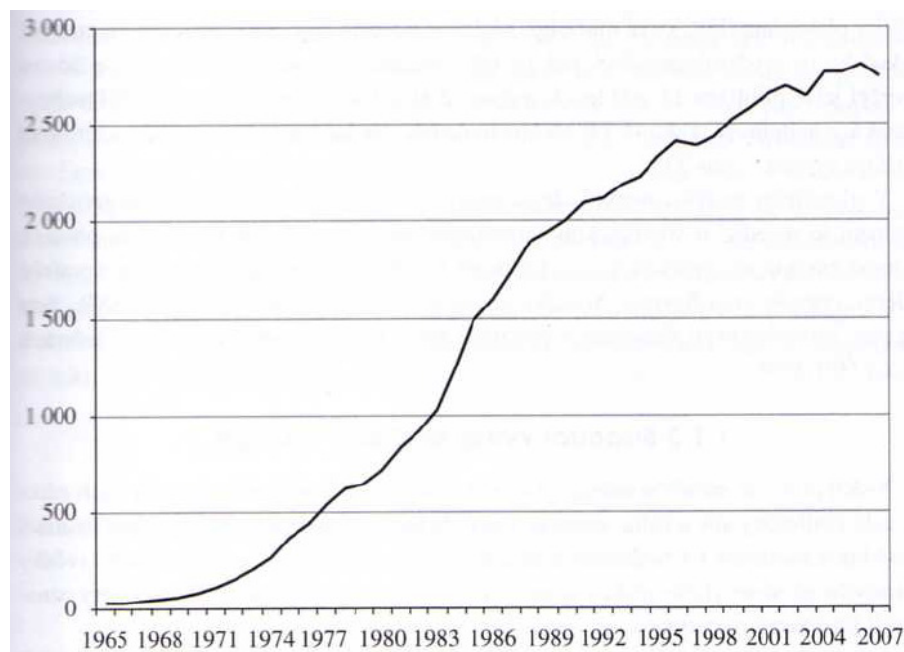
Zdroj: MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : se zaměřením na obnovitelné zdroje* (2009)

Celosvětová spotřeba energie roste s tím, jak se zvyšuje světový produkt. V následujících podkapitolách je zanalyzován vývoj spotřeby jednotlivých energetických komodit.

1.1.2.1 Jaderná energie

Jaderná energie byla ve svých počátcích využívána především k vojenským účelům. Až ve druhé polovině 20. století dochází k jejímu masivnímu rozvoji pro využití coby zdroje především pro výrobu elektrické energie. Mezi první jaderné velmoce patřily země USA, SSSR a jejich spřátelené státy. První malá jaderná elektrárna byla uvedena do provozu roku 1954 v Obninsku u Moskvy. Od té doby prošla jaderná energetika dlouhým vývojem. Dnes se jaderná energie používá prakticky na celém světě, ale USA, Evropa a státy bývalého SSSR stále drží svůj privat.

V roce 1990 připadalo na jaderné elektrárny 19 % světové produkce elektřiny, v některých státech (např. ve Francii) až 70 %. Celkem bylo v provozu 426 reaktorů a dalších 100 bylo ve výstavbě. Největší elektrický výkon jaderných elektráren připadal na USA, Francii, bývalý Sovětský svaz, Japonsko, Německo, Kanadu a Velkou Británii. [26]



Obrázek 2 Světová spotřeba jaderné energie (v TWh ročně)

Zdroj: MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : se zaměřením na obnovitelné zdroje* (2009)

V současné době jaderná energie zaujímá přibližně 6 % podíl na celosvětové produkci energie a 10 % činí podíl v zemích, kde se energie získává štěpením jádra. Relativní ústup od této energie je způsobem problému s bezpečností provozu a zkušenostmi s nehodami, jako byla nehoda v Černobylu, což podlomilo důvěru veřejnosti v tento energetický zdroj.

Na druhou stranu se začíná poměrně otevřeně diskutovat o nutnosti budování nových jaderných reaktorů, jelikož tento zdroj energie představuje velmi čistý a efektivní zdroj, který při běžném fungování téměř neznečišťuje životní prostředí. Při štěpné reakci nevzniká oxid uhličitý a radioaktivní emise jsou nižší než radioaktivita způsobená provozem tepelné elektrárny.

1.1.2.2 Zemní plyn

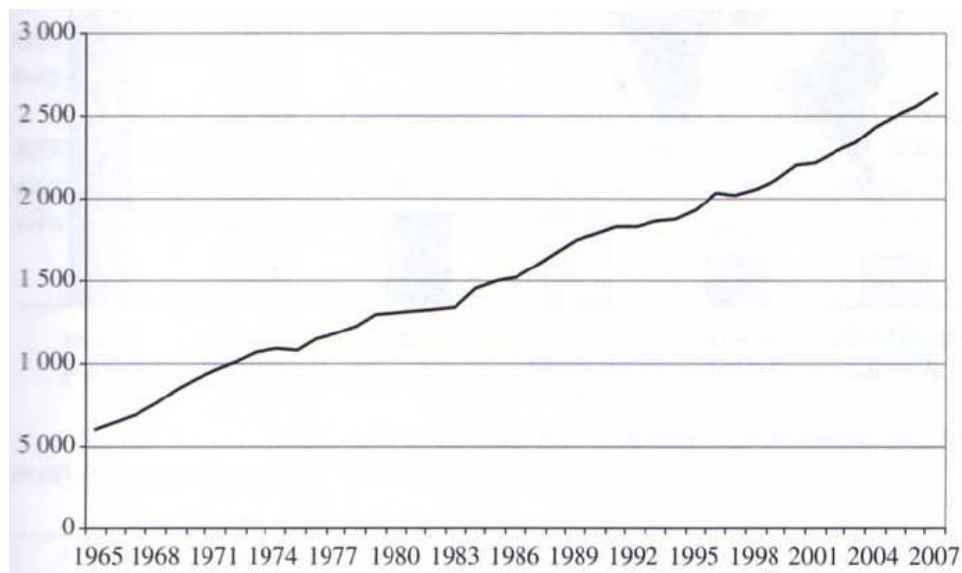
Na vznik zemního plynu existuje více teorií. Jelikož se zemní plyn vyskytuje často spolu s ropou nebo s uhlím, přiklání se teorie jeho vzniku k tomu, že se postupně uvolňoval při vzniku uhlí nebo ropy jako důsledek postupného rozkladu organického materiálu.

Využití zemního plynu sahá do druhého století před naším letopočtem. V této době se zemní plyn využíval v Číně k extrahování soli z mořské hladiny. Hojně se používat začal až od počátku 19. století, kdy byl poprvé v Baltimore používán k pouličnímu osvětlení

v plynových lampách. Jak už zde bylo zmíněno, tak těžba zemního plynu je doprovázena těžbou ropy a není divu, že se těží vesměs ve stejných regionech jako ropa.

Zemní plyn je nejčistší a nejbezpečnější mezi primárními palivy. Je to levný zdroj energie vyžadující potrubní dopravní systém. Ve své podobě je zemní plyn hořlavá látka bez barvy a zápachu. Při jeho spalování se uvolňuje do vzduchu mnohem méně škodlivin než u ostatních fosilních paliv. Energie ze zemního plynu se hojně využívá k topení, vaření, výrobě elektrické energie či pohonu motorových vozidel.

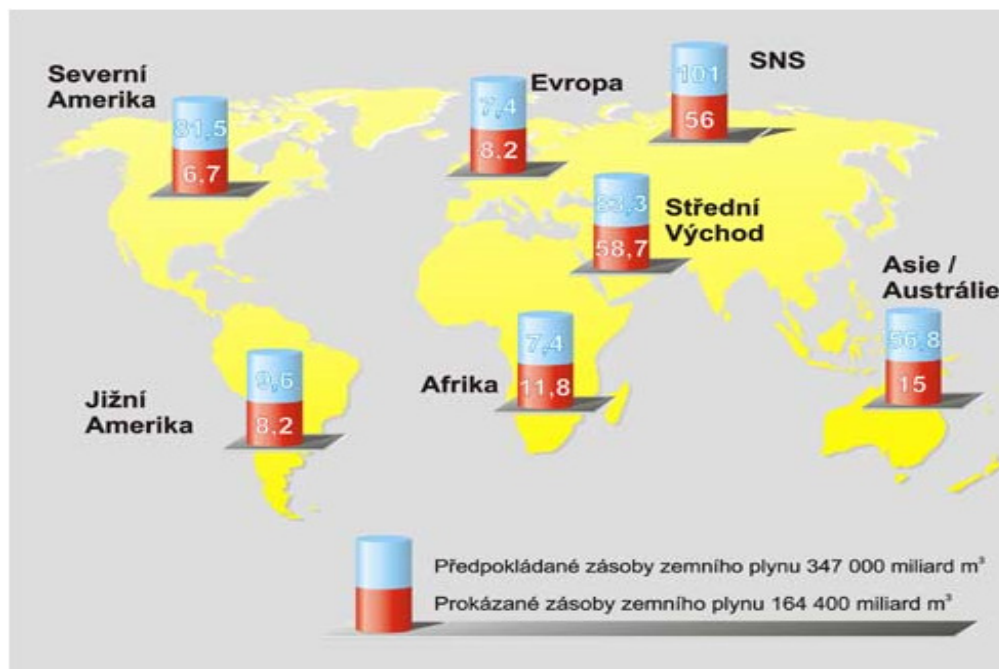
Od druhé světové války zaznamenal zemní plyn největší nárůst spotřeby ze všech fosilních paliv. Jeho produkce se od roku 1950 více než zdvojnásobila. V roce 1950 zaujímal plyn 10 % podíl na světové spotřebě energie, dnes je to již 23 %. [4]



Obrázek 3 Světová spotřeba zemního plynu (v mil TOE – tun ropného ekvivalentu)

Zdroj: MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : se zaměřením na obnovitelné zdroje* (2009)

Zásoby plynu na rozdíl od ropy neklesají, ale naopak rostou. Na obrázku můžeme vidět zásoby zemního plynu, které dělíme na zásoby předpokládané a zásoby prokázané (nebo-li ověřené zásoby).[34]



Obrázek 4 Zásoby zemního plynu ve světě

Zdroj: *Zemní plyn* [online]. Dostupné na <http://www.zemniplyn.cz/plyn/>

1.1.2.3 Uhlí

Uhlí neboli „hořlavý kámen“ jedná se o horninu biologického původu, ve skutečnosti je to dlouhodobě uskladněná sluneční energie prostřednictvím biologických a geologických procesů.

Jako zdroj tepla začal uhlí využívat pravěký člověk a to náhodně a příležitostně. Jeho skutečný civilizační význam se ukázal až během průmyslové revoluce v druhé polovině 18. století po vynálezu parního stroje, kdy se rychle stalo základním palivem i pohonnou hmotou.

V globálním měřítku je uhlí druhou nejvýznamnější energetickou surovinou na světě. Celková světová roční spotřeba se odhaduje na přibližně 5,3 miliard tun a asi tři čtvrtiny tohoto množství se spotřebovává jako palivo v elektrárnách. Při současné spotřebě by známé zásoby uhlí vydržely přibližně 300 let. V posledních letech je výrazný trend růstu spotřeby uhlí pro energetické účely.

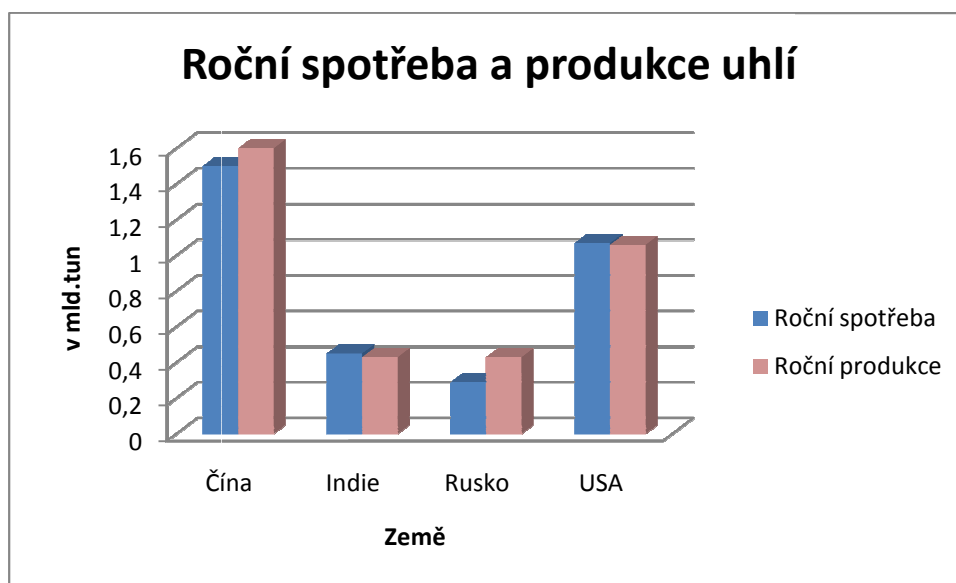
Mezi velké světové producenti a spotřebitelé uhlí řadíme Čínu, která je největším vývozcem uhlí na světě a zároveň jeho největším spotřebitelem. Čína spotřebovává

okolo 1,5 miliard tuny za rok a vyprodukuje přibližně o jednu desetinu více a to 1,6 miliard tun. Podobně překotný rozvoj prodělává v této oblasti i Indie. Její ověřené zásoby uhlí jsou přibližně 90 miliard tun, přičemž roční spotřeba je asi 0,45 miliard tun, produkce se pohybuje okolo 0,43 miliard tun ročně. Další velmi významná země je Rusko, které představuje důležitého světového producenta i spotřebitele, především má druhé největší ověřené zásoby a to 270 miliard tun. Rusko je také významným exportérem. Velkým hráčem na poli uhlí je tradičně USA. Má největší ověřené zásoby na světě, je druhým největším producentem (hned po Číně). Pro přehlednější srovnání o ověřených zásobách uhlí, spotřebě a produkci uvádím tabulku.[29]

Tabulka 4 Světoví producenti a spotřebitelé uhlí (v mld. tun)

Země	Čína	Indie	Rusko	USA
Ověřené zásoby	125	90	270	270
Roční spotřeba	1,5	0,45	0,29	1,07
Roční produkce	1,6	0,43	0,43	1,06

Zdroj: OKD. Dostupné na <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/>



Graf 1 Spotřeba a produkce uhlí

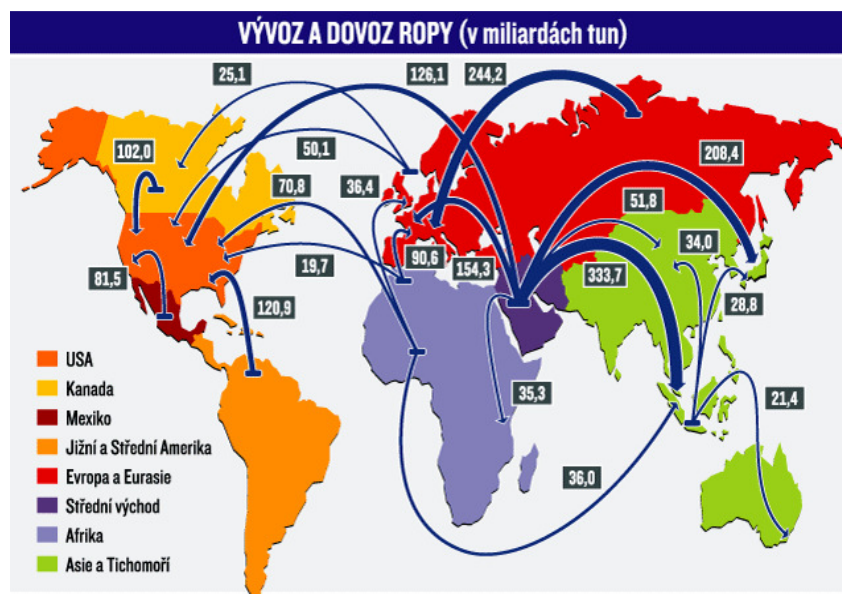
V členských státech EU je uhlí stále tradičním a jedním z nejhojnějších domácích zdrojů energie. Černé uhlí se ve stále větší míře dováží a to především z USA, Číny, Austrálie a Jižní Afriky.

Uhlí je také velkým znečišťovatelem životního prostředí, ačkoliv rozvinuté ekonomiky dbají na snižování emisí oxidu siřičitého, uhličitého a oxidu dusíku. Další nevýhodou uhlí je, že ve srovnání s ropou je příliš objemné a hůře se přepravuje. Proto se většina uhlí spotřebovává blízko naleziště.

1.1.2.4 Ropa

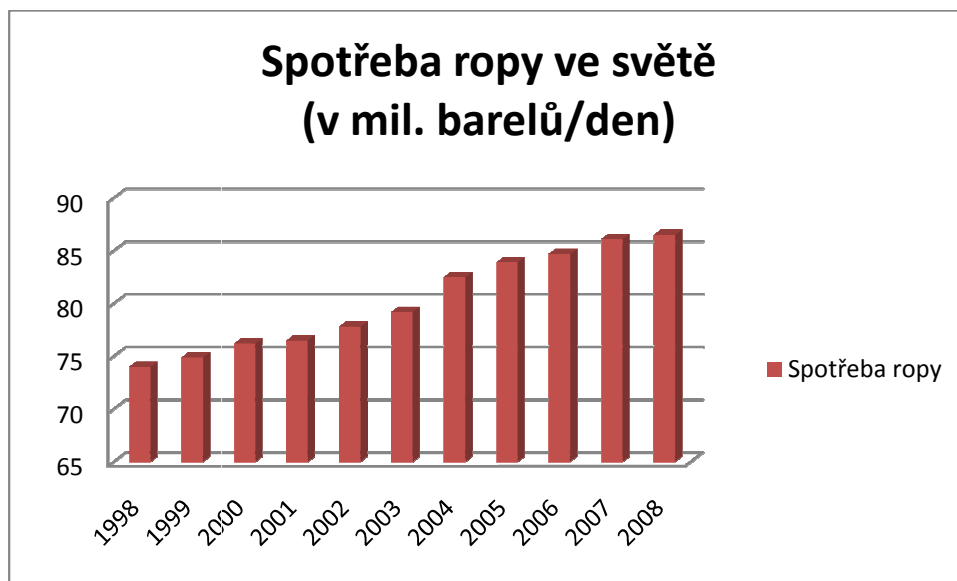
V historii se ropa začala používat již ve starověku asi tak 4 000 let př. n. l., jako lék nebo mazadlo. V novověku se už postupně využívala ke svícení. Skutečná těžba začíná až ve druhé polovině 19. století téměř současně v Rusku a v USA. Na počátku 20. století bylo Rusku na prvním a USA na druhém místě v těžbě ropy. V roce 1900 činila roční celková těžba 8,6 milionů tun. Tato výše těžby několikrát prudce stoupla. Nejdříve v období první světové války, jelikož se začaly používat ve větší míře motory (jak letecké tak automobilové). Mezi válkami těžba ropy neustále stoupla a na konci roku 1945 (po druhé světové válce) se celková těžba ropy vyšplhala až na 370 milionů tun.

S podílem 1,6 % na světovém HDP je dnes ropa nejdůležitější a necennější komoditou mezinárodního obchodu. Ropu lze nalézt prakticky po celém světě, ovšem nejrozsáhlejší ložiska se nalézají na Středním východě. Ropa je nejvšestranněji použitelným zdroje. Má vysokou energetickou vydatnost, je poměrně kompaktní a snadno se přepravuje.



Obrázek 5 Vývoz a dovoz ropy

Zdroj: Britské listy[online]. Dostupné na <http://britsko-listy.cz/2004/8/12/art19267.html>



Graf 2 Spotřeba ropy ve světě

Zdroj: Euroekonom.com [online]. Dostupné na <http://www.euroekonom.com/>

Na grafu můžete vidět, že spotřeba ropy ve světě neustále roste. V roce 1998 se spotřeba pohybovala okolo 74 mil. barelů za den, v roce 2008 už je to 87 mil. barelů denně, tj. nárůst o 17,57 % za období 10 let.

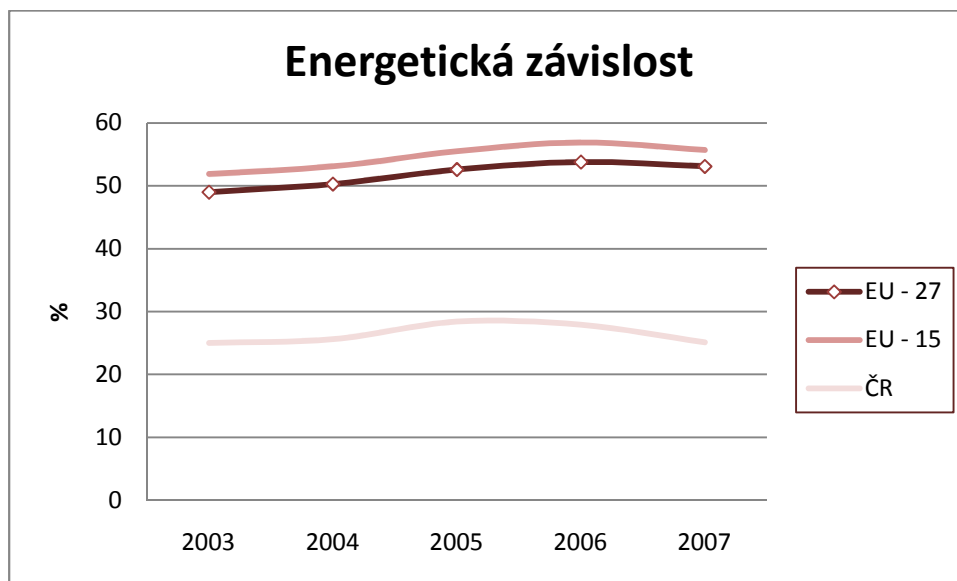
1.2 Charakteristika energetické situace v ČR

Česká republika se vyznačuje poměrně vysokým podílem pevných paliv (uhlí) na celkové hrubé spotřebě energie, který činil v roce 2006 přibližně 45 %. Česko také patří k relativně málo závislým zemím na dovozu energie. Poměr čistých dovozů energie ku její spotřebě činil v roce 2006 28% a v roce 2007 ještě klesl na 25,1 %, což je hluboce podprůměrná hodnota ve srovnání nejen s Evropskou patnáctkou, ale i s Evropskou sedmadvacítkou. Což ukazuje následující tabulku 5 a graf 3.

Tabulka 5 Energetická závislost

	2003	2004	2005	2006	2007
EU - 27	49	50,3	52,6	53,8	53,1
EU - 15	51,9	53,1	55,5	56,9	55,7
ČR	25	25,6	28,4	27,9	25,1

Zdroj: Eurostat (2009)



Graf 3 Energetická závislost

Naše země je také charakteristická tím, že je čistým vývozcem elektřiny, a dokonce patříme i k čistým vývozcům energie z obnovitelných zdrojů. Čistý vývoz elektřiny z České republiky činil v roce 2006 cca 1,1 mil. tun ropného ekvivalentu.

Podle údajů ERÚ za rok 2008 jsou největším výrobcem elektrické energie u nás stále ještě klasické uhelné elektrárny. Nejméně je využívána větrná a sluneční energie.

Procentuální využití zdrojů elektrické energie v České republice je následující:

- 61,32 % uhelné elektrárny,
- 31,79 % jaderné elektrárny,
- 3,73 % paroplynové a spalovací elektrárny,
- 2,85 % vodní elektrárny,
- 0,31 % větrné elektrárny a sluneční kolektory.

Příloze A je uvedena Bilanci elektřiny za rok 2009. Kde je vidět, jak brutto tak i netto výroba elektřiny ze všech zdrojů, dovoz i vývoz, tuzemská spotřeba elektřiny celkem atd.

2 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje neboli alternativní zdroje můžeme chápat jako zdroje, které jsou využívány opakovaně. Jsou to zdroje, které jsou pro nás téměř nevyčerpatelné. S využitím těchto zdrojů plyne mnoho výhod, avšak mají i své limity, mezi které můžeme zařadit geografické, klimatické podmínky aj. Například oblasti kolem polárního kruhu budou jen stěží využitelné pro získání sluneční energie, zatímco hřebeny hor a přímořské oblasti jsou poměrně dobré pro využití k získání větrné energie.

V této kapitole jsou uvedeny jednotlivé obnovitelné zdroje využívané jak ve světě, tak v České republice k získávání energie.

2.1 Druhy obnovitelných zdrojů energie

2.1.1 Solární energie

Sluneční záření je perspektivním zdrojem pro budoucnost, jejíž využití nemá téměř žádné negativní dopady na životní prostředí. Je to energie čistá, bezpečná a nevyčerpatelná. Dostáváme ji od Slunce v množství mnohem větší, než samo lidstvo potřebuje.

Sluneční záření umožňuje svojí přítomností život na Zemi jako takový. Určuje přírodní pochody, které jsou pro náš život nepostradatelné, např. fotosyntézu (získávání kyslíku ze zelených částí rostlin), vítr, déšť, mořské proudy a jiné. Vlivem těchto pochodů se sluneční energie může transformovat, ukládat a využívat jako **biomasa** (kde díky biochemických reakcím je až 0,1 % sluneční energie přeměněno a uloženo v zelených částech rostlin, které lze posléze využít jako zdroj energie), **fosilní paliva** (za příznivých podmínek, působením geofyzikálních procesů ve větších hloubkách za vysokých tlaků a teplot bez přístupu vzduchu může být biomasa časem přeměněna na uhlí, ropu či zemní plyn), **vodní energie** (přibližně čtvrtina slunečního záření je využita k výparu vody a její následná kondenzace ve výše položených místech dává vzniknout vodní energii) a **větrné energie** (kdy vlivem nerovnoměrného zahřívání Země dochází k pohybu vzduchu a vzniká vítr).

Energii ze Slunce lze využívat i přímo a to buď v pasivní, nebo v aktivní formě využití.

U **pasivního využití** se jedná o principy tzv. solární architektury, které vedou k úsporám energie. Mezi základní principy patří vhodná orientace prosklených ploch a tepelně akumulacních stěn, dosažení maximálního objemu stavby za minimálního povrchu

obvodových stěn, důkladná tepelná izolace a využití obnovitelných zdrojů pro energetické zásobování stavby.

Aktivní využití je realizováno pomocí přídavných technických zařízení tzv. slunečních kolektorů, které jsou dvojího typu a to **termické a fotovoltaické kolektory**. Termické kolektory slouží především k výrobě tepelné energie a běžně se používají k ohřevu vody v bazénech, k přitápění teplé užitkové vody a vytápění. Základním prvkem každého termického kolektoru je absorbér (deska, resp. trubice, která se nachází uvnitř kolektoru) a právě na povrchu absorbérovi se sluneční záření přeměňuje na tepelnou energii. Fotovoltaický kolektor pomocí tzv. fotovoltaického jevu přeměňuje sluneční záření přímo na elektrickou energii. Fotovoltaický sluneční panel je tvořen články (nejčastěji na bázi křemíku), které jsou na sebe napojeny letovanými spoji. Články navíc tvoří z vrchu krycí plocha, která významně ovlivňuje ztráty a materiál použitý na tuto plochu musí dosahovat vysoké účinnosti pohlcení slunečního svitu a zároveň poskytnout ochranu před nepříznivými přírodními jevy (krupobití aj.).

Možnosti využití solární energie jsou závislé především na dvou hodnotách a to na **době slunečního záření** (která je uváděna v hodinách za časové období např. měsíc, rok a průměrná hodnota pro Českou republiku je přibližně 1 500 hodin) a na **intenzitě slunečního záření** (kde se jedná o denní resp. měsíční sumu globálního záření na jednotku vodorovné plochy, v České republice roční množství slunečního záření kolísá mezi 950 a 1 250 kWh/m²). Obě hodnoty jsou dlouhodobě sledovány v meteorologických stanicích a důležitou roli pro ně hraje počasí.

Sluneční energie a její využití má mnoho nesporných výhod. Mezi které patří skutečnost, že solární energie je prakticky nekonečná, nezatěžuje životní prostředí, nevznikají emise ani žádný odpad, neznečišťují ovzduší. Instalace solárních článků je poměrně jednoduchá, vyskytují se zde nízké provozní náklady, nenáročná obsluha (údržba je minimální). Zařízení disponuje dlouhodobou životností, která je obvykle garantována na dobu 15 – 20 let a po uplynutí doby dochází k postupnému snižování účinnosti, přičemž zařízení vydrží funkční až 50 let. Poslední výhodou, kterou zde můžu uvést je, že vyrobená energie může nahradit 20 – 50 % potřeby tepla k vytápění a 50 – 70 % potřeby tepla k ohřevu vody v domácnosti.

Je na místě po zmínění výhod, říci i nevýhody, které se týkají využití této energie. K nevýhodám energie získávané ze slunečních paprsků je, že přísun slunečního záření kolísá během roku a nelze tento zdroj využít jako samostatný zdroj tepla. Pro celoroční využití je třeba použít doplňkový zdroj energie, který bude pokrývat zvýšenou spotřebu v době, kdy je

slunečního záření nedostatek. Další nevýhodou je poměrná vysoká počáteční finanční investice (poměrně vysoké pořizovací náklady). [27]

2.1.2 Biomasa

Po slunečním záření byla biomasa jediným dostupným energetickým zdroje na zemi po miliardy let. Lidstvo začalo využívat biomasu jako zdroj energie od okamžiku, kdy se člověk naučil rozdělovat a udržovat oheň. Historie ostatních obnovitelných zdrojů energie je ve srovnání s biomasou relativně krátká, energii vody a větru využívá lidstvo pouze několik tisíc let.[9]

Biomasa je ve světě považována za velmi perspektivní zdroj a Petr Musil určil pojem biomasa jako: „Substance biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo vodě, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady). Biomasa je buď záměrně získávána jako výsledek výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, z údržby krajiny a péče o ni.“¹

Pokud hovoříme o biomase v souvislosti s energetikou, je pod tímto pojmem myšleno nejčastěji dřevo a jeho odpad, sláma a jiné produkty zemědělství, vč. exkrementů užitkových zvířat. Energetickou biomasu můžeme rozdělit do 5 základních skupin: fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy, fytomasa olejnatých rostlin, fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru, organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu, směsi různých organických odpadů. Pro získávání energie se využívá biomasa pěstovaná záměrně k tomuto účelu a to např. cukrová řepa, obilí, brambory, cukrová třtina, olejniny (nejvýznamnější řepka olejka), energetické dřeviny (vrby, olše, topoly, akáty) a biomasa odpadní, např. rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby (kukuřičná a obilná sláma, zbytky z lučních trav, po likvidaci křovin a lesních náletů, odpady ze sadů a vinic), odpady ze živočišné výroby (exkrementy, zbytky krmiv) atd.

MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : se zaměřením na obnovitelné zdroje*. 1. Praha : C.H. Beck, 2009. 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.

Způsob využití biomasy k energetickým účelům je do značné míry předurčena fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Velmi důležitou vlastností je vlhkost (obsah sušiny v biomase). 50 % sušiny je přibližná hranice mezi mokřými (méně jak 50 % sušiny) a suchými procesy. Z tohoto hlediska lze rozlišovat několik způsobů získávání energie z biomasy a přípravy biomasy pro energetické využití a to: **termochemická přeměna biomasy**

¹ MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : se zaměřením na obnovitelné zdroje*. 1. Praha : C. H. Beck, 2009. 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.

(suchý proces) – spalování, zplyňování a pyrolýza, *biochemická přeměna biomasy* (mokrý procesy) – alkoholové a metanové kvašení, *fyzikální a chemická přeměna biomasy – mechanicky* (štípání, drcení, lisování, briketování, peletování, mletí apod.), *chemicky, získávání odpadního tepla při zpracování biomasy* např. kompostování apod.

V praxi převládá ze suchých procesů spalování biomasy, k tomuto účelu se začínají hojně využívat plantáže pro pěstování energetických plodin. Z hlediska výhřevnosti je téměř jedno, které plodiny se využívají. V poslední době nabývají však na významu tzv. rychle rostoucí dřeviny, jejichž předností je to, že se dají využít již po 3 – 7 letech růstu bez nutnosti nové výsadby. Vhodné dřeviny pro tento účel se jeví topol, vrba, líska, olše, lípa, jeřáb, osika, akát či bříza. Z mokrých procesů je často využívána výroba bioplynu anaerobní fermentací. [9]

2.1.3 Větrná energie

Větrná energie je jedna z forem sluneční energie a patří rovněž k nevyčerpatelným zdrojům energie. Vzniká díky nerovnoměrnostem zemského povrchu a tlakovým rozdílům způsobeným jeho nerovnoměrným zahříváním.

Energie větru se dnes využívá zejména k výrobě elektrické energie.

Výroba elektřiny z větrných elektráren má jistě mnoho výhod, ale také problémů. K výhodám patří zejména následující: větrná energie je obnovitelným nevyčerpatelným zdrojem energie, při vlastní spotřebě elektrické energie se vyhneme přenosným ztrátám, při výrobě nejsou produkovány žádné škodlivé emise (SO₂, CO₂, NO_x, popel) atd. Naopak, mezi nevýhody patří: poměrně vysoká hlučnost, nestabilní zdroj, poměrně časově a finančně náročná předrealizační fáze. Pravděpodobnost největší překážkou výraznějšímu rozšíření větrných turbín je kombinace nestability zdroje (větru) a maximálního množství energie vytěžitelného z větru (značná závislost výkonu větrné turbíny na rychlosti větru).

2.1.4 Vodní energie

Stále se obnovujícím zdrojem energie je energie vodní daná koloběhem vody v přírodě. U tekoucí vody se v největší míře využívá její polohová (potenciální) a pohybová (kinetická) energie. Voda stéká z hor a cestou uvolňuje svou nashromážděnou energii. Po jejím vyčerpání se vrací do moří, kde je polohová energie nižší. Původní energii pak voda opět získá působením slunečního záření. Sluneční energie vodu odpaří z hladiny moří a jako dešťové nebo sněhové srážky navrací zpět do míst vysoké potenciální energie a koloběh se opakuje.

Nejstaršími hydraulickými stroji jsou vodní kola, která byla poháněna zvířecí či lidskou silou. Nejdříve se vodní kola používala k pohonu mlýnů na počátku křesťanské éry na Blízkém východě a to již r. 135 před Kristem, v letech 260 – 300 po Kr. se setkáváme již s úplným velkomlýnem ve Francii u Arles s počtem 18 vodních kol. Vodní turbíny byly uvedeny do praxe začátkem 19. století, kdy je realizovali Francouzi Bourdin a Fourneyron, který zkonstruoval a do provozu uvedl první centrifugální (odstředivou) turbínu.[4]

Nejběžnější způsob využívání vodní energie je její přeměna v energii elektrickou. V současnosti mají největší význam z hlediska získávání energie vodní elektrárny, ve kterých voda roztáčí turbíny a točící se turbína pohání rotor elektrického generátoru. Konečným výsledkem této činnosti je vyrobená elektrická energie. Posláním vodních elektráren je pracovat jako doplňkové elektrárny k velkým energetickým kolosům, kterými jsou tepelné elektrárny na fosilní paliva nebo uran. Vodní elektrárny nám doplňují a vyrovnávají okamžitou energetickou bilanci v elektrizační síti.

Paleta vodních elektráren je velmi široká. Vodní elektrárny můžeme dělit z různých hledisek a to *podle způsobu provozu, podle systému soustředění měrné energie a přívody vody k turbíně* a poslední hledisko *je podle využití měrné energie*.

Podle způsobu provozu vodní elektrárny máme **elektrárny průtočné** (tyto elektrárny využívají přirozeného průtoku) a **akumulační** (vyžívají řízený odběr vody z akumulační nádrže) např. Vltavská kaskáda. Akumulační patří mezi nejznámější typy vodních elektráren, které jsou charakteristické hrází a jezerem, kde je shromážděna velká zásoby vody.

Podle systému soustředění měrné energie a přívody vody k turbíně máme **přehradní a jezové elektrárny** (soustřeďují energii pomocí vzdouvacího zařízení a to jezu nebo přehrady), **derivační** (vyžívají derivaci, tzn. odvedení vody přivaděčem např. kanálem, stokou či potrubím z vodního koryta do turbíny) a **přečerpávací**, jejichž principem je přečerpání vody v době přebytku elektrické energie např. v noci a následný levný provoz ve špičce např. v době nedostatku elektrické energie. S přečerpávací vodní elektrárnou se můžeme setkat např. v Dalešicích, na Divoké Desné v Dlouhých stráních a ve Štěchovicích. Tyto elektrárny umí skladovat draze vyrobenou energii. Elektrická energie je v nich měněna na energii jinou. Takovou energii, která je trvale v pohotovosti a v každém okamžiku je použitelná pro vykrývání energetický špiček a maximálních spotřeb. Je to soustava dvou výškově položených vodních nádrží spojených tlakovým potrubím, na němž je v jeho dolní části umístěna turbína s elektrickými generátory. V praxi se tyto elektrárny staví v horském terénu, aby bylo možno získat dostatečný výškový rozdíl mezi oběma

nádržemi, které jsou spojeny tlakovými potrubím s osazenou turbínou s generátorem na dolním konci.

Podle využití měrné energie se můžeme setkat s rovnotlakovou turbínou (turbína s volným odpadem voda např. Peltonova turbína) a přetlaková turbína (turbína se sníženým tlakem např. Francisova turbína, Kaplanova turbína)

Dále existují *elektrárny ledovcové, velké i elektrárny malé. Malé vodní elektrárny* sloužící jako sezonní zdroje. Průtoky toků, na kterých jsou zřizovány, jsou kolísavé a silně závislé na počasí a na ročním období.[22]

K výhodám vodních elektráren patří to, že neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu a povrchové či podzemní vody těžbou a dopravou paliv a surovin. Jsou bezodpadové, nezávislé na dovozu surovin a vysoce bezpečné. Mezi výhody lze rovněž zařadit schopnost vodních děl zadržovat obrovské objemy vody, což může přispívat k ochraně před povodněmi.

K nevýhodám určitě patří značná závislost na přírodních poměrech dané země, od čehož se odvíjí výkonnost elektrárny a náklady na její výstavbu. Nevýhody lze rovněž spatřovat v tom, že rozsáhlejší vodní dílo změní ráz krajiny, případně ovlivní ekosystém daného území.

2.1.5 Geotermální energie

Slovo geotermální má původ v dvou řeckých slovech: geo (země) a tehme (teplo) a znamená teplota země. Geotermální energií je teplo získávané z nitra neboli z hlubin Země. [33] Teplota Země stoupá s hloubkou. Stejně jako se jakékoli teplo přemísťuje z teplejšího prostředí směrem k chladnějšímu, tak i zemské teplo proudí ze zemského jádra směrem k zemskému povrchu. Základní médium, které přenáší teplo z vnitrozemí na povrch je voda nebo pára, která se v zemi objeví tak, že voda z dešťů proniká hluboko skrz rozpuklin, kde se zahřívá a cirkuluje zpět k povrchu, kde se objevuje ve formě gejzíru a vroucích pramenů.

Geotermální energie se dá využívat prakticky dvěma relevantními způsoby, a to k provozu geotermálních elektráren nebo lze zemské teplo využívat přímo např. pomocí tepelných čerpadel.

Od dvacátých let se začala využívat geotermální energie pro výrobu elektrické energie (Japonsko, Nový Zéland, USA). Ve větší míře dochází k využití až v 60. letech (v USA, v Indonésii a v rozvojových zemích Jižní Ameriky). Výkony se pohybují od několika desítek MW do 300 MW. V r. 1989 bylo v zemích EU instalováno celkem 519 MW. Největší

producenti tepla na bázi geotermální energie jsou Francie a Itálie. V ostatních zemích EU jsou jen malé demonstrační jednotky.

Současný světový instalovaný výkon geotermálních elektráren představuje přibližně 8 000 MW ve 21 zemích světa. Tyto elektrárny vyprodukují ročně 49 000 GWh elektřiny, což odpovídá zhruba výkonu 10 – 15 uhelných či jaderných elektráren. Geotermální energie zásobuje elektřinou více než 30 milionů lidí. Nejrozsáhlejší oblasti využívající právě tuto energii pro výrobu elektřiny se nacházejí v Kalifornii a na Novém Zélandu, kde se elektřina vyrábí již 40 let. V Evropě můžeme uvést např. geotermální pole Larderello, které je využíváno již od r. 1904 a Island, které je prakticky jedno velké geotermální pole.

Princip geotermální elektrárny je poměrně jednoduchý. Základem je studna hluboká od jednoho do čtyř kilometrů v místě, kde se nachází tzv. geotermální rezervoár. V takové hloubce se teplota Země pohybuje i nad 200°C. Podzemní voda se tak mění v páru, která je přivedena potrubím (ze studny) přímo do elektrárny, kde pohání turbíny napojené na generátor. Princip je stejný jako u tepelných elektráren. Voda, která se vysráží, je jiným potrubím odváděna zpátky do Země.

Pokud elektrárna stojí v místě, kde teplota pod zemským povrchem dosahuje jen 100 – 150°C, pak existuje riziko nedostatečného množství páry. V takovém případě se používá tepelný výměník, kde se pomocí zemského tepla ohřívá kapalina s nižším bodem varu než má voda.

Druhým způsobem, jak využít geotermální energii, je **princip tepelného čerpadla**, který byl popsán anglickým fyzikem Kelvinem. Jde o chladicí zařízení, které je primárně určeno k produkci tepla. Toto čerpadlo dokáže zužitkovat teplo okolního prostředí nebo teplo odpadní. Princip je stejný jako u obyčejné domácí chladničky. Tepelné čerpadlo není nic jiného než velká chladnička, která místo potravin ochlazuje jiný zdroj tepla. Tím může být např. vzduch v okolí domu, na půdě nebo ve sklepě, podzemní voda, pramen geotermální vody, půda v okolí domu. Čerpadlo je možné pohánět např. plynem nebo benzínem. V praxi se pro pohánění čerpadla nejčastěji používá elektřina.

Geotermální energie se pomocí tepelných čerpadel získává z hlubinných vrtů, které bývají až 150 metrů hluboké a zaplavené vodou, která se ochlazuje ponořeným výměníkem z plastových trubek. Vrty se nejčastěji umísťují v blízkosti staveb a nejméně 10 metrů od sebe. Je možné tyto vrty umístit i pod budovu, zvláště jde-li o novostavbu.

Nejdůležitějším parametrem tepelného čerpadla je tzv. topný faktor. Tento faktor vyjadřuje, kolik tepla získáme na jednotku příkonu. Příkonem se obvykle rozumí elektrický příkon hnacího motoru.

Topný faktor = tepelný výkon / elektrický příkon

Čím vyšší hodnota, tím je čerpadlo efektivnější. U běžných tepelných čerpadel se topný faktor pohybuje v rozmezí 2,8 – 4. Během roku topný faktor kolísá a proto, abychom mohli zhodnotit provoz, tak se používá tzv. provozní topný faktor, což je poměr celoroční spotřeby energie a celoroční produkce tepla. (použitelný zdroj: Globální problém a politika se zaměřením na obnovitelné zdroje.)

2.1.6 Energie vodíku

Vodík představuje velmi důležitý zdroj energie. Je to původní stavební materiál, z něhož byl vybudován dnešní vesmír. Na Zemi je vodík devátým nejrozšířenějším prvkem, přičemž tvoří např. desetinu hmotnosti lidského organismu. (Použitý zdroj: globální energetický problém)

Energie z vodíku lze získávat prakticky dvěma efektivními způsoby. První představuje využívání palivových článků, druhý pak termojaderné fúze.

2.1.7 Ostatní obnovitelné zdroje

A. Energie oceánu a moří

Světový oceán nazýváme veškerou vodní hladinu, která se nachází na povrchu zemském s výjimkou vod na pevninách (tj. vody řek, jezer a podzemní vody). Ve světových oceánech je soustředěno zhruba 96,5 % veškeré vody na Zemi. Světové oceány a moře mají vlastní proudový systém, rozvrstvení slanosti sedimentů. Důležité je rozvrstvení teplot ve vodních masách. Vrchní vrstva má značně kolísavou teplotu a podléhá sezonním změnám. Další vrstva je již tepelně stálejší. Dalším činitelem ovlivňujícím vody oceánů je hustota vodstev, která je závislá na teplotě a na slanosti. Na těchto vlastnostech závisí a přímo z nich vyplývají možnosti jejich energetického využití.

Energie vlnění

Nejdůležitějším pohybem vodních částic na povrchu oceánů a moří je vlnění, které má různý původ. Vlnění působené větrem, slapové působení Měsíce a Slunce, vlnění před ústími velkých řek, katastrofické vlnění tsunami, které je následkem podmořských zemětřesení.

První kroky k praktickému využití mořského vlnění už byly učiněny. Jedním z mnoha řešení je návrh na používání *trojdílných pontonů*, které by byly zakotveny na dně a ležely na povrchu mořské hladiny. Pohyb vln by se přenášel na vodní motor. Další návrh je znám pod jménem *Ploeg*. Jde o řadu plováků, které působením vln kmitají kolem své osy

a tento pohyb je soustavou hydraulických nebo mechanických zařízení převáděn na generátor. U havajského pobřeží byly prováděny pokusy s *minielektrárnami* umístěnými v mořských bojích. Dále pracovníci firmy Lockheed navrhli novou konstrukci *elektrárny Dam-Atol*. Což je umělý ostrov, na kterém by byla umístěna přehrada. Vlnová elektrárna má být kruhového typu, lopatky zvláštního tvaru by přiváděly vodu z moře do středu elektrárny, kde by se vytvářel mohutný vítr, který by otáčel lopatkami turbíny. Hydrogenerátor této elektrárny by dosahoval výkonu až 2 MW.[15]

Elektrárny pro využití mořského příboje

Narazí-li vlny na mořské dno, mění se jak jejich délka, tak i výška, která se zvyšuje, a hřebeny vln se lámou. Příbojové vlnění svými nárazy na pobřeží vyvolává velmi silné otřesy. Velká síla příboje je zatím velice málo používána. V místech silného příboje se nenalézají velká města a ani se nestaví žádné velké průmyslové podniky. Ojedinelá je *příbojová hydroelektrárna* na pobřeží Bretaně s generátory umístěnými pod mořskou hladinou.

Energie mořských proudů

Proudy přemísťují obrovská množství vody na velké vzdálenosti. Jsou určujícím elementem teploty vodstev jak na povrchu, tak v hloubce a také ovlivňují klima přilehlých pevnin. Energetické využití těchto proudů zůstává zatím ve stavu úvah a studií.

Jako příklad lze uvést návrh na energetické využití části Golfského proudu mezi mysem Heterras a Floridou v USA. Průměrná rychlost proudu v těchto místech dosahuje 3,2 km/h nespodních vodních vrstvách a 8,8 km/h při povrchu. Každou sekundu proteče 70 milionů m³ vody. Podle propočtů by se dalo získat z 1 m³ vody 0,8 kW elektrického výkonu. Celkový energetický výkon Golfského proudu v těchto místech se odhaduje na 25 tisíc MW.

Všechny projekty s využitím mořských proudů s sebou nesou velké riziko. V případě Golfského proudu by mohlo dojít ke zpomalení proudu a možné katastrofické důsledky se dají jen stěží odhadnout.

Přilivové elektrárny

Přiliv a odliv je důsledkem působení slapových sil Měsíce a Slunce. Na výšku přílivu a odlivu má vliv tvar pobřeží. Při stavbě přílivových elektráren je třeba brát v úvahu vlastnosti a nepravidelnosti daného místa, které s sebou nese.

Ve Francii a Itálii jsou známy stavby přílivových mlýnů již ze 13. století. Za nejstarší přílivovou elektrárnu z r. 1913 je považována anglická elektrárna Dee Hydro Station v Cheshire o výkonu 635 kW. První moderní přílivová elektrárna zahájila provoz r. 1966 v Bretani ve Francii, v ústí řeky La Rance. Výkon elektrárny je 240 MW. Je vybavena 24 turbínami, využívá jak přílivu, tak odlivu. Pracuje ročně 2 250 hodin a produkuje 540 milionů kWh elektrické energie.

K nevýhodám přílivových elektráren patří skutečnost, že jejich pracovní doba mnohdy nesouhlasí s energetickou špičkou a že místa vhodná pro výstavbu těchto staveb jsou často značně vzdáleny od míst spotřeby produkované energie.

B. Důlní plyn

Vedle obnovitelných zdrojů energie se zájem přesouvá i na druhotné zdroje energie, k nimž patří i důlní plyn. Uhelňá ložiska jsou doprovázena i ložisky důlního plynu, který vzniká z původně biologické hmoty během geologických procesů při jejím zuhelnňování. Otevřením uhelných ložisek v důsledku jejich těžby dochází k uvolnění důlního plynu, který prostupuje jak do vytěžených podzemních prostorů, tak i nad zemský povrch. Složení důlního plynu je závislé na mnoha geologických předpokladech i na podmínkách spojených s těžbou uhlí nebo situací důlních děl – tzv. stařin, kde již byla těžba ukončena.

Jeho využití se nabízí v oblastech s hlubinnou těžbou. Plyn je možné jímat. Ke spalování není nutno měnit technologie určené ke spalování zemního plynu. Kladný efekt využití je také ve snížení emisí metanu, který je účinnějším skleníkovým plynem než oxid uhličitý.

S ohledem na minimální náklady spojené se získáváním důlního plynu se jedná o velmi zajímavý zdroj energie. Z pohledu energetického obsahu i složení lze plyn srovnávat s bioplynem, který má podobné složení. [11]

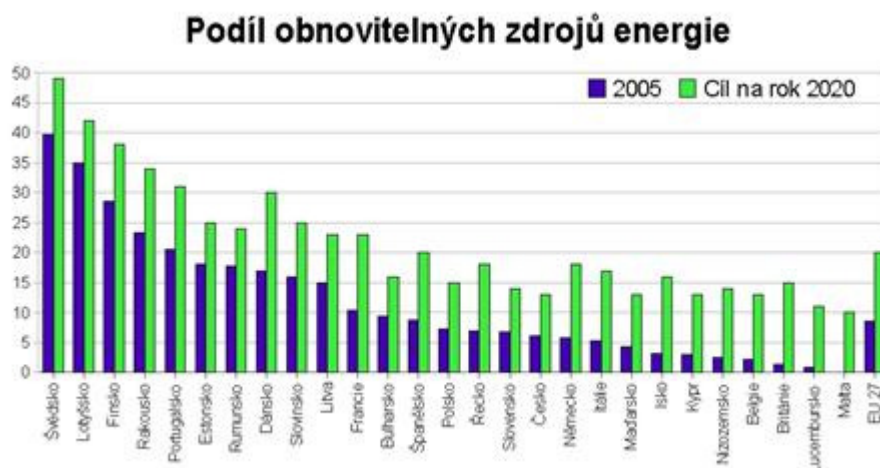
C. Energie blesku

Využití blesku je předmětem intenzivního výzkumu. Pokusy o jeho využití jsou známy již ze 30. Let minulého století ve švýcarských horách. Pomocí antén byly získány výboje o napětí až 16 MW. Původně se předpokládalo, že se tak obrovská energie blesku bude využívat k rozvíjení atomových jader, nicméně značné investiční náklady a celková neefektivnost nedovolily využít tuto myšlenku ve větší míře. [4]

2.2 Obnovitelné zdroje energie v EU a ČR

2.2.1 Obnovitelné zdroje ve státech EU

Evropské unie si velmi dobře uvědomuje svoji energetickou nesoběstačnost v oblasti standardních zdrojů energie. Proto klade velký důraz na rozvoj využívání čistých zdrojů energie. Podle nejnovějších směrnic má EU do roku 2020 vyrábět 20 % své energie z obnovitelných zdrojů. Jelikož využití obnovitelných zdrojů v jednotlivých členských státech EU je nevyrovnané, tak daná podmínka vyrábět 20 % energie z obnovitelných zdrojů se různí pro každou členskou zemi. Největší podíl „čistých“ zdrojů v EU činí 40 % a to ve Švédsku, za kterým jsou postupně seřazeny Lotyšsko (35 %), Finsko (29 %) a Rakousko (23 %). Nejmenší podíl mají státy Beneluxu, Irsko a Británie.



Obrázek 6 Podíl obnovitelných zdrojů v roce 2005 a plán EU na rok 2010

Zdroj: ARCHALOUS, Martin. *Nazeleno.cz*. Dostupné na

<http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/cez-obnovitelne-zdroje-rostou-solarni-a-vetrna-energie-ne.aspx>

Tyto plány EU berou v potaz aktuální situace, takže zatímco Švédsko má zvýšit svůj podíl na 49 %, ČR, Malta, a Lucembursko se zavázali k menšímu podílu. V ČR by se na konci roku 2020 mělo vyrábět z OZE 13 % energie, na Maltě 10 % a Lucembursku 11 %. To byl pohled do budoucnosti, jak by EU chtěla zvýšit podíl využití obnovitelných zdrojů energie. [8]

Nyní se vracíme do současnosti, např. Finsko a Švédsko jsou tahouni v oblasti energie dřeva, Dánsko a Španělsko vyvinuly špičkové technologie v oblasti větrné energie, Francie je lídrem v biopalivech, Itálie v geotermální energii a Velká Británie vy využití bioplynu.

Na druhou stranu Německo je zase v dnešní době tahounem celé EU v instalovaném výkonu větrných elektráren, sluneční energie a fotovoltaických článků.

Evropská komise podporuje výzkum obnovitelných zdrojů energie již více než 25 let. První projekt tohoto typu se objevil v r. 1979, a to v oblasti fotovoltaických článků. Seriózně míněná strategie týkající se OZE se však objevila až v r. 1997 v podobě Bílé knihy pro obnovitelnou energii. V době, kdy byla přijata, podílely se obnovitelné zdroje na celkové hrubé spotřebě energie v patnáctce necelými 6 %. Bílá kniha stanovila cíl zvýšit tento podíl do roku 2010 na 12 %. V oblasti výroby elektrické energie byl tento podíl 14 % a cíl pro rok 2010 byl stanoven na 22,1 %.² Česká republika se při vstupu do EU zavázala ke zvýšení podílu OZE na výrobě elektrické energie ze současných cca 4 % na 8 %.

Celková spotřeba energie EU je stále z největší části zajišťována ropou a zemním plynem.

2.2.2 Obnovitelné zdroje energie v České republice

Význam obnovitelných zdrojů v energetické bilanci ČR je podprůměrný ve srovnání s celou Evropskou unií, ačkoliv v posledních letech byl zaznamenán jeho poměrně solidní nárůst. Potenciálem využití obnovitelných zdrojů se zabývá několik institucí (např. Ministerstvo životního prostředí, Asociace pro využití obnovitelných zdrojů energie).

Tabulka 6 Hrubá výroba elektřiny v ČR z OZE (v MWh)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Podíl r. 2008 na celkové výrobě elektřiny z OZE
Vodní elektrárny	1 383 467	2 019 400	2 379 910	2 550 700	2 089 600	2 024 335	54,26
Biomasa	372 972	564 546	560 252	731 066	968 063	1 170 527	31,37
Bioplyn	107 856	138 793	160 857	175 837	215 223	266 868	7,15
Tuhé kom. odpady (BRKO) ³	9 588	10 031	10 612	11 264	11 975	11 684	0,31
Větrné elektrárny	3 900	9 871	21 442	49 400	125 100	244 661	6,56
Fotovoltaické systémy	184	291	414	592	2 127	12 937	0,35
Kapalná biopaliva	0	0	0	22	9	0	0
Celkem	1 877 967	2 742 932	3 133 487	3 518 881	3 412 097	3 731 012	100,00

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu

² MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : se zaměřením na obnovitelné zdroje*. 1. Praha : C.H. Beck, 2009. 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.

³ BRKO – biologicky rozložitelná část komunálního odpadu

V tabulce můžeme vidět, že v roce 2008 činila výroba elektřiny z OZE celkem 3 731 GWh. V roce 2007 to bylo 3 412,1 GWh. Z toho tedy vyplývá, že výroba elektřiny z OZE vzrostla meziročně o 319,9 GWh, tj. o 9,35 %. Celková výroba elektřiny v roce 2007 byla 88 199 GWh, z toho pouze 3 412,1 GWh bylo vyrobeno z OZE, tj. 3,87%.

Nárůst výroby elektřiny v roce 2006 proti předchozím rokům byl dosažen především díky vyšší výrobě ve vodních elektrárnách vzhledem k příznivějším hydrologickým podmínkám. Ovšem v roce 2007 a následně v roce 2008 se výroba snižuje, což je dáno tím, že dochází k významnému poklesu vodních elektráren z důvodů nízkých srážek. Postupně se zvyšuje výroba elektřiny z biomasy. Výroba elektřiny z bioplynu má také stabilně rostoucí trend a to především díky novým instalacím pro využití skládkového plynu. V roce 2006 bylo zprovozněno i několik nových bioplynových stanic využívajících především zemědělské odpady. K významnému rozvoji došlo při výstavbě větrných elektráren. Fotovoltaické systémy mají přes prudce rostoucí instalovaný výkon, stále pouze malý podíl na celkové výrobě elektřiny.

Tabulka 7 Výroba tepla z OZE v ČR (v GJ)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Podíl na celkové výrobě tepla v r. 2008 z OZE
Biomasa	31 946 046	40 230 445	40 891 558	41 759 668	45 522 813	43 399 943	89,84
Bioplyn	780 639	968 452	1 009 902	918 511	1 009 221	1 065 390	2,21
Biologicky rozl. část TKO ⁴	2 047 484	2 051 713	1 979 292	1 909 761	1 887 668	1 848 182	3,83
Biologicky rozl. část PRO ⁵ a ATP ⁶	0	0	990 107	400 083	517 108	590 561	1,22
Tepelná čerpadla	0	500 000	545 000	676 499	925 567	1 200 000	2,48
Solární termální kolektory	0	84 000	103 000	127 638	152 405	202 491	0,42
Kapalná biopaliva	0	0	0	164	66	0	0,00
Celkem	34 774 169	43 834 610	45 518 859	45 792 324	50 014 848	48 306 567	100,00

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu

Z tabulky vyplývá, že nejvyšší podíl na výrobě tepelné energie z OZE v roce 2008 vykazuje pevná biomasa (90 %). Rostoucí podíl tepla vyrobeného z OZE je využíván v domácnostech, kde se jedná o spalování dřeva a dřevního odpadu v lokálních zdrojích. Energetický přínos ostatních obnovitelných zdrojů při výrobě tepelné energie pak následuje

⁴ TKO – tuhý komunální odpad

⁵ PRO – průmyslové odpady

⁶ ATP – alternativní paliva

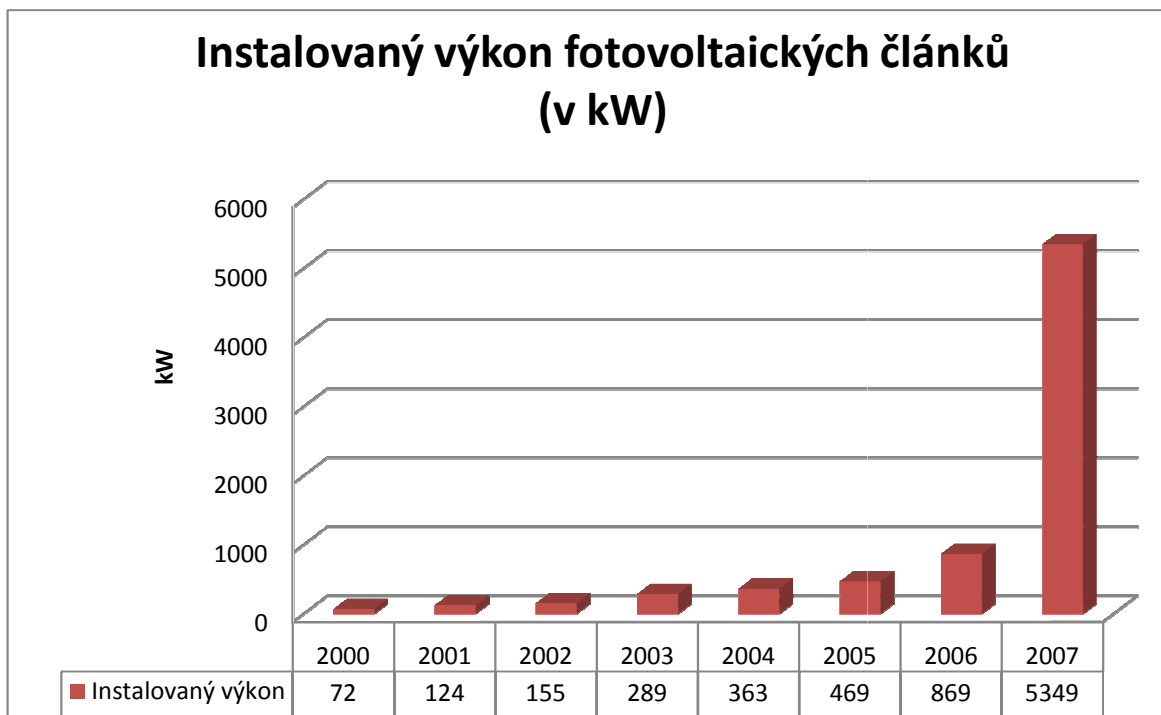
ve značném odstupu. Biologicky rozložitelná část spalování komunálních odpadů přispívá 1 848 TJ (tj. 3,8 %). Doposud malý význam má výroba tepla z bioplynu (1 065 TJ, tedy 2,2 %) a to i přes rostoucí počet zemědělských bioplynových stanic. Oproti tomu znatelně roste podíl tepelných čerpadel. Odhady hodnoty tepla prostředí využitého v tepelných čerpadlech činí 1 200 TJ (2,5 %). Zcela marginální význam mají solární kolektory, jejich podíl činí pouze 0,4 % veškerého „obnovitelného“ tepla. V roce 2007 činila celková výroba 996 493 TJ, z toho výroba z OZE byla necelých 50 015 TJ, tj. 5,02 % z celkového objemu vyrobeného tepla.

V příloze B jsou umístěny grafy znázorňující vývoj počtu provozoven a instalovaného výkonu jednotlivých obnovitelných zdrojů energie k 1. 4. 2010 v České republice.

Solární energie

V České republice jsou poměrně dobré podmínky pro využití energie slunečního záření, přestože množství sluneční energie v průběhu roku kolísá a největší množství sluneční energie dopadá v době, kdy je spotřeba tepla nejnižší. Na povrch území ČR dopadá sluneční záření s průměrnou intenzitou 800W/m^2 v závislosti na lokalitě a klimatických podmínkách. Ročně tak dopadne na naše území energie $1\,000 - 1\,250\text{ kWh/m}^2$ (průměr pro ČR činí $1\,081\text{ kWh/m}^2$) [37]. V našich podmínkách je možné využívat sluneční energii zejména k výrobě tepla.

V posledních letech dochází k stále většímu rozvoji fotovoltaiky. Uvedený graf znázorňuje instalovaný výkon fotovoltaických článků v ČR v letech 2000 – 2007 v kW.



Graf 4 Instalovaný výkon fotovoltaických článků

Biomasa

V České republice jsou podmínky pro využití biomasy příznivé. V současnosti je podle odhadů ministerstva životního prostředí využíváno přibližně 1,9 milionů tun, což představuje třetinu potenciálu zbytkové biomasy a pětinu realizovatelného potenciálu biomasy. V České republice se tady využívají zejména tyto formy biomasy: zbytková biomasa z lesnictví (např. dřevní odpad vznikající při těžbě dřeva či dřevovýrobě – větve, pařezy, piliny, štěpky, hobliny, kůra), zbytková biomasa ze zemědělství (např. obilná a řepková sláma, organické či rostlinné zbytky ze zpracovatelského průmyslu jako jsou obaly olejnatých semen, organické zbytky – chlévská mrva) a energetické plodiny I. a II. generace (I. generace - řepka a palma olejná, pšenice, kukuřice či žitovec, II. generace – topoly, vrby, energetický šťovík či proso).

Z biomasy se v roce 2007 vyrobilo 968 063 MWh elektřiny, což odpovídá asi 31,37 % z celkové výroby z obnovitelných zdrojů. Biomasa naopak vedla v roce 2007 prim v oblasti výroby tepla z obnovitelných zdrojů. Z této suroviny se vyrobilo přes 45,5 milionů GJ tepla. Z toho domácnosti vyrobily téměř 60 %.

Ve výrobě elektřiny z biomasy vidí budoucnost největší elektrárenská společnost ve střední Evropě - skupina ČEZ, která se chystá postupně zvyšovat výrobu elektřiny z tohoto

zdroje. V horizontu několika let by ČEZ chtěl z biomasy vyrobit asi 1 000 GWh elektřiny. V roce 2008 vyrobil ČEZ z biomasy necelých 327 GWh elektřiny. ČEZ ve svých elektrárnách používá především dřevní hmoty. V tentýž roce bylo spáleno v elektrárnách ČEZu více než 347 tisíc tun biomasy. Mezi nejvýznamnější elektrárny, v nichž je spalováno, patří Tisová, Poříčí, Dvůr Králové a Hodonín.

Mezi hlavní výhody biomasy lze zařadit návaznost na tradiční zemědělskou výrobu a kvalitní lesní hospodářství v ČR, zvýšení ekonomické soběstačnosti, velké množství relativně dostupných technologií, zefektivnění nakládání s odpady, údržba krajiny a zadržení vody v krajině. Mezi nevýhody lze zařadit relativně náročnou logistiku (jako je sběr, doprava, úprava, skladování a zpracování), dále lokálně udržitelné využívání biomasy. [12]

Vodní energie

V ČR nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl zcela ideální, neboť naše toky nemají potřebný spád ani dostatečné množství vody.

V období od roku 1990 doznal na území ČR rozvoj hydroenergetiky v oblasti malých vodních elektráren (tj. do výkonu 10 MW) výrazného pokroku. Došlo k významnému posunu v poměru energeticky využitých k dosud nevyužitým lokalitám.

Vodní toky na území ČR jsou řízeny celkem 5 správami a to: Povodí Labe, Povodí Vltavy, Povodí Ohře, Povodí Moravy a Povodí Odry, které vedou veškerou legislativu provozu, užívání a využívání toků v rozvodí těchto řek. Hydroenergetický potenciál je rozložen i využíván nerovnoměrně, což je způsobeno právě hydrologickými podmínkami na území republiky.

Větrná energie

Větrná energie je dalším z obnovitelných zdrojů energie, která využívá sílu větru především pro výrobu elektřiny. Česká republika má menší potenciál pro rozvoj větrné energetiky než jiné země EU. V České republice se začaly větrné elektrárny stavět v 80. a 90. letech 20. století. Růst zájmu o větrnou energetiku v tuzemsku bylo možné pozorovat zejména mezi lety 1990 – 1995. Od druhé poloviny 90. let 20. století se však tento „boom“ zastavil.

Největší větrnou farmu v České republice provozuje německá firma Ecoenerg Windkraft – jde o Kryštofovy Hamry v Krušných horách s instalovaným celkovým výkonem 42 MW (2 MW na jednu elektrárnu). Společnost ČEZ v současnosti provozuje pouze větrnou elektrárnu Mravenečník v Jeseníkách a na konci roku 2009 zprovoznil větrné elektrárny Věžnice.

Podle údajů Energetického regulačního úřadu bylo v srpnu 2008 v ČR využito pouze 133 MW větrné energie z celkového potenciálu 900 MW.

Geotermální energie

Česká republika nedisponuje ideálními podmínkami pro větší rozšíření využívání tohoto energetického zdroje.

Mezi výhody geotermální energie lze zařadit to, že jde o stabilní a dlouhodobý zdroj energie, že lze využít tuzemských zkušeností, starých důlních děl a vrtných souprav. K hlavním překážkám dalšího rozvoje patří lokální omezenost zdroje a náklady, které výrazně překračují náklady u ostatních technologií obnovitelných zdrojů energie.

3 Konstrukce větrných elektráren

Energie větru patří k nejstarším využívaným zdrojům energie. Už od dob, kdy plachty ze zvířecí kůže poháněly starověké lodě a větrné mlýny, je větrná energie nejrychleji rostoucím zdrojem na světě.

3.1 Historie větrných elektráren

Předchůdci větrných elektráren jsou beze sporu větrné mlýny. Bohužel dopátrat se kde, kdy a kdo roztočil první větrný mlýn je velice obtížné.

Nicméně v dobách těsně před Kristem si učený Heron Alexandrijský pohrával s myšlenkami na rozličné mechanismy a mezi nimi zmínil i větrný mlýn. Netrvalo dlouho a podobný funkční stroj drtil obilí kdesi v Číně a Persii. Někdy v 10. století jej Arabové přenesli do Španělska, odkud se postupně rozšiřoval po Evropě. Nejvíce využívaný byl v Nizozemí a dodnes je právě Nizozemí nazývané zemí větrných mlýnů a tulipánů. V 16. století se zde otáčely lopatky strojů o jednotkovém výkonu přes 7,5 kW. Jedná se o takové větrné mlýny, které by stačily vyrobit dostatek elektřiny pro potřeby alespoň čtyř dnešních domácností.

Na našem území první pozůstatky větrného mlýna našli archeologové ve vykopávkách Velkomoravského sídliště z 9. Století ve Starém Městě na Moravě. Faktem je, že v zahradě Strahovského kláštera v Praze stál v roce 1277 větrný mlýn, první průkazný doklad využití síly větru u nás. V témže století se na Moravě otáčely lopatky 680 mlýnů.

Mlýny se ve středověku užívaly jak k mletí obilí, tak k valchování sukna, pohonu měchů, kování železa, řezání dřeva, během průmyslové revoluce k předení, tkaní a mlácení obilí. Dále sloužily k mletí kaka, kávy, rozemílání uhlí, rudy, stavebních surovin a podobně.

Větrné mlýny se dají rozdělit do dvou typů a to na **německé** (nebo-li sloupové, moravské, beraní, kozlečí nebo také se jim říká samec) a **holandské** (také samice) **větrné mlýny**. Zatímco německý mlýn měl středový sloup, kolem něhož se celý natáčel do směru větru, u holandského typu spočívala na pevném základě věž s větrným kolem.

Dříve patřil německý typ větrného mlýna k nejrozšířenějším typům a nejčastěji se s ním ještě dnes setkáváme na Moravě a ve Slezsku. Měně je u nás zastoupený druhý typ a to holandský, který se na naše území dostal pravděpodobně z Nizozemí přes Německo

asi až v 18. století. Dnes je na území České republiky dochováno částečně 16 větrných mlýnů německého typu a 56 mlýnů holandského typu. [21]



Obrázek 7 Holandský větrný mlýn



Obrázek 8 Sloupový větrný mlýn

Zdroj: *ELEKTRO* : odborný časopis pro elektrotechniku Dostupné na http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26559

Éra větrných mlýnů trvala několik set let. Po celou dobu měly jedinou konkurenci v podobě vodního kola. Vynález parního stroje (první motor zcela nezávislý na přírodních silách) znamenal přirozený úpadek obou prvních motorů. Přesto se vývoj větrných mlýnů nezastavil, jen dočasně zůstal na okraji zájmu.

První větrnou elektrárnu v Evropě vyvinul a postavil Poul la Cour v roce 1891 v Dánsku. Konstrukci větrného motoru vylepšil v roce 1930 Francouz George J. Darreius. Jeho technologie byla převratná, ale prosadila se až v 70. letech 20. století. Od konce druhé světové války se moc lidí nezabývali získáváním energie z větru, jelikož bylo dost energie získávané z fosilních paliv. Zájem o větrnou energetiku se objevil až v 70. letech 20. století. Důvodů pro obrát k obnovitelným zdrojům energie bylo několik. Například v roce 1973 země OPEC (Organizace států vyvážejících ropu) uvalily embargo na vývoz ropy do zemí euroatlantického prostoru. Mnoho politiků si v této době uvědomilo křehkost států, jež jsou závislé na dovozu energetických zdrojů. To byl jeden ze zásadních impulsů, který přispěl k tomu, že západní společnosti začaly hlouběji přemýšlet o náhradě tradičních energetických surovin. Svoji roli zde sešla i otázka znečištění životního prostředí. Evropa začala hledat obnovitelné zdroje energie a koncem 70. let byly uvedeny do provozu první, v té době moderní, větrné elektrárny. K největším průkopníkům patřilo Dánsko a tehdejší západní Německo. [21]

3.2 Technické charakteristiky větrných elektráren

Vítr vzniká v atmosféře na základě rozdílu atmosférických tlaků jako důsledek nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu. Teplý vzduch stoupá vzhůru a na jeho místo se tlačí vzduch studený. Otáčení Země způsobuje stáčení větrných proudů, které ovlivňuje také morfologie krajiny, rostlinný pokryv či vodní plochy.

Místní *rychlost větru závisí na tvaru zemského povrchu* (terénní útvary, porost, zástavba). Rychlost se vzdáleností od moře klesá, s nadmořskou výškou roste. Mění se v čase v denních a ročních cyklech a v závislostech na meteorologické situaci. V některých lokalitách převládají větry určitého směru (např. v horských sedlech), v jiných (např. na rovinách) může být směr větru víceméně náhodný.

Výkon větrné elektrárny lze vypočítat dle vzorce

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V^3 * c_p * S$$

kde:

P ... výkon větrné elektrárny [kW]

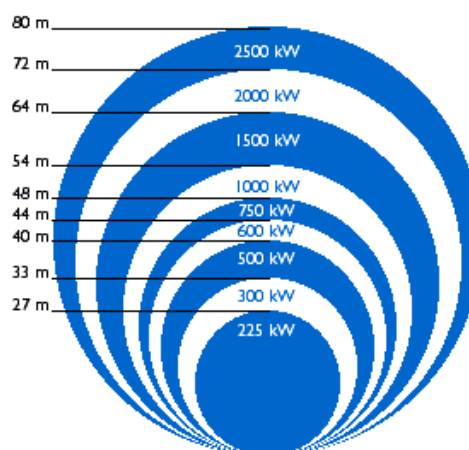
ρ ... hustota vzduchu

V ... rychlost proudění vzduchu [m/s]

C_p ... výkonový součinitel

S ... plocha rotoru [m²]

Větší vypovídací hodnotu než výpočtový vzorec má obrázek, kde jmenovitému výkonu větrné elektrárny je přiřazena průměrná (průměrná proto, že různé typy větrných elektráren mají různou účinnost a z daného průměru rotoru jsou schopny vytěžit různě vysoké výkony) velikost rotoru. [19].



Obrázek 9 Závislost jmenovitého výkonu VtE na průměru rotoru

Zdroj: ČSVE : Česká společnost pro větrnou energii.

3.2.1 Druhy a rozdělení běžných větrných elektráren

Větrné elektrárny můžeme dělit z mnoha hledisek. Nejběžnější dělení je podle aerodynamického principu a dále podle velikosti a na ní závisícím výkonu větrné elektrárny.

Dělení větrných elektráren podle:

a) výkonu větrné elektrárny

- *mikroelektrárny* – dávají napětí 12 V nebo 24 V a výkon v rozsahu 10 W až 1 kW, jsou určeny pro napájení jednotlivých zařízení a nedodávají energii do sítě.
- *malé elektrárny* – slouží k napájení velkých zařízení nebo stavení a obvykle nedodávají energii do sítě, poskytují napětí 230 V (příp. 400 V) a jejich výkon je do cca 15 kW.
- *středně velké elektrárny* – napájí několik stavení a obvykle dodávají energii do elektrické sítě, jejich výkon je do 100 kW.
- *velké elektrárny* – jsou určeny pro napájení vesnic a měst, vždy dodávají energii do sítě, poskytují vyšší napětí, někdy až řádu kilovoltů a jejich výkony dosahují stovky kW až jednotky MW.

b) aerodynamického principu

- *vztlakové s vodorovnou osou otáčení* – jedná se o nejznámější typ větrné elektrárny. Vítr obtéká lopatky s profilem podobnému letecké vrtuli. Na podobném principu pracovaly větrné mlýny nebo tak pracují větrná kola vodních čerpadel (tzv. americký větrný motor). Listy rotoru je třeba natáčet do směru převládajícího větru tak, aby bylo co nejoptimálněji dosaženo využití rovnoměrného proudění větru. Má-li být větrné kolo optimálně postaveno, nesmí v jeho blízkosti stát nic, co by bránilo proudění a toto proudění by mohlo zpomalovat. Moderní elektrárny mají obvykle tři listy, byly však vyvinuty i typy s jediným nebo se dvěma listy.
- *se svislou osou otáčení* – jsou charakteristické svislou osou otáčení a pracují na odporovém principu nebo na vztlakovém principu. Výhodou těchto elektráren je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení a tím také vyšší účinnosti. Tento typ není třeba natáčet do směru převládajícího větru. Širší uplatnění v praxi brání skutečnost, že mechanické části zařízení jsou vystaveny většímu namáhání, což značně snižuje jejich životnost. Další nevýhodou je i malá výška rotoru nad terénem. [19]

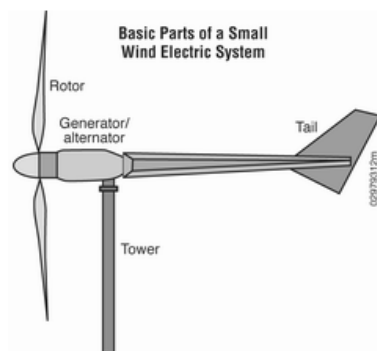
3.2.2 Provedení a funkce jednotlivých typů

Mikroelektrárna

Tyto typy větrných elektráren jsou velmi výhodné pro osobní využití nebo instalaci v malých firmách. Jsou alternativou k slunečním článkům v místech, kde je dost větrno a naopak méně svítí slunce.

Mikroelektrárny se nejčastěji využívají jako alternativní zdroj k napájení malých spotřebičů (světla, televize, ledničky) a slouží pro nabíjení akumulátorů (např. pro lodní palubní systémy nebo pro vysílačky, malá topení, počítače apod.). Mikroelektrárny s malým výkonem (cca 100 W) se používají také k napájení osvětlení reklamních panelů podél dálnic, dopravních značek, měřičů teploty hodin apod.

Větrné mikroelektrárny se skládají ze čtyř hlavních mechanických částí: rotoru s listy, generátoru nebo alternátoru, stabilizačního a natáčecího ocasu a upevňovacího podstavce/tyče a tří elektrických částí: řídicí jednotky, invertorů a akumulátorů/baterií, což ukazuje následující obrázek. [17]



Obrázek 10 Popis jednotlivých částí mikroelektrárny

Zdroj: *BESTWEB VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY*. Dostupné na:
http://www.vetrneelektrarny.bestweb.cz/info_ve_princip.html

Malé elektrárny

Malé větrné elektrárny již poskytují výkony i mnoho jednotek kW, což již na spotřebu velké chaty nebo běžného, dobře zatepleného rodinného domku stačí. Například výkon od 1 kW již plně postačuje na čerpání vody ze studně a její rozvod do kohoutků v objektu. Z pohledu konstrukce mohou vypadat různě. Zatímco malé elektrárny s výkonem okolo 1 až 5 kW mohou vypadat jako „větší“ mikroelektrárny, konstrukce pro výkony nad 10 kW již někdy vypadají jako zmenšeniny těch středních a velkých. Tyto elektrárny mají gondolu vybavenou převodovkou, brzdou a generátorem připojené přes hřídel na rotor vrtule s listy. Vše je připevněno na sloupu, kterým vedou výkonové a signálové kabely.

Střední a velké elektrárny

Jedná se o elektrárny větších výkonů, které jsou určeny k dodávce elektřiny do veřejné rozvodné sítě. Většina elektráren má konstantní otáčky. Některé typy mají i dvě rychlosti otáčení, případně proměnné otáčky podle aktuální rychlosti větru.

Většina elektráren má průměr rotoru 40 – 80 m a věž o výšce více než 80 m. Staví se i elektrárny mnohem vyšší. V roce 2002 bylo instalováno jedno takové zařízení o úctyhodných rozměrech u německého Magdeburku. Délka listu je 52 m, věž má výšku 120 m a generátor této elektrárny má výkon 4,5 MW. Podobné projekty mají za cíl snížit náklady na výrobu energie a maximálně využít vhodnou lokalitu. Ze stejného důvodu se na příhodných místech větrné elektrárny sdružují a vytvářejí skupiny obvykle o pěti až třiceti elektráren, tzv. větrné farmy či větrné parky.

Struktura střední a velké větrné elektrárny je velmi podobná, rozdíl je ve velikosti jednotlivých mechanických částí a v provedení gondoly (resp. strojovny). Velké elektrárny mají dutý tubus věže se schody či výtahem, aby byl umožněn přístup do strojovny elektrárny pro případ potřeby oprav a údržby. [14]

3.2.3 Princip a konstrukce větrné elektrárny

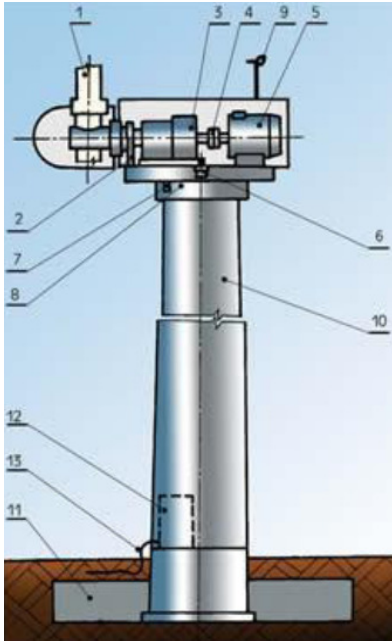
Princip větrné elektrárny

Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína umístěná na stožáru energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie (na podobném principu turbogenerátoru pracuje jak vodní či jaderná elektrárna). Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly. Listy musejí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídel letadla. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem s třetí mocninou. Je proto třeba zajistit efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny. Obsluha větrné elektrárny je automatická.

Konstrukce větrné elektrárny

V současné době se konstrukce větrné elektrárny ustálila na klasickém řešení tj. s vodorovnou osou rotace a obvykle třílistým rotorem.

Větrnou elektrárnu tvoří:



- 1 – rotor s rotorovou hlaví
- 2 – brzda rotoru
- 3 – planetová převodovka
- 4 - spojka
- 5 - generátor
- 6 – servo-ohon natáčení strojovny
- 7 – brzda točny strojovny
- 8 – ložisko točny strojovny
- 9 – čidla rychlosti a směru větru
- 10 – několikadílnná věž elektrárny
- 11 – betonový armovaný základ elektrárny
- 12 – elektrorozvaděče silnoproudého a řídicího obvodu
- 13 – elektrická přípojka

Obrázek 11 Konstrukce větrné elektrárny

Zdroj: Obnovitelné zdroje energie EkoWATT (1997)

Rotor je (svou hlavou) nasazen na hřídel, která převádí výkon (odebíraný rotorem větru) prostřednictvím převodové skříně buď na jediný generátor (může mít dva výkonové stupně) nebo na dvojici generátorů. Rotory dělíme na:

- **rotory s horizontální osou rotace:**

- *vrtule* – je rychloběžný typ větrného motoru s počtem listů od jednoho do čtyř. Moderní elektrárny mají obvykle tři listy, byly však vyvinuty i typy s jedním nebo dvěma listy. Při stejném průměru rotoru v podstatě platí nepřímá závislost počtu listů a frekvence otáčení, což znamená, že čím více listů, tím jsou pomalejší otáčky.
- *lopatkové kolo* – je pomaloběžný větrný motor. Používá se pro výrobu elektrické energie a hlavně k čerpání vody. Počet lopatek se pohybuje od dvanácti do dvaceti čtyř, může jich být i méně. Běžný průměr kola je 5 až 8 m.

- **rotory s vertikální osou rotace:**

- *Darrieuův rotor* – skládá se z dvou nebo více listů, které rotují kolem vertikální osy. Používá se pro výrobu stejnoměrného i střídavého proudu.
- *Savoniův rotor* – skládá se ze dvou ploch půlválců, kterou jsou vzájemně předsazeny. Používá se pro výrobu stejnosměrného proudu a k čerpání vody.

Převodovka zvyšuje mírně rychlost otáček a převádí krouticí moment na nízkootáčkový generátor.

Generátor slouží k přeměně kinetické energie větru na elektrickou energii. Dělí se na:

- stejnosměrné – používají se pro mikroelektrárny, které produkují stejnosměrné napětí 12 nebo 24 V.
- asynchronní – produkují střídavý proud napětí a jsou připojitelné k síti. Jsou využívány u malých a středních elektráren připojených do sítě.
- synchronní – elektrárny vybavené těmito generátory mohou pracovat i nezávisle na energii dodávané z rozvodné sítě, proto se používají jako záložní zdroj elektrické energie v případě přerušování dodávek. Jsou vhodné pro střední a velké elektrárny.

Generátor, převodová skříň (s brzdou) a hřídel (s hlavou rotoru) jsou umístěny v kryté gondole, otočné podle svislé osy.

Možnosti využití

Dříve byla využívána přeměna energie větru spíše na mechanickou práci (větrné mlýny), což se dnes už téměř v Evropě nevyužívá. V současné době se z větru získává zejména elektřina. Velká zařízení dodávají elektřinu do sítě, drobná zařízení slouží pro zásobování odlehlých objektů nepřipojených k síti, malé větrné elektrárny se používají ale také i na lodích pro dobíjení baterií apod.

Systémy větrných elektráren se dělí na autonomní systémy (tj. nezávislé na rozvodné síti) a systémy připojené k síti. První zmíněný systém slouží objektům, které nemají možnost se připojit k rozvodné síti. Zde se obvykle používají mikroelektrárny. Tyto systémy bývají doplněny fotovoltaickými panely pro léto, kdy je méně větru, ale více sluníčka. Naopak systémy dodávající energii do rozvodné sítě jsou nejrozšířenější

a používají se v oblastech s velkým větrným potenciálem a slouží téměř výhradně pro komerční výrobu elektřiny. [36]

3.3 Dopad větrných elektráren na životní prostředí

Větrné elektrárny patří ke kontroverznějším zdrojům elektřiny. Všeobecně je známo, že žádná technologie výroby elektrické energie není zcela bez záporných ekologických vlivů. Ovšem výroba energie pomocí větrných elektráren vyvolává minimální negativní vlivy na životní prostředí.

Provozem větrných elektráren nevznikají škodlivé emise ani nebezpečný odpad. Nevyžadují pro svůj provoz vodu, tudíž ji nemůžou znečišťovat. Využíváním větrných elektráren se nevyčerpávají přírodní zdroje, nezpůsobují škody na životním prostředí. Jakmile jsou uvedeny do provozu, dosavadní aktivity v oblasti jako je zemědělství či turistika mohou pokračovat, vzhledem k faktu, že větrná elektrárna zabírá relativně malou plochu. Větrné elektrárny ovšem díky své velikosti vytváří v krajině nové industriální dominanty. Jejich vliv na krajinný ráz a přírodu mají nesrovnatelně menší dopad, než jiné zdroje energie.

Výstavba větrných elektráren ve vztahu ke krajině

Na začátku je nutná úprava terénu pro příjezd těžkých mechanismů nezbytných k výstavbě elektrárny. Úprava terénu je jen na krátkou dobu, po skončení stavby se terén uvede do původního stavu, avšak stopy po těžkých mechanismech zůstanou. Z povrchu země vystupuje pouze věnec na upevnění tubusu. Stavba je relativně krátká, trvá do dvou měsíců. Po ukončení provozu proběhne demontáž větrné elektrárny, která trvá v rozmezí 1 až 2 dnů. Při stavbě elektráren musí být respektován zákon o ochraně přírody a krajiny. Výstavba elektráren nemůže probíhat v národních parcích, v přírodních rezervacích, v chráněných krajinných oblastech první zóny a v blízkosti národních památek. Shodou okolností se na území ČR většinou plochy chráněných krajinných oblastí ztotožňují s oblastmi vysokého větrného potenciálu (zhruba 60 – 70 %).

Hluk vydávaný větrnými elektrárnami

Při provozu větrné elektrárny vznikají **dva druhy hluku**. Jde o **hluk mechanický**, jehož zdrojem je strojovna. Jedná se o zvuk, který až na malé odchylky je ustálený. Druhý druh je **aerodynamický hluk**, který vzniká interakcí proudícího vzduchu s povrchem listů

rotoru a uvolňováním vzdušných vírů za hranou listů. Tento zvuk je snižován modernějšími konstrukcemi listů vrtule.

Hluk se šíří v závislosti na směru a rychlosti proudění vzduchu, na tvaru zemského povrchu nebo na existenci překážek pro šíření hluku.

Hygienické normy v ČR (resp. Nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví) stanovují jedny z nejprísnejších limitů v Evropě. To je důvod, proč jsou elektrárny stavěny v dostatečném odstupu od objektů bydlení (podle situace 500 – 1 000 m). Například v Německu se uplatňuje doporučení větrnou elektrárnu stavět více než 300 m od samostatného domu a více než 500 m od okraje skupiny domů jako je obec, město apod.

Větrné elektrárny a ptactvo, rostliny a zvířata

Provoz větrných elektráren provázají jak živé diskuze, tak v některých případech i spory s ochránci ptactva. Tyto diskuze jsou většinou pouze na úrovni spekulativní.

Jak v České republice, tak v zahraničí lze nalézt určitý počet výzkumných pozorování chování tažných ptáků u větrných farem. Lze konstatovat, že tyto viditelné překážky, kterými větrné elektrárny jsou, ptáci buď oblétaávají či nadlétaávají. Ze zahraničních statistik vyplývá, že průměrný počet kolizí ptáků na kilometrovém pásu větrných elektráren odpovídá počtu ptáků zabitých střetem s automobily na kilometrovém úseku frekventované silnice a je mnohem menší než počet nehod ptáků připadající na kilometr elektrického vedení.

Větrné elektrárny a krajina

Developeři větrných elektráren musí při výběru lokalit brát v úvahu potenciální dopady na krajinný ráz, který patří mezi nejcitlivější hlediska při umísťování větrných elektráren do krajiny. Toto hodnocení má subjektivní charakter, pro nějž nelze určit jednoznačný postup.

Stoprocentně větrné elektrárny na vysokých tubusech či větrné farmy naruší vzhled krajiny, v nichž se neschovají a budou v některých případech i z dálky viditelné jako „symboly čisté energie“. Na druhou stranu, ale větrné elektrárny nenaruší krajinný ráz více než třeba vysokonapěťová vedení, tovární komíny, paneláková sídliště či jiná technická zařízení pro lidi nezbytná. Jsou lokality, kde je jejich stavba prakticky vyloučena – chráněná území a lesy, dále cenné krajiny. Proto je vždy nutné důkladně zvážit, jestli je míra ovlivnění krajiny akceptovatelná ve srovnání s vyrobenou energií, či nikoliv.

Větrné elektrárny a produkce škodlivin – ochrana klimatu

Výroba elektřiny z fosilních paliv – přibližně 67 % celosvětových dodávek – je proces, při kterém vznikají emise zhoršující kvalitu klimatu. Například oxid uhličitý je skleníkový plyn nejvíce zodpovědný za katastrofické změny zemského klimatu, které již začínají být pozorovány po celém světě.

Větrné elektrárny během svého provozu nezpůsobují žádné emise a jen velmi málo jich způsobují během ostatních stádií svého životního cyklu. Větrné elektrárně trvá jen 3 – 7 měsíců, aby vyprodukovala stejné množství energie, které se spotřebuje při její výrobě, instalaci, údržbě a odstranění přibližně po 20 letech provozu.

Vedle redukce CO₂ větrná energie zabraňuje emisím toxických chemikálií (jako je rtuť), vytvářením látek znečišťujících vzduch (oxidy dusíku způsobující smog, oxid siřičitý způsobující kyselé deště a nebezpečný polétavý prach). Dopady těchto škodlivin na lidské zdraví zahrnuje riziko srdečních onemocnění, astma a jiné nemoci dýchacích cest.

Větrná energie nevede k žádnému radioaktivnímu odpadu ani ke znečištění vody. Nevyčerpává přírodní zdroje ani nezpůsobuje škody na životním prostředí při jejich těžbě, dopravě a nakládání s odpady. [37]

4 Realizace větrných elektráren

Každý stát na zemi má jiné přírodní a geografické podmínky, které ovlivňují možnosti využití větrné energie. Nejlépe jsou na tom země, které mohou pro instalaci větrných elektráren využít mořské pobřeží.

4.1 Realizace větrných elektráren ve světě

Vývoj moderní větrné energetiky ve světě je sledován především podle instalovaného výkonu větrných elektráren v jednotlivých zemích. Ten v posledních 10 letech nepřetržitě stoupá. Nainstalovaný výkon na konci roku 2007 činil ve všech větrných elektrárnách na světě téměř 94 GW, v roce 2008 stoupl výkon jednotlivých zařízení o více než 27 GW, čímž celkový světový výkon činil více než 120 GW. Mezi klíčové oblasti, které jsou spojeny s rozvojem větrné energetiky lze zařadit Severní Ameriku, Evropu a Asii. Přičemž podíl nově instalovaných větrných elektráren je rovnoměrně rozdělen mezi nimi.

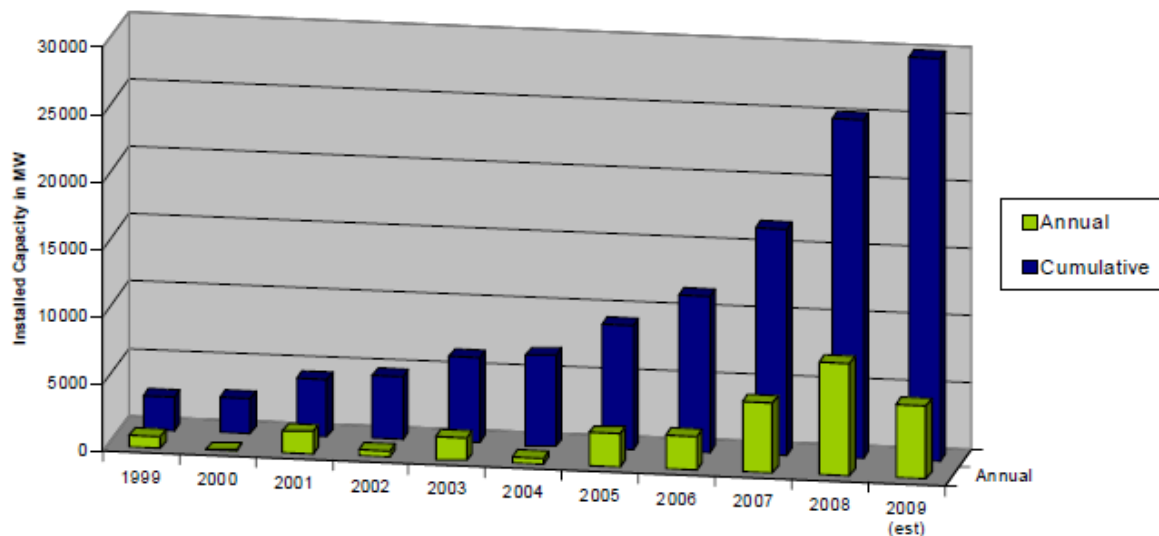
Celosvětový trh s větrnou elektřinou podle údajů GWEC roku 2009 navzdory ekonomické krizi vzrostl asi o 31 %. Třetina nových turbín byla nainstalována v Číně, kde tím pádem vzrostla výroba větrné energie o 13 GW. Až na pomyslnou druhou příčku dosáhla Evropa s 10,5 GW. Na třetí pomyslné příčce skončily Spojené státy americké s 9,9 GW.

Využívání větrné energetiky může přinést nezbytné snížení emisí CO₂, kdy skleníkový efekt bude klesat a tím by se mohlo zabránit nebezpečným klimatickým změnám. Větrná energetika vytváří i řadu nových pracovních míst. Dnes více než 400 000 lidí na světě pracuje v tomto odvětví a toto číslo se pravděpodobně bude zvyšovat, neboť rozvoj větrné energetiky bude určitě nadále stoupat.

4.1.1 Severní Amerika

Spojené státy americké

Spojené státy se staly v roce 2008 jedničkou na trhu, z hlediska jak nově instalovaného výkonu, tak z hlediska celkové kapacity větrné energie. Tedy na konci roku 2008 dosáhly Spojené státy celkového instalovaného výkonu něco mála přes 25 GW (jen pro představu je to 166x více než se vyrobí v ČR). Vytvořily 35 000 nových pracovních míst, čímž celkový počet zaměstnaných v této oblasti dosáhl ve Spojených státech 85 000.



Obrázek 12 Roční a kumulativní instalovaný výkon v USA

Zdroj: The American Wind Energy Association (2010)

V první polovině roku 2009 tvořili obnovitelné zdroje v USA 11,1 % z celkové výroby elektrické energie. Nejvíce energie z obnovitelných zdrojů (až 31 %) se dosud vyrábělo ve státě Kalifornie. Přibližně 19 % z 11,1 % připadalo na vodní elektrárny a 12 % produkovaly geotermální a větrné elektrárny.

Největším dodavatelem větrné energie v USA je Texas, druhá Iowa a třetí, již zmíněný stát, je Kalifornie. Během roku 2008 tyto tři státy vyprodukovaly více než 12 GW elektřiny z 25 GW.

Do října roku 2009 byla největším dodavatelem větrné energie v USA větrná farma Horse Hollow v Texasu s instalovaným výkonem 735,5 MW. Tato větrná farma se rozkládá na pozemku o rozloze 192 km² a najdeme na ní celkem 421 větrných turbín (z toho je 291 větrníků o instalovaném výkonu 1,5 MW a 130 o výkonu 2,3 MW). 1. října roku 2009 byla spuštěna větrná farma jménem Roscoe, která se pyšní obdivuhodným instalovaným výkonem 781,5 MW a tento výkon přeskočil výkon ve větrné farmě Horse Hollow. Takže můžeme říci, že větrná farma Roscoe se stala na konci roku 2009 oprávněně největším dodavatelem větrné energie v USA. Větrníky farmy Roscoe se tyčí na pozemku o rozloze 400 km², najdeme zde celkem 627 větrných turbín, ze kterých může čerpat energii až 230 000 domácností. Majitelem této farmy je elektrárenská společnost E.ON, která do výstavby investovala 1 mld. dolarů.

V roce 2006 se stal Texas největším poskytovatelem větrné energie v USA o celkovém instalovaném výkonu 2 400 MW. Tento trend si udržel dodnes, přičemž se tato

hodnota během tří let zvýšila na úctyhodných 8 335 MW. V plánu jsou však další projekty, některé z nich jsou již ve výstavbě, a tím by se v několika letech kapacita větrných elektráren v USA měla zvýšit na dvojnásobek. V Tabulce 9 můžete vidět 10 největších farem ve Spojených státech.

Tabulka 8 Největší větrné farmy ve Spojených státech

Stát	Větrná farma	Instalovaný výkon [MW]
Texas	Roscoe	781
Indiana	Flower Ridge	750
Texas	Sherbino	750
Texas	Horse Hollow	736
Kalifornie	Tehachpi Pass	690
Texas	Capricorn Ridge	662
Kalifornie	San Gorgonio Pass	619
Kalifornie	Altamont Pass	606
Texas	Sweetwater	585
Texas	Buffalo Gap	523

Zdroj: SCHUHOVÁ, Tereza. *Nazeleno.cz*.

Další obří větrné parky by se měly vystavět v nejbližších letech v USA. Do roku 2013 by se tak mohly dočkat další 3 miliony domácností energie z větrných farem. Následující tabulka ukazuje 5 největších plánovaných větrných farem v USA.

Tabulka 9 Největší plánované farmy v USA

Stát	Větrná farma	Instalovaný výkon [MW]
Jižní Dakota	Titan Wind Project	5 050
Kalifornie	Tehachapi (Renewal Project)	4 500
Texas	Pampa Wind Project	4 000
Nebraska	Banner County	2 000
Oregon	Shepherds Flat	909

Zdroj: SCHUHOVÁ, Tereza. *Nazeleno.cz*.

Největší připravovaný projekt nazvaný Titan by měl mít instalovanou kapacitu 5 050 MW a stavět by se měl v Jižní Dakotě. Druhým největším plánovaným projektem, ale již z části postaveným, je větrný park Tehachapi v Kalifornii, který momentálně využívá kapacity 690 MW. Po rozšíření bude jeho kapacita více než šestinásobná. Pampa Wind Project, jak nazývá společnost Mesa Power svůj dosud nevybudovaný větrný park, by měl stát do roku 2014 a jeho instalovaný výkon by měl pětinásobně převýšit nedávno spuštěný park Roscoe. Předpokládá se, že by jeho kapacita mohla dosahovat 4 000 MW, což pokryje spotřebu energie pro 1,5 milionu domácností. Stavět se má ve čtyřech etapách a začít by se mělo v roce 2010 na pozemcích Texasu. Rozloha tohoto větrného parku by měla činit přibližně 1 600 km².

Energie z větrných elektráren v současnosti pokryje spotřebu energie zhruba osmi milionů domácností ve Spojených státech. Pro životní prostředí to znamená obrovskou úlevu. Každoročně v USA vytvoří přibližně o 52 % milionu tun emisí oxidu uhličitého méně. [13]

Dosažení výroby 20 % celkové elektrické energie z větru předpokládá v USA do roku 2030 scénář Contribution to U.S. Electricity Supply, který v roce 2008 představila AmericanWind Energy Association. Dokument potvrzuje využitelnost ale i komerční vyspělost větrné energie. Do roku 2018 se předpokládá instalace 16 tis. MW, zbylá kapacita k dosažení 20 % hranice se předpokládá během dalších 12 let. Náklady na celý scénář by měly být jen o 2 % vyšší než náklady na pořízení srovnatelných zdrojů elektrické energie se stejným instalovaným výkonem. Dodaná energie z větrných elektráren bude mít podle studie stejný efekt jako odstranění 140 mil. automobilů z amerických dálnic. [16], [25]



Obrázek 13 Mohavská poušť v USA a jedna z největších větrných farem



Obrázek 14 Větrný park v USA

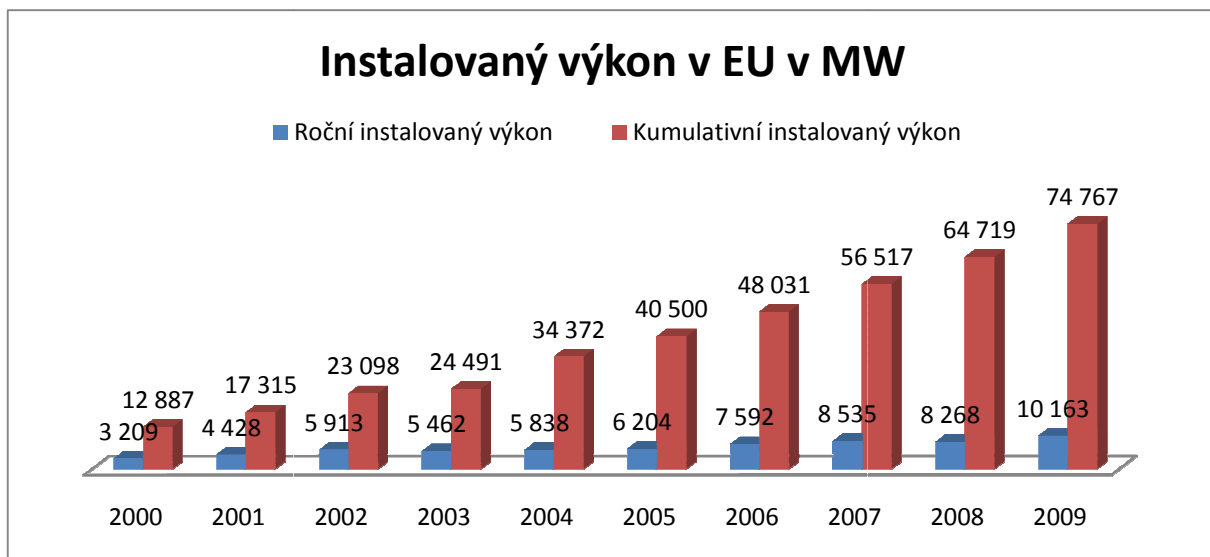
Kanada

Kanada na konci roku 2008 překonala výkon 2 GW a tím instalovaný výkon dosáhl čísla 2,4 GW. Dnes v Kanadě vyrábějí větrné elektrárny elektřinu ve výši 1 % z celkové kanadské poptávky po elektřině. V roce 2009 Kanada nainstalovala celkem 10 nových větrných elektráren, které představují výkon 526 MW (tj. 0,526 GW).

Největší větrná farma v zemi se rozkládá poblíž města Shelburne v Ontariu, která má výrobní kapacitu 199,5 MW. Celkem se zde nachází 133 větrných turbín a o vybudování se postarala společnost Canadian Hydro. [25]

4.1.2 Evropa

Přestože byla v Evropě pouze jedna třetina nově instalovaných kapacit větrných elektráren v roce 2008 z celosvětového instalovaného výkonu, můžeme říci, že evropský trh s větrnou energetikou neustále roste. Větrná energie je dnes nejrychleji se rozvíjejícím technologií výroby energie v EU.



Graf 5 Instalovaný výkon v EU v MW

Zdroj: THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION (EWEA)

Statistiky Evropské asociace větrné energie (EWEA) uvádějí, že větrná energie se v EU stává zdrojem číslo jedna. Během roku 2008 bylo na území EU vybudováno tolik větrných elektráren, že představovaly 43 % nově vybudovaných zdrojů elektrické energie. Vítr tak výrazně předběhl ostatní zdroje. V průměru bylo každý den roku 2008 instalováno 20 větrných turbín. Větrná energie se podílí na celkové výrobě elektřiny v EU už zhruba 4,2 %. Nejvíce elektráren v roce 2008 postavilo Německo (1 665 MW, celkový instalovaný výkon byl téměř 24 000 MW), v závěsu za ním bylo Španělsko. Odvětví se rychle rozvíjelo také v Itálii, Francii a Velké Británii.

Během roku 2009 byly nově nainstalovaná větrná elektrárny o výkonu 10 526 MW v celé Evropě, v členských zemích Evropské Unie byla z celkového výkonu nainstalována zařízení o výkonu 10 163 MW, kdy tvořila výše instalovaného výkonu 9 581 MW pro pevninské větrné elektrárny a 582 MW pro elektrárny mořské. Meziroční nárůst činil 23 % v porovnání s rokem 2008. Investice do větrných farem v EU v roce 2009 činily přibližně 13 mld. euro, včetně 1,5 mld. euro do větrných elektráren instalovaných v moři.

Pokud jde o roční instalaci větrných elektráren v porovnání jednotlivých zemí, tak Španělsko přiskočilo Německu a stalo se lídrem v této oblasti, neboť nainstalovalo zařízení o výkonu 2 459 MW oproti Německu, které se může pyšnit instalovaným výkonem 1 917 MW. Třetí, čtvrté a páté místo obsadili Itálie (1 114 MW), Francie (1 088 MW) a Velká Británie (1 077 MW). [10]

Tabulka 10 Instalovaný výkon v jednotlivých zemích Evropy

Stát	Instalovaný výkon [MW]		
	2008	Během r. 2009	Celkový výkon na konci r. 2009
Rakousko	995	0	995
Belgie	415	149	563
Bulharsko	120	57	177
Česká republika	150	44	192
Dánsko	3 163	334	3 465
Estonsko	78	64	142
Finsko	143	4	146
Francie	3 404	1 088	4 492
Německo	23 903	1 917	25 777
Řecko	985	102	1 087
Maďarsko	127	74	201
Irsko	1 027	233	1 260
Itálie	3 736	1 114	4 850
Lotyšsko	27	2	28
Litva	54	37	91
Lucembursko	35	0	35
Nizozemsko	2 225	39	2 229
Polsko	544	181	725
Portugalsko	2 862	673	3 535
Rumunsko	11	3	14
Slovensko	3	0	3
Španělsko	16 689	2 459	19 149
Švédsko	1 048	512	1 560
Velká Británie	2 974	1 077	4 051
Chorvatsko	18	10	28
Turecko	458	343	801
Norsko	429	2	431
Švýcarsko	14	4	18
Faerské ostrovy	4	0	4
Ukrajina	90	4	94
Rusko	9	0	9
Celkem	65 741	10 526	76 152

Zdroj: The American Wind Energy Association (EWEA)

Celkový instalovaný výkon v Evropě v roce 2009 dosáhl 76 152 MW.

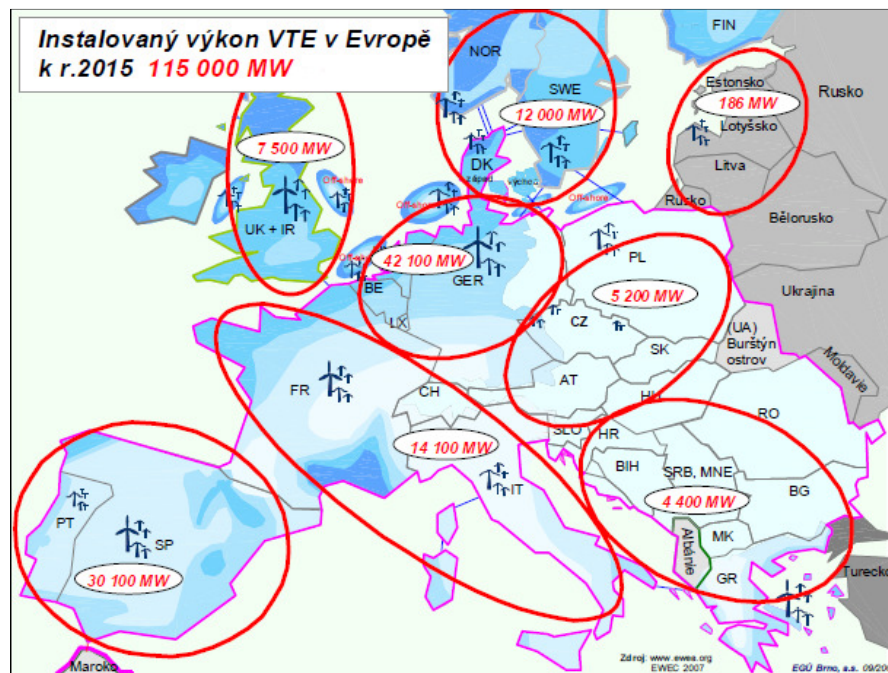
V Evropě se předpokládá pokračování výrazného nárůstu objemu větrných elektráren. Následující obrázek ukazuje velikost instalovaného výkonu větrných elektráren v jednotlivých regionech geografických uskupení zemí Evropy očekávané v roce 2015. K tomuto časovému horizontu se předpokládá, že celkový instalovaný výkon větrných elektráren v Evropě dosáhne přibližně 115 000 MW. Největší rozvoj větrných elektráren bude pokračovat v Německu, ale také v dalších evropských zemích se očekává značný nárůst výkonu v nových

větrných parcích s tím, že velká část nových větrných elektráren bude stavěna v mořských pobřežních oblastech.

Vzhledem k podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie trvale pokračuje další výstavba nových větrných parků, a to prakticky ve všech zemích EU. Jeden ze scénářů rozvoje větrných elektráren v Evropě, předložený Evropskou asociací pro větrnou energii (EWEA), předpokládá postupný nárůst celkového instalovaného výkonu větrných elektráren v zemích EU na hodnoty:

- 75 000 MW do roku 2010 (z toho 3 500 MW v mořských pobřežních oblastech)
- 180 000 MW do roku 2020 (z toho 35 000 MW v mořských pobřežních oblastech)
- 300 000 MW do roku 2030 (z toho 120 000 MW v mořských pobřežních oblastech).

Naplnění tohoto nárůstu bude vyžadovat další obrovské investice do infrastruktury.



Obrázek 15 Očekávaný instalovaný výkon v jednotlivých regionech Evropy

Zdroj: THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION (EWEA)

4.1.3 Asie

Pro Asii jsou poslední dva roky charakteristické razantním nástupem Číny. Poměrně tradiční větrná velmoc Indie si udržuje stabilní nárůst.

Čína

V roce 2008 Čína zdvojnásobila svůj instalovaný výkon přidáním asi 6,3 GW a dosáhla tak celkového výkonu 12,2 GW. Rok 2009 byl již pátým v řadě, kdy Čína zdvojnásobila své kapacity větrné energie. Dostala se tak do skupiny deseti největších světových trhů s větrnou elektřinou. Minulý rok tato asijská mocnost předešla v celkové kapacitě svých větrných turbín Španělsko. Dostala se tak na třetí příčku za USA a Německo.

Přepokládá se, že čínský trh s větrnou energií neustále poroste. V reakci na finanční krizi čínská vláda určila jako jednu z klíčových oblastí hospodářského růstu právě rozvoj větrné energie.

Na závěr uvádím dvě tabulky, kde jsou uvedeny země s největší celkovou instalovanou kapacitou a s největší novou instalovanou kapacitou v roce 2008.

Tabulka 11 Celková instalovaná kapacita

Pořadí	Stát	Instal. kapacita MW	%
1	USA	25 170	20,8
2	Německo	23 903	19,8
3	Španělsko	16 754	13,9
4	Čína	12 210	10,1
5	Indie	9 645	8,0
6	Itálie	3 736	3,1
7	Francie	3 404	2,8
8	Velká Británie	3 241	2,7
9	Dánsko	3 180	2,6
10	Portugalsko	2 862	2,4
Zbytek zemí		16 686	13,8
Celkem z „top 10“		104 104	86,2
Světová kapacita celkem		120 791	100

Zdroj: The Global Wind Energy Council

Tabulka 12 Nová instalovaná kapacita

Pořadí	Stát	Instalovaná kapacita MW	%
1	USA	8 358	31
2	Čína	6 300	23
3	Indie	1 800	7
4	Německo	1 665	6
5	Španělsko	1 609	6
6	Itálie	1 010	4
7	Francie	950	4
8	Velká Británie	838	3
9	Portugalsko	712	3
10	Kanada	523	2
Zbytek zemí		3 293	12
Celkem z „top 10“		23 763	88
Světová kapacita celkem		27 056	100

4.2 Větrná energetika na území ČR do současnosti a pohled do budoucnosti

Ačkoli má Česká republika menší potenciál pro rozvoj větrné energetiky než jiné země, začaly se zde větrné elektrárny stavět již v 80. a 90. letech 20. století. K prvním podnikům, který začal vyrábět větrné elektrárny v ČR, patřily frýdecko-místecké Mostárny, jejichž tým konstruktérů připravil technologicky výrobu větrných elektráren s výkonem 75 kW. Bylo vyrobeno několik kusů, z nichž jeden, stále jako nefunkční, přežívá v Božím Daru v Krušných horách. Postupně se přešlo k výrobě větrných elektráren s výkonem 315 kW.

Rozvoj větrné energetiky na území České republiky probíhal ve dvou fázích. První fáze lze datovat od roku 1990 do 1995. Od druhé poloviny 90. let 20. století se však tento „boom“ zastavil. Do konce roku 1995 bylo nainstalováno 24 větrných elektráren (s výkonem vyšším než 50 kW) s celkovým okamžitým výkonem 8 220 kW. Po roce 1995 následovala léta stagnace větrné energetiky v České republice. Důvodem stagnace byly špatně připravené projekty s nedostatečným průzkumem větrných podmínek v lokalitách instalací, dále průtahy v majetkoprávních vztazích, nevyjasněné případně nevýhodné podmínky pro připojení elektráren k rozvodné síti a konečně technické a provozní problémy u tuzemských jednotek (29 % ze všech 24 elektráren patřilo do skupiny s nevyhovující nebo s vysoce poruchovou technologií, 21 % těchto zařízení bylo vybudováno v lokalitách s nedostatečnou zásobou větrné energie). Technické a provozní problémy byly způsobeny nedostatkem finančních prostředků u vývojového zázemí, firmy nemohly zajistit etapu zkušebního provozu, proto jejich výrobky vykazovaly značnou poruchovost.

Spouštěcím impulsem druhé etapy rozvoje větrné energetiky na našem území byl cenový výměr, který stanovil Energetický regulační úřad v listopadu 2001 pro rok 2002 výkupní cenu elektřiny vyrobenou z větru na úroveň 3 Kč/kWh. Tato výkupní cena se udržela ještě pro rok 2003, následně byla snižována až na úroveň 2,46 Kč/kWh pro rok 2006. Reakce na novou výkupní cenu se projevila v reálné výstavbě větrných elektráren s určitým časovým zpožděním, které je podmíněno délkou přípravy projektu a dobou schvalovacích řízení. V průměru toto období trvá kolem dvou let. Z uvedeného důvodu masivnější výstavby větrných elektráren začala až v roce 2004. V následující tabulce je uveden vývoj větrné energetiky v České republice od roku 1990. [30]

Tabulka 13 Rozvoj větrné energetiky na území ČR od roku 1990

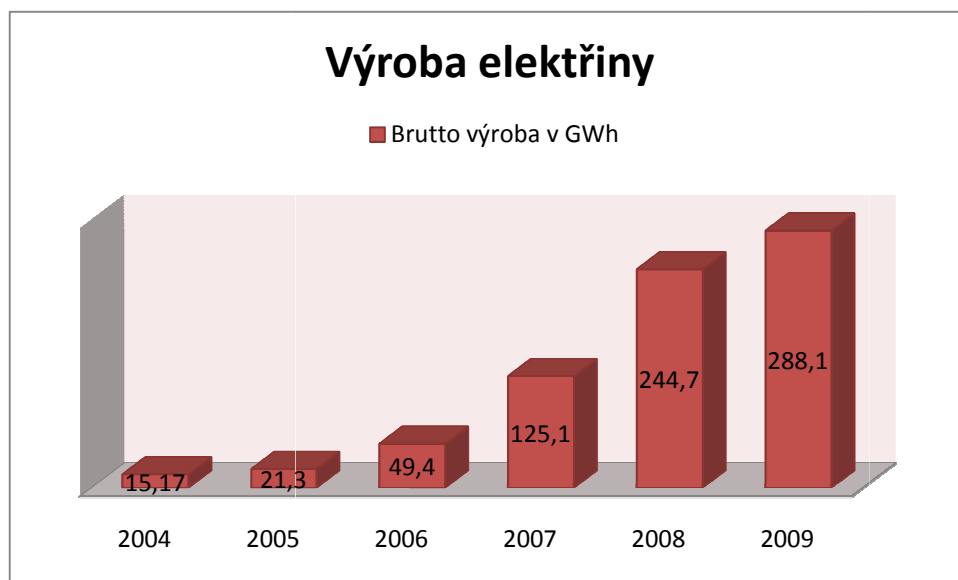
Rok		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	2002	2003	2004	2005	2006
Nově instalováno	Počet	1	0	2	4	10	7	1	1	3	13	14	20
	kW	150	0	150	1165	4170	1915	630	100	2700	7400	12865	27385
Celkem instalováno	Počet	1	1	3	7	17	24	25	17	20	33	47	67
	kW	150	150	300	1465	5635	7550	8180	6635	9335	16735	29600	56985

Zdroj: Tzbinfo: technická zařízení budov [online].

V závěru roku 2006 bylo na 67 větrných elektrárnách na území Česka instalováno celkem 56 985 kW výkonu.

Data zveřejněná Energetickým regulačním úřadem za rok 2007 byla mimořádně příznivá pro výrobce elektřiny z větrných elektráren. Podle informací ERÚ bylo koncem roku v České republice nainstalováno 113 800 kW elektrického výkonu ve větrných elektrárnách. Výroba elektřiny z větru stoupla na více než 125 000 MWh, což je meziroční nárůst o 150 % a pokryla v přepočtu spotřebu 36 tisíc domácností. I přes rychlý nárůst tvoří stále však jen nepatrný zlomek tuzemských zdrojů elektřiny.

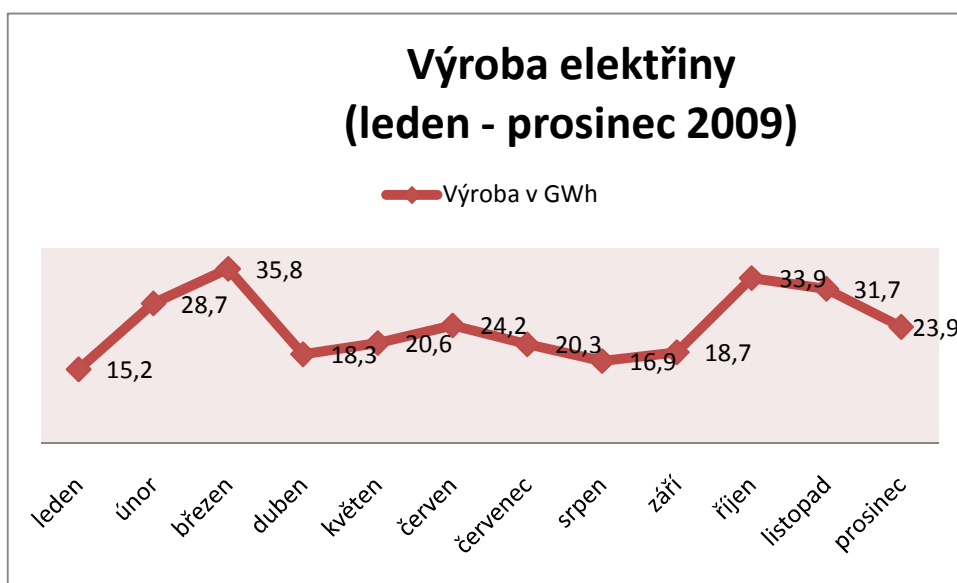
Výroba elektřiny z větru v roce 2008 vzrostla o 95 % oproti roku 2007. Z větru se v roce 2008 vyrobilo 245 000 MWh elektřiny. Toto množství by již pokrylo spotřebu 170 tisíc lidí.



Graf 6 Výroba elektřiny (brutto) v GWh

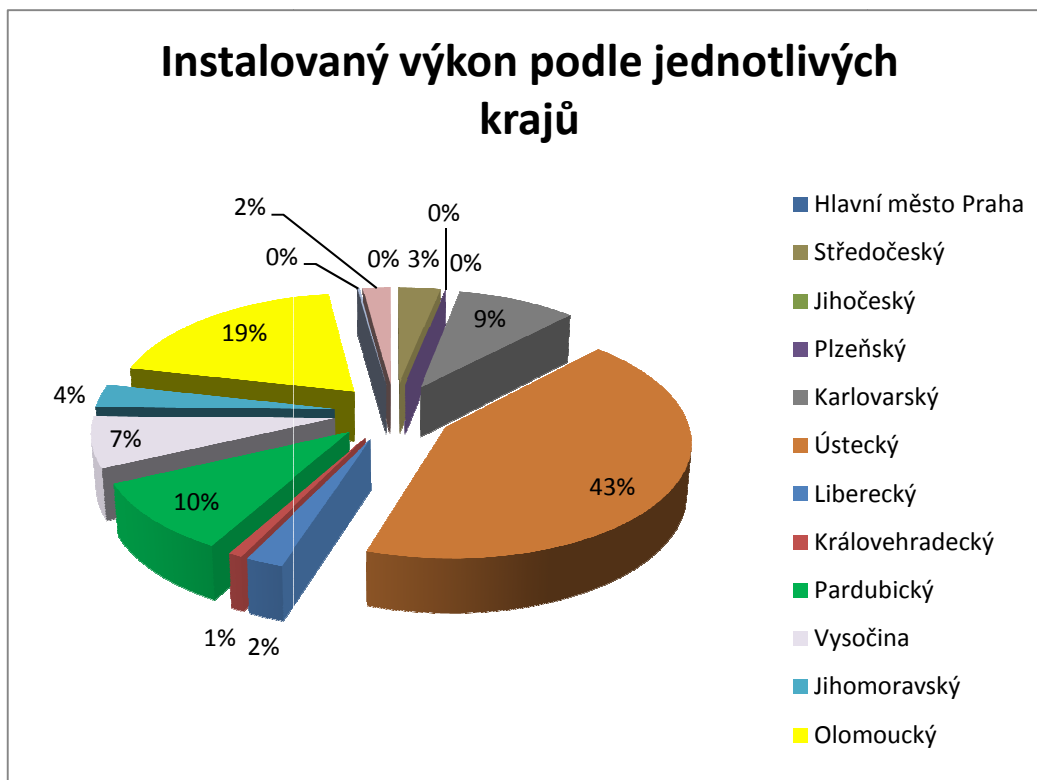
Zdroj: Energetický regulační úřad

Rekordem skončil uplynulý rok v tuzemské větrné energetice. Naznačují to výsledky za uplynulý rok vydané Energetickým regulačním úřadem. Větrné turbíny dodaly za tuto dobu do sítě 286,9 GWh elektřiny (netto výroba) a instalovaný výkon dosáhl 193,20 MW. Tato produkce znamenala pokrytí roční spotřeby 259 tisíc lidí. Obrazně řečeno by šlo např. o dodávku elektřiny pro všechny obyvatele Plzně a Pardubic dohromady. Nejvíce elektřiny získané z větru bylo vyrobeno v říjnu naopak nejméně v lednu, což ukazuje následující graf.



Graf 7 Výroba elektřiny v GWh od ledna do prosince 2009

Na dalším grafu je znázorněno, jak se na celkovém instalovaném výkonu podílejí jednotlivé kraje. Graf ukazuje, že největší množství nainstalovaného výkonu se nachází v Ústeckém kraji (43 %), Olomouckém kraji (19 %) a třetí místo obsadil kraj Pardubický. V příloze C je uvedena tabulka s měsíční výrobou a výkonem větrných elektráren podle krajů.



Graf 8 Instalovaný výkon

V přístupových rozhovorech s EU se ČR zavázala plnit indikativní cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. A proto vítr spolu s ostatními obnovitelnými zdroji energie v České republice by měl být rozvíjen jako důležitá část energetického mixu. Jelikož v roce 2020 mají obnovitelné zdroje u nás vyrábět 13 % energie z primárních zdrojů. [28]

4.2.1 Větrné elektrárny v provozu

V současné době se větrné elektrárny nacházejí na více než padesáti lokalitách v České republice a točí se přes stovku vrtulí. V této podkapitole uvádím největší větrné farmy na území České republiky a jejich bližší charakteristiku. Dále se tu dočtete o větrné elektrárně s největším jednotkovým výkonem v ČR. V příloze D je uvedena tabulka všech instalací větrných elektráren k 31. 12. 2009.

Kryštofovy Hamry – Měděnec

Největší větrná farma na území České republiky, Kryštofovy Hamry, jsou umístěné na území Krušných hor v nadmořské výšce 830 m. n. m. Tato farma je osazena 21 větrníky, každý o jmenovitém výkonu 2 MW, výška stožáru je 78 m, průměr rotoru je 82 m. Instalovaný výkon celého parku je tedy 42 MW. Větrníky jsou vysoké téměř 80 m.

Výstavba větrné farmy byla dokončena roku 2007 a ještě téhož roku byla zkušebně připojena do distribuční sítě.

Provozovatelem je německá společnost Ecoenerg Windkraft GmbH & Co. [20]



Obrázek 16 Kryštofovy Hamra

Větrný park Horní Loděnice – Lipina

Tento větrný park patří se svými 9 větrnými elektrárnami o jednotkovém výkonu 2 MW v evropském měřítku mezi menší park. Přesto jde v současnosti o největší zrealizovaný projekt na území Moravy a druhý největší projekt v České republice. Celkový instalovaný výkon větrné farmy činí 18 MW.

Projekt větrného parku se začal připravovat v roce 2003. Koncem roku 2004 bylo podáno oznámení záměru EIA (posuzování vlivu záměru na životní prostředí) a celý proces EIA byl ukončen v březnu 2006. Následovaly změny územních plánů, územní a stavební řízení, které byly ukončeny na konci roku 2007. Dalším krokem byly stavební práce na budování infrastruktury i práce na základech samotných elektráren, trafostanici a na kabelové trase. Vlastní zkušební provoz byl zahájen v červenci 2009. Provozovatelem Větrného parku Horní Loděnice – Lipina je firma Větrná energie HL s.r.o.

Pro projekt byla zvolena technologie dánské firmy Vetas (typy V 90-2MW o průměru rotoru 90 m a výšce osy rotoru 105 m). Předpokládaná roční výroba celého parku je na úrovni přibližně 43 GWh elektrické energie, což je rovno spotřebě 12 300 českých domácností. [32]

Věrná elektrárna PCHERY

Projekt větrné elektrárny Pchery je se svými 3 MW jednotkového instalovaného výkonu největší doposud instalovanou větrnou elektrárnou v České republice. Jsou to první větrné elektrárny instalované ve středních Čechách a to pouhých 20 km od letiště Praha – Ruzyně. Pchery zahrnuje 2 větrné elektrárny. Celkový instalovaný výkon větrných elektráren Pchery je 6 MW.

Pro pohon turbíny jsou použity rotory s průměrem 100 m, které nabízí finská firma WinWind jako jeden z mála výrobců. Osa rotoru elektrárny je ve výšce 88 m. Rotor s listy má průměr 100 m. Větrná elektrárna tak dosahuje výšky téměř 140 m. Obě elektrárny by měly vyrábět ročně celkem zhruba 11 – 13 GWh. Tolik elektřiny by mohlo pokrýt roční spotřebu až 5 tisíc domácností.

Majitelem i provozovatelem elektráren je společnost VTE Pchery s.r.o.[31]

4.2.2 Pohled do budoucnosti v ČR

Budoucnost ve větrné energii vidí česká elektrárenská společnost ČEZ, která se chystá do větrných elektráren do roku 2020 investovat 20 mld. Kč. ČEZ v současné době provozuje pouze dva větrné parky a to Věžnice a Janov (zbylé zdroje byly odstaveny). Tyto dva větrné parky na území České republiky byly postaveny minulý rok.

Cílem v oblasti větrné energie společnosti ČEZ je do roku 2012 dosáhnout hranice 100 MW instalovaných ve větrných elektrárnách a do roku 2020 celkem 500 MW. Větrný park o celkovém výkonu 32 – 48 MW chce v Tavíkovcích a Čermákovcích na Znojemsku postavit společnosti ČEZ Obnovitelné zdroj. Projekt zahrnuje 16 větrných elektráren s jednotkovým výkonem 2 – 3 MW. Park by mohl stát v průběhu roku 2011. Mezi další velké projekty patří plánovaný větrný park u Stříbra (13 strojů, 26 – 39 MW) či park Dlouhé pole (33 strojů, 66 MW) a nově Blížkovice (5 strojů). Celkově jde o 60 strojů s instalovaným výkonem 120 – 160 MW (podle typu strojů). První větrné elektrárny by mohly být v provozu v roce 2011. [8]

5 Ekonomické zhodnocení větrných elektráren Věžnice

5.1 ČEZ Obnovitelné zdroje, a.s.

ČEZ Obnovitelné zdroje je součástí Skupiny ČEZ a vyrábí stoprocentně čistou a ekologickou energii. Na trhu společnost působí od srpna roku 2005. V tomto roce společnost integrovala všechny zdroje bývalé společnosti Východočeské energetiky, a.s.

Její výrobní portfolio se skládá z průtočných vodních elektráren, které jsou převážně instalovány s výkonem do 10 MW. Elektrárny lze najít například na Labi, Divoké Orlici, Berounce, Chrudimce, Moravě a Svatce. Tyto vodní elektrárny vyrobily v loňském roce téměř 214 milionů kWh elektřiny. Nově byly na konci roku 2009 zařazeny mezi provozované zdroje také větrné a fotovoltaické elektrárny.

Ve svých záměrech počítá ČEZ Obnovitelné zdroje zejména s využitím slunce, větru, biomasy a bioplynu. Dlouhodobou vizí společnosti je zaujmout významnou pozici ve využívání obnovitelných zdrojů v České republice a podílet se na rozvoji využití obnovitelných zdrojů i v mezinárodním měřítku.

V příloze E je uveden úplný výpis z obchodního rejstříku společnosti.

5.2 Věžnice

V lokalitě mezi Polnou a Přibyslaví u obce Věžnice v kraji Vysočina v nadmořské výšce přesahující 500 metrů byl na konci roku 2009 zahájen provoz dvou moderních větrných elektráren. Tato oblast disponuje příznivými větrnými podmínkami, rychlost větru zde dosahuje ve 100 metrové výšce průměru 6-7 m/s a má v tuzemských podmínkách zřejmě nejlepší předpoklady pro výrobu elektřiny z větru.

Větrné elektrárny byly vybudovány po zdárném splnění veškerých náležitostí včetně testů, zkušebního provozu a obdržení licence k výrobě elektrické energie od Energetického regulačního úřadu (licence viz příloha F). Projekt byl připravován na pozemcích soukromých majitelů obce Věžnice od roku 2004 a původně počítal s osmičkou strojů. Samotný povolovací proces trval tři roky a provázela jej i další zdržení obvyklá v podmínkách českého prostředí. Společnost ČEZ Obnovitelné zdroje následně celý projekt se stavebním povolením od obce odkoupila a dotáhla do úspěšného konce.

Stroje provozuje už zmíněná společnost ČEZ Obnovitelné zdroje a měly by vyprodukovat až 9 milionů kWh elektrické energie a pokrýt tak spotřebu téměř 3 tisíc domácností.

Generálním dodavatelem projektu byla společnost ŠKODA PRAHA Invest. Technologii obou strojů o jednotkovém instalovaném výkonu 2MW dodala německá společnost REpower Systems.

Technické parametry větrných elektráren Věžnice

Počet větrných elektráren:	2 ks
Výrobce:	REpower Systems AG
Typ VTE:	REpower MM92
Jmenovitý výkon:	2,05 MW (2 050 kW)
Celkový výkon:	4,1 MW
Průměr rotoru:	92 m
Výška tubusu	80 m
Celková výška:	126,3 m
Průměr paty věže:	4,3 m
Celková hmotnost:	254,8 t
Průměrná rychlost ve výšce rotoru:	6,1 m/s
Regulace výkonu:	Pitch, aktivní regulace otáček změnou úhlu náběhu rotorových listů
Pracovní otáčky rotoru:	7 – 16 ot/min
Generátor:	asynchronní 900 – 1800 ot/min
Nadmořská výška:	510 m
Plánová roční výroba:	9 755 MWh
Doba výstavby:	září – prosinec 2009 (zemní práce, montáž, seřizování, předprovozní zkoušky)
Uvedení do provozu:	12/2009

5.3 Investiční a provozní náklady

U větrných elektráren platí, že s velikostí instalovaného výkonu klesají měrné investiční náklady. **Investiční náklady** lze rozdělit na dodávku technologie, stavební práce a elektro práce. Do dodávky technologie se zařazuje doprava a montáž větrné elektrárny. Stavební práce zahrnují vybudování základů, přístupové komunikace a jeřábové plochy. A poslední zmíněné elektro práce zahrnují přípojky, transformátory a kiosky.

Celkové investiční náklady na větrnou elektrárnu Věžnice byly o velikosti **168 500 000 Kč** a zahrnují v sobě náklady na technologii, dopravu, montáž VTE, projekt, stavební práce (základy, komunikace, jeřábová plocha, vyvedení výkonu, trafostanice), prováděcí dokumentace, věcná břemena (kabel, komunikace), připojovací poplatek.

Provozní náklady zahrnují pojištění, příspěvky obcím, nájem pozemků, servis, údržbu a monitoring od dodavatele technologie, spotřebu energie, režie, IT.

Celkové provozní náklady byly vyčísleny za rok ve výši **4 300 000 Kč**.

Údaje o velikosti jak provozních tak investičních nákladů byly zjištěny u odpovědné osoby ze společnosti ČEZ Obnovitelé zdroje, a.s.

5.4 Výkupní cena elektřiny

Výkupní ceny elektřiny dodávané z větrných elektráren jsou různé a jejich výše se liší podle roku, v němž byla elektrárna vybudována. Výkupní ceny elektřiny, které každoročně stanovuje Energetický regulační úřad, mají domácnosti i podnikatelé motivovat k investicím do obnovitelných zdrojů energie. Platí zde pravidlo, že pro dříve postavené elektrárny se v následujícím roce výkupní cena elektřiny zvyšuje o inflaci. Garantovaná výkupní cena větrné energie se neustále snižuje, což znamená, že se prodlužuje návratnosti investice.

Tabulka 14 Výkupní ceny elektřiny

2008		2009		2010	
Elektrárna uvedená do provozu po	Výkupní cena elektřiny (Kč/kWh)	Elektrárna uvedená do provozu po	Výkupní cena elektřiny (Kč/kWh)	Elektrárna uvedená do provozu po	Výkupní cena elektřiny (Kč/kWh)
				1. 1. 2010	2,230
		1. 1. 2009	2,340	1. 1. 2009	2,390
1. 1. 2008	2,460	1. 1. 2008	2,550	1. 1. 2008	2,610
1. 1. 2007	2,520	1. 1. 2007	2,620	1. 1. 2007	2,680
1. 1. 2006	2,570	1. 1. 2006	2,670	1. 1. 2006	2,730
1. 1. 2005	2,820	1. 1. 2005	2,930	1. 1. 2005	2,990

Zdroj: Energetický regulační úřad

Celkové tržby za vyrobenou elektřinu u Větrných elektráren Věžnice:

Roční plánovaná výroba = 9 755 MWh (měsíční plánovaná výroba = 812,91

MWh) tj. 9 755 000 kWh (resp. měsíční plánovaná výroba = 812 910 kWh)

Celkové tržby pro roky 2009 a 2010:

r. 2009 (do provozu uvedena 12/2009): $812\,910 \times 2,340 = 1\,902\,209,40 \text{ Kč}$

r. 2010: $9\,755\,000 \times 2,390 = 23\,314\,450 \text{ Kč}$

5.5 Ekonomický propočet větrné farmy

Zájemci o provozování jakéhokoliv obnovitelného zdroje v našich podmínkách si nejdříve musejí spočítat hospodárnost provozu. Výsledek ukáže návratnost vynaložené investice. Výpočty se liší podle toho, jde-li o úvěrování celého projektu nebo o financování projektu vlastním kapitálem.

Větrné elektrárny Věžnice byly financovány vlastním kapitálem. Při financování vlastním kapitálem je dobré zjistit, zda není výhodnější raději finance uložit v bance, než investovat. Jinými slovy – podnik musí vydělat více, než by vydělaly úroky v bance. Kdyby tomu tak nebylo, je lepší finanční prostředky uložit a inkasovat úroky. Jedná se tedy o výpočet ušlého zisku, který reprezentuje tzv. oportunitní náklady (náklady ušlé příležitosti). Investor očekává, že výnosy z jeho investice tento náklad převýší. [6]

Pro tuto jednoduchou ekonomickou úvahu je vhodné zvětšit finanční prostředky o částku, kterou by vynesly úroky.

Výpočet musí potvrdit návratnost investice, včetně peněz z předpokládaného výnosu úroků a zisku.

K této úvaze lze použít vztahy:

$$R_v = \frac{(Q - 1) * Q^{T_u} * N}{(Q^{T_u} - 1)}$$
$$Q = 1 + \frac{U_s}{100}$$

kde:

R_v ... roční výnos z úroků, včetně základu z vkladu rozpočítaného na dobu

T_u (Kč/rok)

N ... výše investice (Kč)

T_u ... doba předpokládaného uložení peněz (rok)

U_s ... úroková sazba (%)

Předpoklad: Úroková sazba bude zvolena ve výši 3 % p.a, doba životnosti větrné elektrárny je určena na 20 let (doba účetních odpisů) a doba uložení peněz bude 20 let.

$$Q = 1 + \frac{3}{100} = 1,03$$

$$R_v = \frac{(1,03 - 1) * 1,03^{20} * 168\,500\,000}{(1,03^{20} - 1)} = \mathbf{11\,325\,847\,Kč/rok}$$

Roční výnos z úroků za daných předpokladů by činil **11 325 847 Kč**. (=roční náklad ušlé příležitosti)

Celková skutečná výše investic N_c pro případ financování vlastním kapitálem je:

$$N_c = T_u * R_v + N_p * D_z$$

kde:

N_p ... roční provozní náklady (Kč)

D_z ... doba ekonomické životnosti zařízení (rok) – doba odepisování investice

$$N_c = 20 * 11\,325\,847 + 4\,300\,000 * 20 = \mathbf{312\,516\,940\,Kč}$$

Celkové náklady pro případ financování vlastním kapitálem jsou ve výši **312 516 940 Kč**.

Cena vyrobené energie C_e :

$$C_e = \frac{N_c}{D_z * V_e}$$

kde:

C_e ... cena energie vyrobené obnovitelným zdrojem (Kč/kWh)

V_e ... množství vyrobené energie za rok (kWh)

$$C_e = \frac{312\,516\,940}{20 * 9\,755\,000} = \mathbf{1,602\,Kč}$$

Roční hrubý zisk Z_h :

$$Z_h = V_e * (C_v - C_e)$$

kde:

Z_h ... hrubý zisk (Kč)

C_v ... výkupní cena energie (Kč/kWh)

$$Z_h = 9\,755\,000 * (2,34 - 1,602) = \mathbf{7\,199\,190\,Kč}$$

Za předpokladu úrokové sazby ve výši 3 % p.a. a uložení peněz na dobu 20 let by činily roční náklady ušlé příležitosti 11 325 847 Kč. Náklady ušlé příležitosti porovnáme s ročním hrubým ziskem, jež činí 7 199 190 Kč. V této situaci by bylo pro společnost

výhodnější investované peněžní prostředky vložit na spořicí účet k bance, jelikož by na nich vyděla více peněz než vydělá ve srovnání s ročním hrubým ziskem.

Na druhou stranu roční hrubý zisk vychází kladný, což je pro investora příznivý výsledek, který říká, že se investice vyplatí a může se přejít k dalšímu výpočtu, a to k výpočtu ročního hospodaření, který ukáže, jak bude hospodaření vypadat v praxi. [6]

Roční hospodaření

a) Tržby (T_r)

Tržby představují veškeré peníze plynoucí za vyrobenou energii. Jejich výše se vypočítá podle vzorce:

$$T_r = V_e * C_v$$

kde:

C_v ... výkupní cena energie (Kč/kWh)

V_e ... množství vyrobené energie za rok (kWh)

$$T_r = 2,340 * 9\,755\,000 = \mathbf{22\,826\,700\,Kč}$$

b) Provozní náklady (N_p)

Pod pojmem roční provozní náklady je zahrnuta reжіe, opravy, revize a případné další pravidelné platby. Tyto náklady uvádí výrobce zařízení a zbylé se musí spočítat nebo odhadnout.

Celkové roční provozní náklady jsou ve výši **4 300 000 Kč**.

c) Odpisy (O)

Odpisy (Kč) jsou roční náklady na amortizaci zařízení. Daňové odpisy se určují podle platného předpisu resp. zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, který říká, že jednotlivé komponenty (jako je věž, generátor, měnič napětí, rozvaděč, vedení) je třeba zatřídit do odpisových skupin, jelikož jsou považovány za samostatné movité věci. Tedy odpisování strojní a stavební části jsou různé a zákon tedy určuje jak odpisovou sazbu, tak délku odpisování. Bohužel nebylo možné sehnat pořizovací cenu jednotlivých strojních a stavebních částí, tak pro zjednodušení vypočítáme účetní odpisy pro větrnou elektrárnu jako celek, u nichž si účetní jednotka musí určit dobu odpisování. Deklarovaná doba životnosti větrné elektrárny je 20 let (=doba odpisování).

Pro výpočet odpisů platí vztah:

$$O = \frac{IN}{l}$$

kde:

IN ... investiční náklady na odepisované zařízení (Kč)

l ... počet let odpisování (rok)

$$O = \frac{168\,500\,000}{20} = \mathbf{8\,425\,000\,Kč}$$

d) Zisk (Z)

Pod pojmem zisk rozumíme hrubý zisk, vypočítaný podle vztahu

$$Z = T_r - N_p - O = 22\,826\,700 - 4\,300\,000 - 8\,425\,000 = \mathbf{10\,101\,700\,Kč}$$

Doba návratnosti investice

Jako každá investice, je i tato investice je více či méně rizikovou záležitostí. Před započítáním projektu by si měl investor uvědomit, že investice do energie větru resp. větrné elektrárny není krátkodobou záležitostí a návratnost je u dobrých projektů v řádu desetiletí.

Tedy doba návratnosti investice vyjadřuje počet let, za kterou se peněžní příjmy plynoucí z investice vyrovnají počátečním kapitálovým výdajům na investici.

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{\text{Investiční náklady}}{(\text{Hrubý zisk} + \text{odpisy})}$$

$$\begin{aligned} \text{Doba návratnosti větrné farmy} &= \frac{168\,500\,000}{(10\,101\,700 + 8\,425\,000)} \\ &= \mathbf{9,095\,let\ (tj.\ 9\,let\ 35\,dnů)} \end{aligned}$$

Doba návratnosti větrné farmy vyšla něco málo přes 9 let. Mohu tedy konstatovat, že je to dobrý projekt, neboť počet let je do řádu jednoho desetiletí.

Výnosnost investice (ROI)

$$r_i = \frac{T_r - N_p}{IN}$$

kde:

T_r... roční výnosy (tržby)

N_p...provozní náklady

IN ... investiční náklady

$$r_i = \frac{22\,826\,700 - 4\,300\,000}{168\,500\,000} = 0,11 \text{ tj. } 11 \%$$

Míra výnosnosti je 11 %. Investorovi by se vyplatilo uložit peníze někde na spořicí účet, pouze v případě, že by zhodnocení na tomto účtu bylo vyšší než 11 %.

Čistá současná hodnota (NPV)

Vyjadřuje hodnotu všech současných peněžních toků (zpravidla výdajů) a všech budoucích peněžních toků (zpravidla příjmů) s tím, že každý budoucí peněžní tok je přepočítán na jeho současnou hodnotu pomocí specifické tzv. diskontní úrokové sazby.

Abych zjistila budoucí peněžní toky, musím znát výkupní cenu elektřiny. Výkupní ceny se stanovují pro jednotlivé roky vždy v předchozím roce a platí zde pravidlo, že pro dříve postavené elektrárny se v následujícím roce výkupní cena elektřiny zvyšuje o inflaci. Proto není možné určit, jak se budou vyvíjet ceny v dalších letech. Abych mohla vypočítat čistou současnou hodnotu, potřebuju tedy vědět aspoň přibližně výkupní ceny za dobu životnosti větrné elektrárny. Z tohoto důvodu jsem si vypočítala průměrné procento růstu výkupních cen, které vyšlo 2,586 a o toto procento budu zvyšovat ceny, až se dostanu do roku, kdy životnost větrné elektrárny skončí (resp. do roku garantované životnosti větrné elektrárny, tedy do 20 roku).

Tabulka 15 Výkupní ceny pro větrnou elektrárnu postavenou v r. 2005

Rok	2006	2007	Vzrůst oproti předchozímu roku	2008	Vzrůst oproti předchozímu roku	2009	Vzrůst oproti předchozímu roku	2010	Vzrůst oproti předchozímu roku
Výkupní cena pro r. 2005	2,700	2,750	1,852%	2,820	2,545 %	2,930	3,9 %	2,990	2,048 %

Zdroj: ERÚ

Průměrná procento růstu výkupních cen: 2,586 %.

Tabulka 16 Výkupní cena v jednotlivých letech

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
VC	2,34	2,39	2,45	2,51	2,57	2,63	2,69	2,76	2,83	2,9
Rok	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
VC	2,97	3,05	3,13	3,21	3,29	3,38	3,47	3,56	3,65	3,74

Čistá současná hodnota se počítá podle vztahu:

$$NPV (\text{ČSH}) = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^n} - \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1+r)^n}$$

Jelikož v případě větrných elektráren byly výdaje jednorázové, tak se čistá současná hodnota vypočítá podle vztahu:

$$NPV (\text{ČSH}) = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^n} - V$$

Kde:

P_i ... příjmy v jednotlivých letech

V ... jednorázové výdaje

r ...roční požadovaná výnosnost

n ... počet let

Když vyjde NPV větší než nula, což znamená, že výsledek bude kladný a říká, že projekt se doporučuje k realizaci, v opačném případě se projekt k realizaci nedoporučuje.

Předpoklad: Roční požadovaná výnosnost je 11 %. Roční plánovaná výroba elektřiny je 9 755 000 kWh.

Tabulka 17 Příjmy a čistá současná hodnota pro jednotlivé roky (pomocná tabulka)

	Rok	Výkupní cena	Příjmy	$\frac{P_i}{(1+r)^n}$		Rok	Výkupní cena	Příjmy	$\frac{P_i}{(1+r)^n}$
1	2009	2,34	22 826 700	20 564 595	11	2019	2,97	28 972 350	9 192 443
2	2010	2,39	23 314 450	18 922 531	12	2020	3,05	29 752 750	8 504 551
3	2011	2,45	23 899 750	17 475 291	13	2021	3,13	30 533 150	7 862 721
4	2012	2,51	24 485 050	16 129 061	14	2022	3,21	31 313 550	7 264 582
5	2013	2,57	25 070 350	14 878 033	15	2023	3,29	32 093 950	6 707 775
6	2014	2,63	25 655 650	13 716 558	16	2024	3,38	32 971 900	6 208 352
7	2015	2,69	26 240 950	12 639 174	17	2025	3,47	33 849 850	5 742 039
8	2016	2,76	26 923 800	11 682 950	18	2026	3,56	34 727 800	5 307 178
9	2017	2,83	27 606 650	10 792 123	19	2027	3,65	35 605 750	4 902 116
10	2018	2,9	28 289 500	9 963 123	20	2028	3,74	36 483 700	4 525 216

$$\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^n} = 320 529 821$$

$$NPV = 320 529 821 - 168 500 000 = \mathbf{152 029 821 \text{ Kč}}$$

Čistá současná hodnota vyšla kladná, proto kdyby byl projekt připravován, tak by se doporučil k realizaci.

6 Souhrnné zhodnocení větrných elektráren

Každý z nás by se měl zamyslet nad energetickou situací, která je v dnešní době. Celosvětová spotřeba energie vzrůstá závratným tempem a zásoby neobnovitelných zdrojů se rychle tenčí. Proto se dostává do popředí otázka obnovitelných zdrojů energie. Jsou skutečně obnovitelné zdroje energie písni budoucnosti?

Ano, s jistotou mohou tvrdit, že obnovitelné zdroje nemůžou nikdy vytěsnit tradiční zdroje energie, ale mohou se stát jejich významným doplňkem. Kdyby se podíl obnovitelných zdrojů na výrobě energie zvýšil, zlepšilo by se v první řadě životní prostředí. Snížily by se emise skleníkových plynů a škodlivin, které znečišťují ovzduší, způsobují kyselé deště a smog. Negativně působí na lidské zdraví. Dalším důvodem pro podporu obnovitelných zdrojů je snížení energetické závislosti jednotlivých zemí, které jsou na dovozu tradičních zdrojů závislé a jejichž výpadek by mohl přinést katastrofické následky. Této závislosti si je moc dobře vědoma Evropská unie a snaží se ze všech sil podporovat alternativní zdroje. Jelikož je Česká republika členem Evropské unie, tak se v přístupových pohovorech zavázala k zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na celkové výrobě energie. V ČR se nejvíce používá výroba energie z biomasy, dále vodních elektráren a v posledních letech roste počet projektů zaměřující na větrné a solární elektrárny. Právě tato práce je zaměřena na větrné elektrárny. Vyplatí se investorům investovat do výstavby větrných elektráren, jsou ekonomicky efektivní a jak vláda podporuje větrné elektrárny? Jaké negativa a pozitiva s sebou nese výstavba větrných elektráren?

Větrné elektrárny jsou hitem posledních let. A to nejen u nás, ale v celém světě. Hlavní příčinou byly rostoucí ceny fosilních paliv a jejich patrný dopad na přírodu a stále dokonalejší technologie větrných elektráren. Vedle geografického rozšíření provází rozmach i angažovanost dalších společností původně stojících mimo obor. Do větrných elektráren začaly masivně investovat velké energetické společnosti (např. Španělské Iberdrola, v ČR se o to pokouší ČEZ, RWE atd.). Vstup těchto velkých hráčů na „větrný“ trh přinesl nezbytné prostředky a významně přispěl k růstu odvětví. V mnoha zemích se na rozvoji výrazně podílejí různé druhy státních podpor obnovitelných zdrojů. V České republice bylo zásadním impulsem přijetí zákona č. 180/2005 Sb., o obnovitelných zdrojích energie a tím stanovení výkupní ceny, která je garantována na dobu 15 let od uvedení elektrárny do provozu. Výsledkem je vytvoření dlouhodobě stabilního a atraktivního prostředí pro podnikání v oblasti výroby ekologické energie.

Větrná energetika má řadu svých odpůrců, ale i příznivců. Hlavním argumentem většiny odpůrců je, že větrníky mají vliv na vzhled krajiny. Ano, větrníky se po výstavbě stávají dominantními prvky v krajině, ale na druhou stranu zabírají mnohem méně místa než například solární elektrárny, které zabírají hospodářskou půdu, jenž by lidé mohli využít mnohem efektivněji. Tedy půdu v bezprostřední blízkosti stožárů větrných elektráren lze bez potíží a obav dále obdělávat. Další překážkou se mohou stát pro investory obce či kraje, které musejí přesvědčovat o výhodnosti jednotlivých projektů. Argumentují hlavně vlivem větrníků na již zmíněný vzhled krajiny, nízkou efektivitu i údajným negativním vlivem na lidi i zvířata. Dále obce či kraje mají obavy, že výstavbou větrných elektráren ztratí kouzlo pro turisty. Já se domnívám, že pro většinu lidí z naší země nejsou větrníky tak obvyklé a určitě nebudou mít velký vliv na rozhodnutí, zda se do daného místa turista rozjede podívat nebo radši dá přednost jinému místu bez větrné elektrárny. Troufnu si i tvrdit, že větrné elektrárny se mohou stát i turistickou atrakcí. Pro většinu obcí, které souhlasí s výstavbou větrné elektrárny, je velká motivace pravidelný poplatek do obecního rozpočtu, který jim platí provozovatelé.

Když shrnu pozitiva a negativa větrných elektráren. Větrné elektrárny neprodukují emise, nevytvářejí odpady a nespotřebovávají přírodní zdroje či suroviny. Jednotlivá zařízení zabírají minimální plochu zemědělské půdy. K problémům patří hluk, který větrné věže vydávají. Kromě hluku se mohou objevit i vibrace, které mohou vést až ke vzniku prasklin ve zdech. Obří elektrárny zcela změň ráz krajiny a lidé se bojí, že klesnou ceny nemovitostí v blízkosti větrných elektráren.

Pro investory jsou větrné elektrárny spjaty s nemalou počáteční finanční investicí. Ale jak zde bylo řečeno, u každého alternativního zdroje jsou garantovány výkupní ceny elektřiny, které zajišťují investorům budoucí příjem. Bohužel v posledních letech tato výkupní cena neustále klesá, čímž se zvyšuje doba návratnosti. Dále se investoři potýkají s velmi obtížnými podmínkami pro vznik větrné elektrárny. Vzhledem k nízké míře kooperace zejména krajských zastoupení se celková doba od vzniku záměrů po roztočení vrtule pohybuje mezi pěti až sedmi lety. Jsou stížnost na neprůhledné a diskriminační podmínky výstavby větrných elektráren. Bylo by zapotřebí, aby povolovací řízení, které předchází výstavbě větrných elektráren, byla zjednodušena, zkrácena a podmínky výstavby byly skutečně transparentní a nediskriminační.

V diplomové práci jsou zhodnocovány Větrné elektrárny Věžnice na základě 3 kritérií, které se zabývají efektivností investice. Větrné elektrárny Věžnice byly spojeny s vysokou počáteční investicí a to 168 500 000 Kč. Proto bylo dobré posoudit jejich efektivnost.

Efektivnost větrných elektráren byla hodnocena na základě čisté současné hodnoty, doby návratnosti a rentability investice. Z hlediska hodnocení na základě doby návratnosti, která vyšla něco málo přes 9 let, což je poměrně krátká doba, která zmenšuje i riziko, jež je spjato s větrnou elektrárnou a hlavně je o polovinu menší než je doba životnosti větrné elektrárny! To znamená, že investorovi bude 9 let trvat než se mu splatí počáteční investice a dalších 11 let bude „vydělávat“ na dané investici. Výnosnost investice vyšla přibližně 11 %, což pro hodnocení je také pozitivní. A jako poslední byla použita čistá současná hodnota, která u daného projektu vyšla 152 029 821 Kč. Kdyby se projekt realizovat dnes za stejných podmínek, tak by byl přijatelný, neboť čistá současná hodnota byla větší než 0. Z celkového pohledu je efektivnost dané investice velice pozitivní.

A jaké jsou budoucí plány ve větrné energetice v České republice? Plány ve větrné energetice má celá řada firem. Skupina ČEZ chce do roku 2020 investovat do výstavby nových větrníků 20 mld. korun, což by již v roce 2012 mělo zajistit výkon 100 MW z celkem plánovaných 500 MW. Finanční skupina J&T chce budovat větrné parky o instalovaném výkonu 100 MW, podobné plány má i RWE.

Avšak mají-li být větrné elektrárny skutečně využitelné, je nutné jich stavět vyšší počty – stovky nebo tisíce. Soubory větrných elektráren, tzv. větrné parky nebo farmy, pak mohou zabírat i tisíce čtverečních kilometrů. V České republice je celková plocha, která by mohla být využita pro stavbu větrných elektráren o rozloze 6 000 km², takže potenciál pro výstavbu větrných elektráren určitě je.

7 Závěr

Cílem diplomové práce „Využití větrných elektráren v České republice“ bylo podat poměrně ucelený přehled současného stavu větrné energetiky na území České republiky s ohledem na související aspekty této problematiky.

Jaké jsou závěry k větrné energetice? Je třeba uznat, že vývoj větrných elektráren jde stále kupředu. Rostou jejich výkony, účinnost a technická spolehlivost. Co se týče srovnání větrné energetiky se zbytkem světa, tak především v USA a v zemích Evropské unie je stav využívání větrné energie na vyšší úrovni než v České republice. Ta v současné době využívá tohoto zdroje poměrně málo a tento stav by se měl co nejrychleji začít řešit.

V podstatě se dá konstatovat, že celkový rozvoj větrné energetiky na našem území je závislý na úrovni větrného potenciálu a na určité vůli politiků podporovat tento obnovitelný zdroj. Z ekonomického hlediska se laikům může získávání elektrické energie z větru jevit jako velmi výhodné. Postaví se elektrárna, vítr je zadarmo a údržba by také neměla vyžadovat příliš velké finanční prostředky. Problém je v tom, že stavba větrné elektrárny je zatím poměrně drahá. Tedy z ekonomického hlediska jsou větrné elektrárny stále výrazně dražší, než-li normální zdroje. Jejich výstavba je spojena s vysokou počáteční investicí, ačkoliv výkupní ceny garantují budoucí příjmy a rozvodné společnosti jsou povinny vykupovat elektřinu z větrných elektráren, jejich výkon závisí na větru. Což představuje problém, protože na větrné elektrárny se v tomto ohledu nelze spolehnout.

Závěrem práce tedy je, že lze usuzovat, že větrné elektrárny naleznou v budoucnosti své uplatnění jako doplňkové lokální zdroje elektrické energie. Ovšem bylo by zatím více než nerealistické počítat s nimi jako náhradou velké uhelné či jaderné energetiky.

Tato diplomová práce by měla sloužit jako jeden z mnoha příspěvků do diskuze k široké problematice větrné energetiky.

Použitá literatura

- [1] JENÍČEK, V., FOLTÝN, J. *Globální problémy a světová ekonomika*. Praha : C. H. Beck, 2003, s. 269. ISBN 8071797952
- [2] KADRNOŽKA, Jaroslav. *Energie a globální oteplování : Země v proměnách při opatřování energie*. 1. Vyd. Brno : Vutium, 2006. 189 s. ISBN 80-214-2919-4.
- [4] MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : se zaměřením na obnovitelné zdroje*. 1. Praha : C.H. Beck, 2009. 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.
- [6] *Obnovitelné zdroje energie*. Praha : FCC Public, 1994. 174 s.
- [7] ŽÍDEK, Libor. *Dějiny světového hospodářství*. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk , 2007. 391 s. ISBN 978-80-7380-035-2.]

Internetové zdroje:

- [8] ARCHALOUS, Martin . *Nazeleno.cz : chytrá řešení pro každého* [online]. 22. 09. 2008 [cit. 2009-11-20]. ČEZ:Obnovitelné zdroje rostou, solární a větrná energie ne. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/cez-obnovitelne-zdroje-rostou-solarni-a-vetrna-energie-ne.aspx>
- [9] BECHNÍK, Bronislav. *Tzbinfo : technická zařízení budov* [online]. 14.9.2009 [cit. 2009-11-20]. Historie a perspektivy OZE - biomasa I. Dostupné z WWW: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5902>
- [10] KRYLOVÁ, Radoslava . *Nazeleno.cz : Chytré řešení pro každého* [online]. 5.3.2009 [cit. 2010-04-16]. Nové zdroje Evropy? Jednoznačně vedou větrné elektrárny!. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/nove-zdroje-v-evrope-jednoznacne-vedou-vetrne-elektrarny.aspx>
- [11] OPLUŠTIL, Josef. *Tzbinfo : technická zařízení budov* [online]. 18.5.2009 [cit. 2009-11-20]. Důlní plyn jako druhotný zdroj energie pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Dostupné z WWW: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5644&h=17>
- [12] PONCAROVÁ, Jana. *Nazeleno.cz : Chytrá řešení pro každého* [online]. 26.3.2009 [cit. 2010-01-15]. Biomasa v České republice: kolik vyrábíme elektřiny?. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/energie/biomasa-v-ceske-republice-kolik-vyrabime-elektriny.aspx>
- [13] SCHUHOVÁ, Tereza . *Nazeleno.cz : Chytrá řešení pro každého* [online]. 19.10.2009 [cit. 2010-04-16]. Největší větrná farma Roscoe o výkonu 781,5 MW stojí v USA. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/nejvetsi-vetrna-farma-roscoe-o-vykonu-781-5-mw-stoji-v-usa.aspx>

- [14] VOJÁČEK, Antonín . *Automatizace.hw.cz : rady a poslední novinky z oboru* [online]. 10.11.2009 [cit. 2010-04-16]. Všechno o větrné energii a větrných elektrárnách. Dostupné z WWW: <http://automatizace.hw.cz/vsechno-o-vetrne-energii-a-vetrnych-elektrarnach>
- [15] *Alternativní zdroje energie* [online]. c2000 - 2009 [cit. 2009-11-20]. Energie přílivu a příboje oceánů. Dostupné z WWW: <http://www.alternativni-zdroje.cz/energie-prilivu-priboje.htm>
- [16] *American wind energy association* [online]. c1996 - 2010 [cit. 2010-03-09]. AWEA. Dostupné z WWW: <http://www.awea.org/>
- [17] *BESTWEB VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY* [online]. c2006 [cit. 2010-03-03]. Větrné elektrárny - mikro, malé i velké - princip, provedení, regulace. Dostupné z WWW: http://www.vetrneelektrarny.bestweb.cz/info_ve_princip.html
- [18] *Skupina ČEZ* [online]. c2010 [cit. 2010-03-09]. Skupina ČEZ. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/uvod.html>
- [19] *ČSVE : Česká společnost pro větrnou energii* [online]. 16. 6. 2009 [cit. 2010-03-03]. Vše o větrné energii. Dostupné z WWW: <http://csve.cz/cz/clanky/velikost-vetrne-elektrarny-a-jejivyvoj/110>
- [20] *EKONOM* [online]. 4. 6. 2009, 7. 6. 2009 [cit. 2010-03-09]. Rekordní větrníky. Dostupné z WWW: <http://ekonom.ihned.cz/c1-37328960-rekordni-vetrniky>
- [21] *ELEKTRO : odborný časopis pro elektrotechniku* [online]. c2009 [cit. 2010-04-16]. Z historie větrných elektáren. Dostupné z WWW: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26559
- [22] *Energetický poradce PRE* [online]. 2008 [cit. 2009-11-20]. Energie vody. Dostupné z WWW: <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>
- [23] *EWEA : THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION* [online]. 2005 - 2009 [cit. 2010-03-09]. European Wind Energy Association. Dostupné z WWW: <http://www.ewea.org/>
- [24] *Global Economy, Money, Business Data, Graphs* [online]. c2010 [cit. 2009-11-20]. Euroekonom.com. Dostupné z WWW: <http://www.euroekonom.com/>
- [25] *Global Wind Energy Council* [online]. 2009 [cit. 2010-03-09]. GWEC. Dostupné z WWW: <http://www.gwec.net/>
- [26] *Historie a fakta o jaderných elektrárnách* [online]. 2006-2010 [cit. 2010-11-20]. Encyklopedie fyziky. Dostupné z WWW: <http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=833>

- [27] *Informační portál o solární energii a jejím využití* [online]. c2009 [cit. 2009-11-20]. Solární energie.info. Dostupné z WWW: <http://www.solarni-energie.info/>
- [28] *Nazeleno.cz : Chytrá řešení pro každého* [online]. 16.2.2010 [cit. 2010-04-16]. Aktuálně: Česká společnost pro větrnou energii: Situace s připojováním obnovitelných zdrojů není tak kritická. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/aktualne/ceska-spolecnost-pro-vetrnou-energie-situace-s-pripojovanim-obnovitelnych-zdroju-neni-tak-kriticka.aspx>
- [29] *OKD : OKD, HBZS, a.s.* [online]. 2007 [cit. 2009-11-20]. Těžíme uhlí. Dostupné z WWW: <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/>
- [30] *Tzbinfo : technická zařízení budov* [online]. 15. 3. 2007 [cit. 2010-03-08]. Větrná energetika na území ČR a u sousedů. Dostupné z WWW: <http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3975&h=301&pl=42>
- [31] *Větrná elektrárna PCHERY* [online]. c2007 [cit. 2010-03-09]. Větrná elektrárna s největším jednotkovým výkonem v ČR. Dostupné z WWW: <http://www.vtepchery.cz/index.php>
- [32] *Větrná energie Horní Loděnice - Lipina* [online]. c2009 [cit. 2010-03-09]. Projekt Větrný park Horní Loděnice - Lipina. Dostupné z WWW: <http://www.vehl.cz/?lang=cz&cat=2&article=16>
- [33] *Zdroje energie : Popis různých pramenů energie. Prameny energie a ekologie. Noviny.* [online]. 31. října 2008 [cit. 2009-11-20]. Geotermální energie. Dostupné z WWW: <http://zdrojeenergie.blogspot.com/2008/10/geotermalni-energie.html>
- [34] *Zemní plyn* [online]. 2007 - 2010 [cit. 2009-11-20]. Co je to zemní plyn. Dostupné z WWW: <http://www.zemniplyn.cz/plyn/>

Interní dokumenty

- [35] Obnovitelné zdroje energie v ČR (autor ČEZ, a.s.)
- [36] Větrná energetika současnosti (autor Česká společnost pro větrnou energii)

Přílohy

Příloha A – Bilance elektřiny ES ČR za leden až prosinec 2009

Příloha B – Vývoj počtu provozoven a instalovaného výkonu obnovitelných zdrojů energie
k 1. 4. 2010

Příloha C – Výroba a výkon větrných elektráren v ČR podle krajů

Příloha D – Instalace větrných elektráren do 31. 12. 2009

Příloha E – ČEZ Obnovitelné zdroje, a.s. - Výpis z obchodního rejstříku

Příloha F – Licence k větrným elektrárnám Věžnice

Příloha A – Bilance elektřiny ES ČR z leden až prosinec 2009 (v GWh)

Položka	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkem
Výroba elektřiny brutto celkem	7 924,3	7 414,0	7 826,3	6 552,7	5 871,2	6 057,4	6 241,5	5 932,8	6 109,6	7 288,5	7 190,8	7 840,9	82 250,0
z toho:													
PE	4 812,8	4 600,5	4 579,9	3 849,9	3 285,6	3 455,2	3 214,8	3 359,2	3 710,5	4 650,8	4 285,2	4 653,1	48 457,4
PPE+PSE	321,1	286,9	321,4	253,3	263,3	254,4	131,6	179,0	256,8	299,8	312,8	344,9	3 225,2
VE	161,5	191,9	355,0	302,4	220,6	248,3	387,9	245,1	180,9	217,5	238,4	233,3	2 982,7
JE	2 612,7	2 304,4	2 531,0	2 119,3	2 071,4	2 066,6	2 474,8	2 118,4	1 930,8	2 079,1	2 317,0	2 582,2	27 207,8
VTE	15,2	28,7	35,8	18,3	20,6	24,2	20,3	16,9	18,7	33,9	31,7	23,9	288,1
SLE	1,1	1,6	3,3	9,5	9,7	8,7	12,2	14,2	12,0	7,4	5,8	3,5	88,8
GOE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AOE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Výroba elektřiny KVET	1 192,7	1 032,5	992,9	539,4	443,5	758,5	280,7	302,5	344,4	747,9	866,6	1 061,8	8 563,5
Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny celkem	580,0	538,8	565,0	514,6	466,9	479,0	489,0	481,8	485,2	561,4	528,1	570,2	6 260,0
z toho:													
PE	427,3	404,9	419,1	379,8	335,4	349,3	334,3	346,2	372,2	430,8	392,5	417,0	4 609,1
PPE+PSE	8,1	7,5	8,4	7,5	7,6	7,4	5,5	6,6	7,9	8,7	8,7	9,0	92,7
VE	1,0	1,1	1,5	1,3	0,9	0,9	1,3	1,0	0,9	1,2	1,1	1,3	13,4
JE	143,5	125,1	135,8	125,9	122,8	121,2	147,8	127,9	103,9	120,5	125,9	142,7	1 543,1
VTE	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,2
SLE	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,4
GOE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AOE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny KVET	94,5	81,8	85,2	55,3	50,5	41,9	35,4	28,9	35,4	67,3	78,8	81,4	736,2
Výroba elektřiny netto celkem	7 344,3	6 875,2	7 261,3	6 038,0	5 404,2	5 578,5	5 725,6	5 451,0	5 624,4	6 727,1	6 662,7	7 270,7	75 990,0
z toho:													
PE	4 385,5	4 195,5	4 160,7	3 470,1	2 950,1	3 105,9	2 880,5	3 013,0	3 338,0	4 220,0	3 892,7	4 236,1	43 848,3
PPE+PSE	313,0	279,3	313,1	245,8	255,6	247,0	136,1	172,4	248,9	291,1	304,3	335,9	3 132,5
VE	160,4	190,8	353,5	301,1	219,7	247,3	386,7	244,1	180,0	216,3	237,3	232,0	2 969,3
z toho PVE	46,4	44,5	32,7	37,1	18,2	26,5	45,1	48,3	62,1	64,8	58,9	65,5	550,0

JE	2 469,1	2 179,3	2 395,2	1 993,4	1 948,6	1 945,4	2 327,0	1 990,5	1 826,9	1 958,6	2 191,1	2 439,5	25 664,7
ostatní (VTE, SLE, GOE, AOE)	16,2	30,2	38,8	27,6	30,1	32,8	32,3	30,9	30,5	41,2	37,3	27,3	375,3
výroba elektřiny netto na KVET	1 098,2	950,7	907,7	484,1	393,0	716,7	245,3	273,6	309,0	680,7	787,8	980,4	7 827,2
Dovoz elektřiny celkem	1 074,4	748,4	681,6	423,5	492,2	491,2	599,4	590,3	817,0	845,0	1 050,2	773,2	8 586,4
Vývoz elektřiny celkem	2 073,4	2 000,7	2 180,9	1 783,6	1 273,2	1 534,3	1 808,0	1 464,1	1 709,8	2 126,8	2 153,3	2 122,0	22 230,3
Saldo ES ČR celkem	-999,1	-1 252,3	-1 499,3	-1 360,1	-781,1	-1 043,1	-1 208,6	-873,8	-892,8	-1 281,8	-1 103,1	-1 348,8	-13 643,8
Spotřeba na přečerpání v PVE	63,1	61,3	44,6	49,3	24,5	36,0	60,6	66,5	82,2	88,3	80,0	90,7	747,1
Dodávka bez přečerpání	6 282,2	5 561,6	5 717,4	4 628,6	4 598,6	4 499,3	4 483,4	4 510,7	4 649,3	5 357,0	5 479,7	5 831,3	61 599,1
Ztráty v sítích	509,0	435,3	423,3	321,4	326,6	296,7	283,4	314,7	325,5	390,4	411,3	449,9	4 487,4
Tuzemské dodávky netto	5 773,2	5 126,2	5 294,2	4 307,2	4 272,0	4 202,6	4 200,0	4 196,0	4 323,8	4 966,6	5 068,3	5 381,4	57 111,7
Ostatní spotřeba energetického sektoru	246,1	215,2	198,6	154,9	130,2	126,9	154,2	155,5	193,5	225,2	220,7	240,8	2 261,7
VO celkem	2 907,7	2 704,4	2 902,4	2 514,4	2 579,5	2 596,1	2 591,0	2 603,7	2 716,1	2 859,5	2 843,3	2 691,3	32 509,5
z toho:													
z úrovně vvn	657,6	677,4	660,1	614,7	620,2	617,6	603,8	613,9	659,4	640,7	622,3	607,8	7 595,4
z úrovně vn	1 990,8	1 843,7	2 019,2	1 705,4	1 746,9	1 804,4	1 828,8	1 792,3	1 921,2	1 968,3	1 941,7	1 814,9	22 377,7
účelová spotřeba	259,2	183,3	223,1	194,3	212,4	174,1	158,5	197,5	135,5	250,5	279,4	268,6	2 536,3
MO celkem	2 682,5	2 267,9	2 237,8	1 687,2	1 586,9	1 515,7	1 515,4	1 503,3	1 496,5	1 970,1	2 084,3	2 540,0	23 087,6
z toho:													
podnikatelé	908,2	764,2	768,7	631,0	598,9	589,2	605,4	592,3	588,8	749,9	736,6	867,0	8 400,2
domácnosti	1 774,4	1 503,7	1 469,1	1 056,2	987,9	926,4	910,0	911,0	907,7	1 220,2	1 347,7	1 673,0	14 687,3
Tuzemská spotřeba netto	5 773,2	5 126,2	5 294,2	4 307,2	4 272,0	4 202,6	4 200,0	4 196,0	4 323,8	4 966,6	5 068,3	5 381,5	57 111,7
Tuzemská spotřeba brutto	6 925,2	6 161,7	6 327,0	5 192,5	5 090,1	5 014,3	5 032,9	5 059,0	5 216,8	6 006,7	6 087,8	6 492,2	68 606,2

Vysvětlivky:

PE...parní elektrárna

VTE...větrná elektrárna

SLE...solární elektrárna

PSE...plynová a spalovací elektrárna

VE...vodní elektrárna,

JE...jaderná elektrárna

PPE...paroplynová elektrárna

PVE...přečerpávací elektrárna

GOE...geotermální elektrárna

AOE...ostatní alternativní elektrárna

VO...odběratelé připojení na síť vvn (nad 53 Kv) nebo vn(od 1 do 52 Kv)

MO.. odběratelé připojení na síť nn (do 1 kV)

Brutto výroba elektřiny – celková výroba elektřiny změřená na svorkách hlav. Generátorů

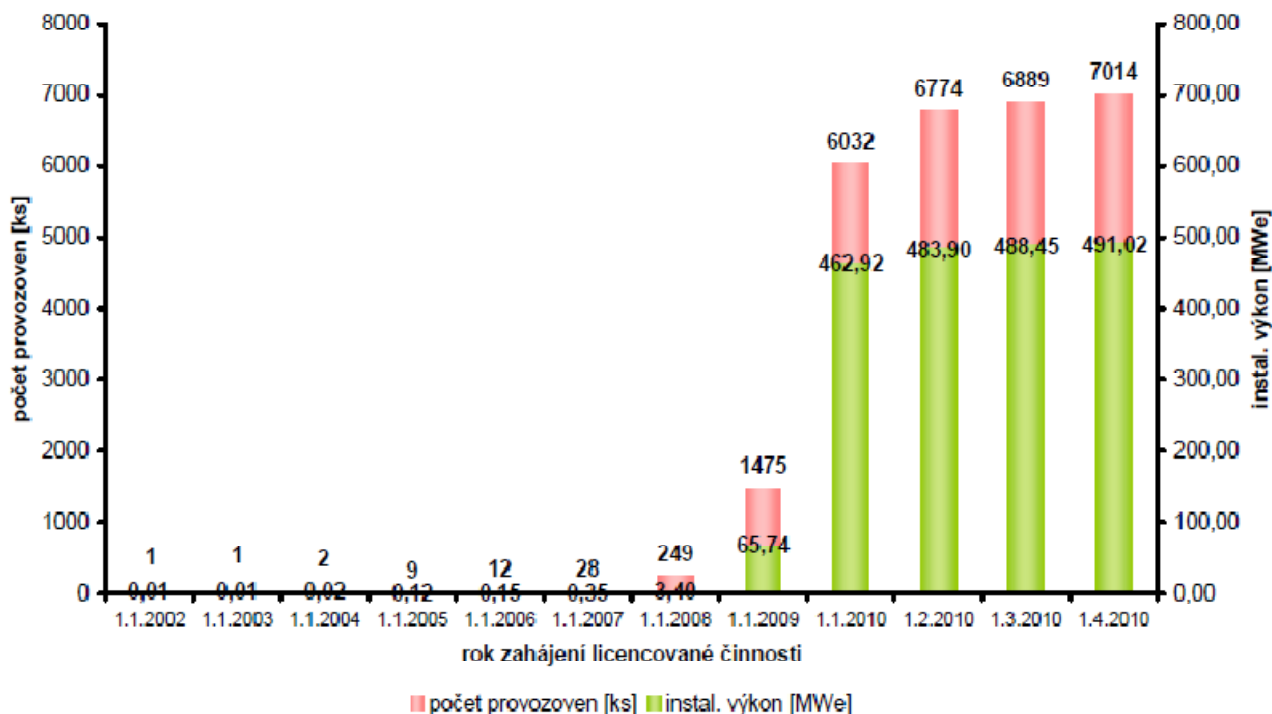
netto výroba elektřiny – hrubá výroba zmenšená o vlast. spotřebu na výrobu elektřiny

Netto tuzemská spotřeba elektřiny = (výroba elektřiny + saldo) – (vl. Spotřeba na výrobu elektřiny + ztráty v sítích + čerpání)

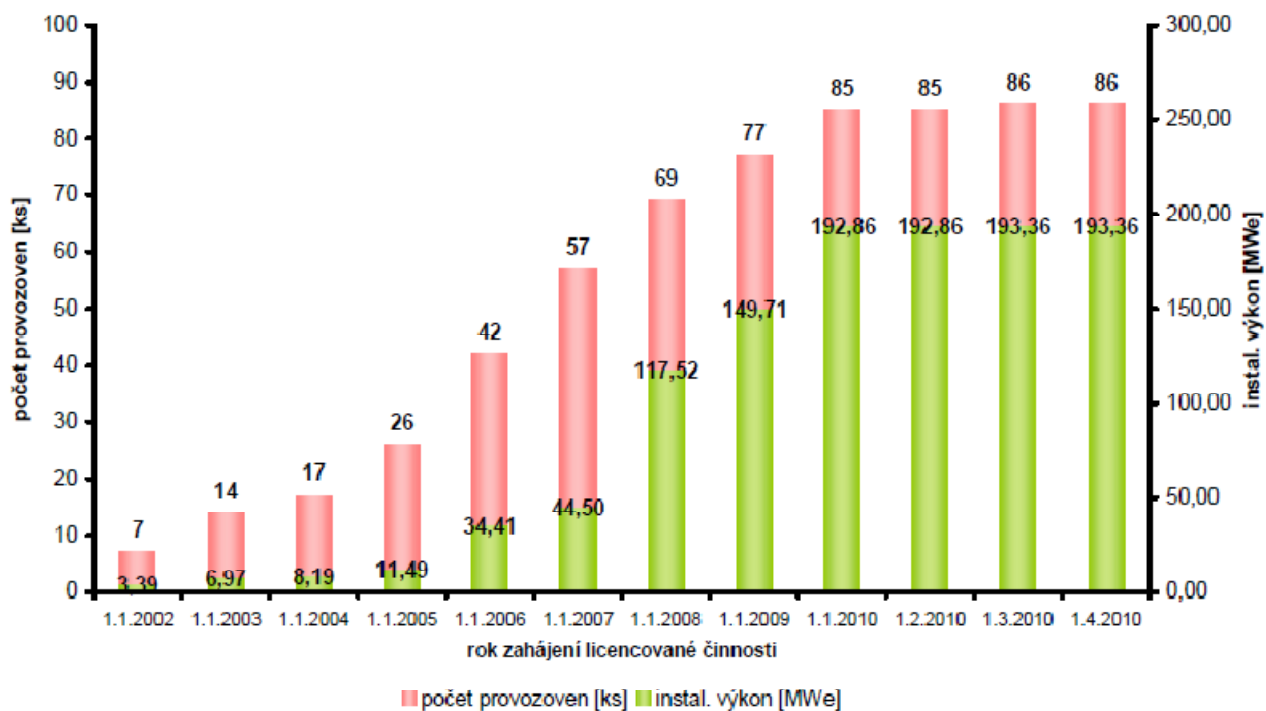
Butto tuzemská spotřeba elektřiny = výroba elektřiny + saldo

Příloha B - Vývoj počtu provozoven a instalovaného výkonu obnovitelných zdrojů energie k 1. 4. 2010

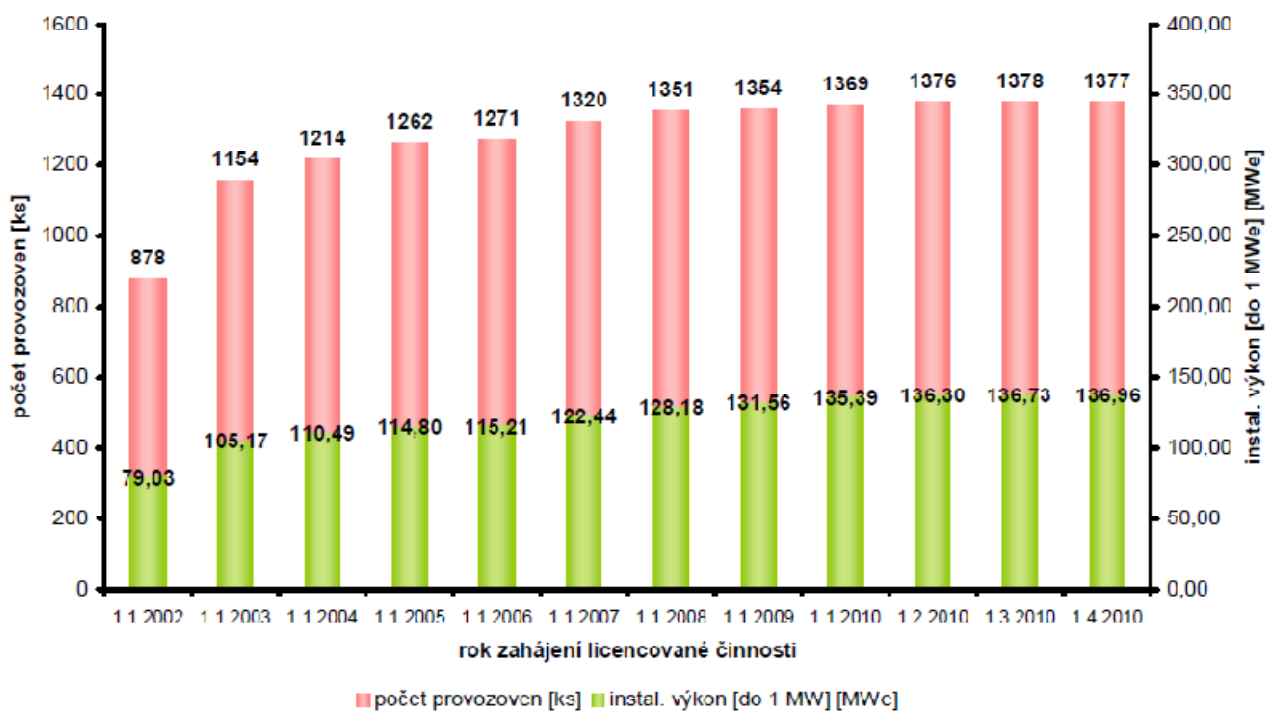
Sluneční elektrárny, stav k 1.4.2010



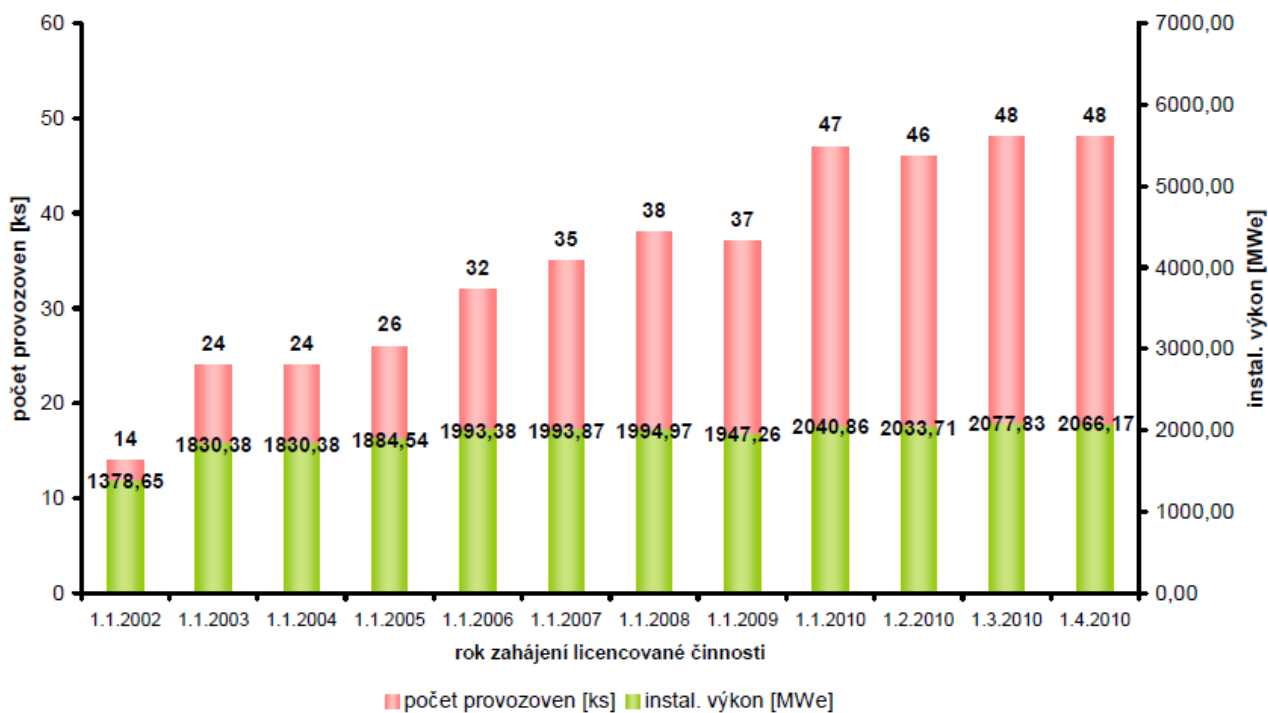
Větrné elektrárny, stav k 1.4.2010



Vodní elektrárny (instal. výkon do 1 [MWe]), stav k 1.4.2010



Podíl biomasy, stav k 1.4.2010



Příloha C – Výroba a výkon větrných elektráren v ČR podle krajů

Měsíční výroba a výkon větrných elektráren podle krajů, zdroj ERU																						
Měsíce	Výroba [MWh], Výkon [MW]																					
2009	Středočeský		Karlovarský		Ústecký		Liberecký		Pardubický		Vysočina		Jihomoravský		Olomoucký		Zlínský		Moravskoslezský		Česká republika	
	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon	Výroba	Výkon
Leden	355	6	408,3	5,49	9190	82,8	451,9	4,3	258,4	11,45	975,8	7,7	534,9	6,25	2342	19,1	110,2	0,225	1080,2	4	15696	148
Únor	918	6	414	5,49	19288,4	82,8	400,5	4,3	1025,6	11,45	1928,4	7,7	1217,8	6,25	3232,5	19,1	88,5	0,225	680,9	4	29182	148
Březen	983,2	6	443,4	5,49	24001,9	82,8	558,9	4,3	1484,6	11,45	2096	7,7	1493,5	6,25	3786,6	19,1	21	0,225	922,7	4	35795	148
Duben	280,4	6	388	5,49	9859,7	82,8	421	4,3	774,3	11,45	1664,3	7,7	1016	6,25	2979,1	19,1	42,4	0,225	954	4	18384	148
Květen	194,7	6	369,7	9,49	14412	82,8	261,8	4,3	503	15,45	1204,5	7,7	761,9	6,25	2256	19,1	26,6	0,225	608	4	20601	156
Červen	616,6	6	420,8	9,49	16390,9	82,8	307,2	4,3	748,2	19,2	1247,3	7,7	680,4	6,25	2928	37,1	12,5	0,225	812,6	4	24167	178
Červenec	593,6	6	661,9	9,49	12385,6	82,8	222,1	4,3	559,7	19,2	1089,1	7,7	578,4	6,25	2827	37,1	26,4	0,225	446,3	4	20397	178
Srpen	342,4	6	695	9,49	9534,5	82,8	220,9	4,3	424,7	19,2	870,7	7,7	466,2	6,25	3995	37,1	41	0,225	511,4	4	17110,3	178
Září	389,7	6	773,7	9,49	10427,7	82,8	251,4	4,3	636	19,2	1018,2	7,7	484,2	6,25	4172,9	37,1	16,9	0,225	526	4	18698,9	178
Říjen	412,5	6	1202,9	9,49	23185,5	82,8	379,6	4,3	1022,9	19,2	1442,3	7,7	816,5	6,25	5873	37,1	31,1	0,225	770,1	4	33938,5	178
Listopad	922,5	6	1636,2	9,49	16057,1	82,8	757,4	4,3	1431,3	19,2	1530,6	7,7	598,6	6,25	7947,7	37,2	72,6	0,225	1037,6	4	32002,8	178
Prosinec	494,5	6	962,1	17,49	11909,3	82,8	307,3	4,3	1094,2	19,2	1207,7	11,7	594,6	8,25	6805,1	37,2	34,3	0,225	505,6	4	23915,5	192
	6503,1		8376		176643		4540		9962,9		16275		9243		49145		521,5		8815,4		289888	

Příloha D – Instalace větrných elektráren do 31. 12. 2009

Seznam větrných elektráren v ČR				
Lokalita	Výkon (MW)	Typ	Provozovatel	Instalace
Hostýn	0,225	Vestas V27	Matice Svatohostýnská	1993
Ostružná – Ramzová v Jeseníkách	3 (6x0,5)	Vestas V39	VE Ostružná s.r.o.	1994
Velká Kraš	0,225	Vestas V29	Obec	1994
Mravenečník	1,17 (0,22 + 0,315 + 0,63)	Energowars + WindWorld	Benoco s.r.o	1993-1996
Boží Dar – Neklid I	0,315	Energowars	Neznámá dáma	2001
Protivanov	0,1	Fuhrländer	Pravoslavná akademie Vilémov	2002
Jindřichovice pod Smrkem	1,2 (2x0,6)	Enercon E40	Obec	2003
Nová Ves v Horách na Mostecku	3 (2x1,5)	REpower MD77	Wind Tech s.r.o.	2003,2004
Vítkov (Heřmanice, Lysý Vrch)	3,1 (5x0,5 + 0,6)	Tavme TW500 + ?	Konotech s.r.o.	2004
Loučná pod Klínovcem	1,8 (3x0,6)	DeWind D4	Green Lines s.r.o.	2004
Mladoňov	0,8	Tacke repasovaný	Caurus s.r.o.	2004
Potštát	0,45 (3x0,15)	Bonus	VAPOL CZ s.r.o.	2005,2009
Hraničné Petrovice	0,85	Vestas V52	APB Plzeň a.s.	2005
Hraničné Petrovice	0,85	Nordex N54	Haná Metal Wind s.r.o.	2005
Protivanov	3 (2x1,5)	REpower MD77	Wind Incest s.r.o.	2005
Břežany u Znojma	4,25 (5x0,85)	Vestas V52	WEB Větrná energie s.r.o.	2005
Pohledy u Svitav	0,75 (3x0,25)	Fuhrländer	S&M CZ s.r.o., Jaroslav Etzler 2x	2004,2006
Čížebná u Nového Kostela - Skalná	1,815 (3x0,5 + 0,315)	Tacke TW500 + Vítkovice VE315	Aleš Kastl, dřevovýroba	2006
Pavlov I	4 (2x2)	Vestas V90 2 MW	APB Plzeň a.s.	2006
Pavlov II	1,7 (2x0,85)	Vestas V52	WIND POWER s.r.o.	2006
Nové Město u Teplic	6 (3x2)	Enercon E70	WINDTEX s.r.o.	2006
Anenská Studánka I	0,5 (2x0,25)	Fuhrländer	S&M CZ s.r.o, HT Energo s.r.o.	2006
Rusová (Měděnec)	7,5 (3x2,5)	Nordex N80	Green Lines Rusová s.r.o.	2006
Boží Dar, Jáchymov – Neklid II	0,66 (2x0,33)	Enercon E33	Benoco s.r.o.	2006
Drabant	2	Vestas V90 2MW	Větrné farmy a.s.	2006
Solitary – Gruna – Žipotín	0,6	DeWind D4	Ing. Jan Hikele	2006
Gruna – Žipotín	0,6	DeWind D4	S&M CZ s.r.o.	2006
Petrovice (Ústí)	4 (2x2)	Enercon E70	SVEP a.s.	2005,2007
Gruna – Žipotín	4 (2x2)	DeWind D8	APB Plzeň a.s.	2007
Brodek u Konice	1,2 (2x0,6)	DeWind D4	BRODO Energetická s.r.o.	2007

Veselí u Oder	4 (2x2)	Vestas V90 2MW	Wind Finance a.s.	2007
Norberčany – Stará Libavá	2	Enercon E70	Natur Energo s.r.o.	2007
Mníšek	4 (2x2)	Enercon E70	ALTENERG s.r.o.	2007
Kryštofovy Hamry – Měděnec	42 (21x2)	Enercon E82	Ecoenerg Windkraft GmbH	2007
Klíny	2	Enercon E70	ALTENERG s.r.o.	2007
Pchery	6 (2x3)	WinWinD WWD3	VTE Pchery s.r.o.	2008
Batice	2	Vestas V90 2MW	WEB Větrná energie s.r.o.	2008
Kámen	2	Vestas V90 2MW	Wind Finance a.s.	2008
Maletín	2	Vestas V90 2MW	Wind Finance a.s.	2008
Anenská Studánka II	5 (4x1,25)	DeWind D6	S&M CZ s.r.o., 1x HT Wind s.r.o.	2008
Lipná	2	Vestas V90 2MW	Wind Finance a.s.	2008
Trojmezí	2,7 (0,6+0,6+1,5)	Vestas V52, V47 a Tacke TW600	Farma Trojmezí a.s.	2008
Hora sv. Šebestiána	4,5 (3x1,5)	Nordex S70	Drobil Energo s.r.o.	2008
Strážní Vrch u Nové Vsi	8 (4x2)	REpower MM92	Větrné elektrárny Strážní Vrch a.s.	2008
Horní Částkov	4 (2x2)	Vestas V90 2MW	Winding We s.r.o.	05/2009
Janov	4 (2x2)	Wikov W2000spg	ČEZ Obnovitelné zdroje s.r.o.	06/2009
Horní Loděnice – Lipina	18 (9x2)	Vestas V90 2MW	Větrná energie HL s.r.o.	06/2009
Ostrý Kámen	3,75 (3x1,25)	DeWind D6	Obec Karle, S&M CZ s.r.o., HIKELE s.r.o.	07/2009
Věžnice	4 (2x2)	REpower MM92	ČEZ Obnovitelné zdroje s.r.o.	12/2009
Tulešice	2	Vestas V90 2MW	V-STAV Incest s.r.o.	12/2009
Mlýnský vrch, Krásná u Aše	8 (4x2)	Vestas V90 2MW	APB Plzeň a.s.	12/2009
Celkový funkční výkon		191,0	Stav k 31.12.2009	

Příloha E – ČEZ Obnovitelné zdroje, a.s. - Výpis z obchodního rejstříku

V ý p i s z obchodního rejstříku, vedeného Krajským soudem v Hradci Králové oddíl C, vložka 16087

!!! U P O Z O R N Ě N Í !!!

Tento výpis má pouze **informativní** charakter.
Data pro jeho vytvoření byla získána z počítačové sítě INTERNET. V případě, že se domníváte, že obsahuje chyby, obraťte se prosím na rejstříkový soud.

Datum zápisu: 1. července 2000
Obchodní firma: ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.
Sídlo: Hradec Králové, Křížíkova 788, PSČ 500 03
Identifikační číslo: 259 38 924
Právní forma: Společnost s ručením omezeným
Předmět podnikání:
- Výroba elektřiny
- Montáž, opravy a údržba mechanických částí vodních elektráren mimo elektrických zařízení
- Výroba a prodej destilované vody
- Koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a prodej
- Poradenská činnost v oblasti vodních elektráren
- Provoz malých vodních elektráren
- Služby v oblasti administrativní správy a služby organizačně hospodářské povahy
- Inženýrská činnost v investiční výstavbě
- Činnost podnikatelských, finančních, organizačních a ekonomických poradců

Statutární orgán:

jednatel: Ing. Oldřich Kožušník, r.č. 660918/2140
Jesenice, Za Rybníkem 616, PSČ 252 42
den vzniku funkce: 1. dubna 2009
jednatel: Ing. Libor Kičmer, MBA, r.č. 560227/0333
Hradec Králové, Svinary, K Borku 295, PSČ 500 09
den vzniku funkce: 1. ledna 2006

Jménem společnosti jednají a podepisují vždy alespoň dva jednatele společně. Podepisují se tak, že k nadepsané nebo natištěné obchodní firmě připojí svůj podpis.

Dozorčí rada:

předseda dozorčí rady: Vladimír Schmalz, r.č. 661229/0553
Husinec 52, PSČ 250 68
den vzniku funkce: 1. září 2009
den vzniku členství v dozorčí radě: 13. ledna 2009
místopředseda dozorčí rady: Ing. Daniel Beneš, MBA, r.č. 700319/5188
Petřvald, Klimšova 797, PSČ 735 41
den vzniku funkce: 1. září 2009
den vzniku členství v dozorčí radě: 13. ledna 2009
člen dozorčí rady: Ing. Tomáš Dzik, r.č. 670909/1488
Český Těšín, Komorní 580/10, PSČ 737 01
den vzniku členství v dozorčí radě: 13. ledna 2009
člen dozorčí rady: Ing. Martin Novák, r.č. 710502/0076
Praha 10, Strašnice, Nad Kapličkou 26/2335, PSČ 100 00

člen dozorčí rady:

den vzniku členství v dozorčí radě: 1.října 2009

Ing. Jiří Feist, r.č. 620425/2120

Praha 4, Chodov, Majerského 2035/15, PSČ 149 00

den vzniku členství v dozorčí radě: 1.října 2009

Společníci:

ČEZ, a.s.

Praha 4, Duhová 2/1444, PSČ 140 53

Identifikační číslo: 452 74 649

Vklad: 1 402 949 000,- Kč

Splaceno: 100 %

Obchodní podíl: 99,9 %

ČEZ Správa majetku, s.r.o.

Děčín IV., Teplická 874/8, PSČ 405 49

Identifikační číslo: 262 06 803

Vklad: 1 404 000,- Kč

Splaceno: 100 %

Obchodní podíl: 0,1 %

Základní kapitál: 1 404 353 000,- Kč

Ostatní skutečnosti:

- Společnost ČEZ Obnovitelské zdroje, s.r.o. se sídlem Hradec Králové, Křižíkova 788, PSČ 500 03, identifikační číslo 259 38 924 jako nástupnická společnost převzala na základě fúze sloučením jmění zanikající společnosti HYDROČEZ, a.s., se sídlem Praha 1, Dlážděná 4, identifikační číslo 630 79 852, zapsané v obchodním rejstříku vedeném Městským soudem v Praze, oddíl B, vložka číslo 3229.

Příloha F – Licence k větrným elektrárnám Věžnice

Držitel licence

ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.

TČ: 25938974
Křížíkova 788
500 03 Hradec Králové
okres Hradec Králové
kraj Královéhradecký
země CZ

Předmět podnikání

Výroba elektřiny

Číslo licence

110100339

Odpovědný zástupce

Ing. Libor Kičmer MBA

Datum zahájení výkonu licencované činnosti

01.01.2002

Den vzniku oprávnění

01.01.2002

Verze licence

12

Obchodní rejstřík

[Vyhledat](#)

Živnostenský rejstřík

[Vyhledat](#)

Rejstřík ekonomických subjektů

[Vyhledat](#)

Rozsah podnikání a technické podmínky

Celkový instalovaný výkon [MW]		
	Elektrický	Tepelný
Celkový	95.425	0.000
Sluneční	18.925	0.000
Větrný	9.700	0.000
Vodní	66.800	0.000
Počet zdrojů	47	

Evidenční číslo: 28

Větrná elektrárna Věžnice

582 52 Věžnice, Věžnice, okres Havlíčkův Brod, kraj Vysočina

Katastrální území	Kód katastru	Obec	Vymezení
Věžnice	781410	Věžnice	par. č. 946/1

Celkový instalovaný výkon provozovny [MW]		
	Elektrický	Tepelný
Celkový	4.100	0.000
Větrný	4.100	0.000
Počet zdrojů	1	

Celkový	4.100	0.000
Větrný	4.100	0.000
Počet zdrojů	1	