VYSOKÁ ŠKOLA EVROPSKÝCH A REGIONÁLNÍCH STUDIÍ, O.P.S., ČESKÉ BUDĚJOVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

OBNOVITELNÉ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE – VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Autor práce: Miroslava Steinbauerová
Studijní obor: Regionální studia
Forma studia: kombinovaná
Vedoucí práce: doc. Ing. Darja Holátová, Ph.D.
Katedra: Společenských věd

2010

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s využitím uvedených pramenů a literatury.

Souhlasím, aby práce byla uložena v knihovně Vysoké školy evropských a regionálních studií v Českých Budějovicích a zpřístupněna ke studijním účelům.

...

Děkuji vedoucí práce doc. Ing. Darje Holátové, Ph.D. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

OBSAH

Úvod **5**

1 Cíl a metodika bakalářské práce **6**

2 Analýza zdrojů elektrické energie **8**

2.1 Fosilní paliva 8

2.2 Jaderná paliva 9

2.3 Obnovitelné zdroje energie 11

2.4 Struktura zdrojů energie v ČR 12

3 Větrná energie **14**

3.1 Historie využívání větrné energie 14

3.2 Větrná energie v legislativě 16

3.3 Větrná energie a ekonomika 21

4 Rozvoj větrné energetiky **24**

4.1 Rozvoj větrné energetiky ve světě 24

4.2 Rozvoj větrné energetiky v ČR 27

5 Konstrukce větrné elektrárny **29**

6 Větrné elektrárny **30**

6.1 Větrné elektrárny a krajinný ráz 31

6.2 Větrné elektrárny a živá příroda 34

6.3 Větrné elektrárny a jejich dopady na okolí 36

6.4 Provoz větrných elektráren v energetické síti 39

7 Rozvoj větrných elektráren **41**

8 Diskuse **46**

Závěr **49**

Seznam použité literatury **51**

Literární zdroje **51**

Seznam příloh **54**

Abstrakt **55**

Abstract **56**

Úvod

Všichni lidé ve vyspělé společnosti si lehce zvykli na vysoký standard životní úrovně, který vyžaduje řadu jistot. Jednou z nich je dostupnost elektrické energie v kteroukoliv dobu, a lehce v nadsázce, i na kterémkoli místě. Rychlý vývoj společnosti s sebou přináší prudký nárůst spotřeby elektrické energie (např. jedno obchodní centrum spotřebuje tolik elektrické energie jako celé okresní město), a její spolehlivá nepřerušovaná dodávka je jednou ze základních potřeb vyspělé společnosti. V této souvislosti se musí vyspělé země zabývat více než kdykoliv v minulosti spolehlivými zdroji elektrické energie a bezpečnou a spolehlivou dodávkou elektrické energie až ke konečnému spotřebiteli.

Vyšší spotřeba elektrické energie znamená rozšiřování výroby v klasických zdrojích anebo hledání nových, alternativních zdrojů. Rozšiřování výroby v tepelných elektrárnách je problematické, neboť zásoby paliv jsou omezené a tepelné elektrárny jsou navíc zdrojem skleníkových plynů. Odkrývání ložisek paliv znamená velký zásah do krajinného rázu a odpor obyvatel měst a vesnic dotčených těžbou. Částečným řešením pro omezení exhalací jsou jaderné zdroje avšak jejich dlouhodobější perspektiva je podmíněna splněním řady kritérií, z nichž nejdůležitějšími jsou jaderná bezpečnost a vyšší využití paliva.

Hospodářsky vyspělé země světa se intenzivně začaly zabývat myšlenkou na využití obnovitelných zdrojů energie v 70. letech 20. století, kdy vlivem embarga na dovoz ropy do těchto zemí bylo nutné vedle úsporných opatření nalézt alternativní zdroje, které by v budoucnu nahradily výrobu elektrické energie z klasických zdrojů. Požadavky na ochranu životního prostředí, a zejména snahy o snížení exhalací skleníkových plynů, pak vyústily v zemích Evropské unie v soubor legislativních opatření, které zavazují jednotlivé členské země k předem stanovenému objemu výroby z tzv. obnovitelných zdrojů.

V České republice začal rozvoj obnovitelných zdrojů ještě před vstupem do Evropské unie, kdy se u nás po vzoru průmyslově vyspělých zemí začaly stavět větrné elektrárny. Tyto první instalace byly provázeny řadou problémů zapříčiněných malými zkušenostmi z plánování i provozu větrných elektráren, a proto se tempo jejich výstavby v porovnání s vyspělými státy Evropy zpomalilo. Nárůst žádostí o výstavbu větrných elektráren v České republice lze evidovat až po vstupu do Evropské unie, v souvislosti se zavedením legislativní a finanční podpory pro jejich rozvoj.

1 Cíl a metodika bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je analýza struktury zdrojů elektrické energie v České republice se zaměřením na větrné elektrárny. Zabývá se analýzou výroby elektrické energie v klasických elektrárnách spalujících fosilní paliva a s tím spojenými negativy využívání těchto zdrojů energie. V první části práce jsou uvedena i jaderná paliva jako jeden z dominantních zdrojů elektrické energie v Evropě a především v České republice. Strukturou zdrojů elektrické energie včetně výhledu ve využívání obnovitelných zdrojů se zabývá v ČR tzv. energetická koncepce státu, jejímž předkladatelem je Ministerstvo průmyslu a obchodu. Energetická koncepce obsahuje i závazky naší země v rámci členství v Evropské unii v oblasti používání a rozvoje obnovitelných zdrojů.

Druhá část pojednává o vývoji ve využívání větrné energie od historických větrných mlýnů až po moderní větrné elektrárny. Jedním z hlavních motivů rozvoje větrné energetiky jsou legislativní a ekonomická podpora, ve druhé části jsou uvedeny legislativní předpisy Evropské unie a České republiky i vývoj výkupních cen z obnovitelných zdrojů v ČR.

Rozvoji větrné energetiky ve světě i v ČR je věnována samostatná kapitola. Rozvoj je spjat s konstrukčním vývojem větrných elektráren. Moderní větrné elektrárny jsou charakterizovány velkými jednotkovými výkony, a především výstavbou větrných parků, které zásadně ovlivňují vliv větrných elektráren na krajinný ráz, životní prostředí a okolní obyvatelstvo.

Dopady větrných elektráren jsou analyzovány v samostatné kapitole s uvedením opatření, která byla v průběhu konstrukčního vývoje větrných elektráren učiněna pro odstranění některých nedostatků. Zvláštní pozornost je věnována vlivu větrných elektráren na stabilitu přenosové soustavy, což je téma, které je ve spojení s požadavky na spolehlivost dodávky elektrické energie jedním ze zásadních.

V závěru bakalářské práce jsou shrnuty silné i slabé stránky větrných elektráren jako jednoho z typů obnovitelných zdrojů elektrické energie. V této části práce je uveden možný rozvoj větrné energetiky v ČR i ve světě, a to zejména s ohledem na technický vývoj větrných elektráren. Vyhodnocení je obsahem poslední diskusní části práce, zde jsou uvedeny i návrhy a hodnocení problematiky větrných elektráren.

Práce je zpracována na základě poznatků domácích i zahraničních autorů, kteří se touto problematikou zabývají, dále jsou použity internetové zdroje, které poskytují množství publikací, článků i komentářů. V oblasti výstavby a provozu větrných elektráren poskytují množství informací stránky české společnosti ČSVE (Česká společnost pro větrnou energii), která uvádí velké množství článků, a mimo jiné i případovou studii výstavby větrné elektrárny v oblasti Varnsdorf. Tato případová studie je použita z důvodu, že žádná významná větrná elektrárna nestojí na území Jihočeského kraje (kde byla práce prováděna), a podle sdělení Mladé fronty Dnes ani v nejbližší době stát nebude.

Částečně (důvodem je jazyková bariéra) jsou použity stránky mezinárodních organizací zabývajících se větrnými elektrárnami (GWEC – Global Wind Energy Council, EWEA – The European Wind Energy Association, DEWI – Deutsches Windenergie Institut), zejména pro případy aktualizace dat uvedených v českých publikacích a článkách. Z důvodu snahy o objektivní přístup jsou použity též publikace vydávané ekologicky zaměřenými skupinami (Calla, Duha) i skupinami zaměřenými proti rozvoji větrných elektráren (sdružení Stop větrníkům).

V otázce ekonomie a stability provozu elektroenergetické soustavy jsou využity informace společností Euroenergy, spol. s r.o., ČSRES (České sdružení regulovaných elektroenergetických společností), ČEPS, a.s. (provozovatel přenosové sítě ČR) i ČSVE (Česká společnost pro větrnou energii). V oblasti budoucího rozvoje větrné energetiky jsou mimo již zmíněné zdroje použity internetové stránky společnosti ČEZ, a.s., která by chtěla v blízké budoucnosti hrát významnou roli v rozvoji obnovitelných zdrojů energie, a studie Ústavu fyziky atmosféry AV ČR.

2 Analýza zdrojů elektrické energie

Zdroje energie dělíme do tří významných skupin: fosilní, jaderná paliva a alternativní zdroje energie. Proces výroby elektrické energie při zpracování fosilních a jaderných paliv je zásadně odlišný od výroby elektrické energie při zpracování alternativních, nebo-li obnovitelných zdrojů energie. V obou případech však nazýváme výrobny elektřiny elektrárnami.[1]

2.1 Fosilní paliva

Fosilní paliva jsou pevná, kapalná a plynná. Z pohledu využití v energetice patří mezi významné černé a hnědé uhlí, ropa a zemní plyn. Fosilní paliva se dobývají těžbou, uhlí se těží v hlubinných nebo povrchových dolech, ropa se čerpá z vrtů. Zemní plyn bývá obsažen všude v zemi, ve využitelném množství pro těžbu bývá stlačen nad ložisky ropy.[2]

Největší zásoby uhlí jsou dnes v Severní Americe, Evropě, Rusku, Číně, Indii, Jihoafrické republice a Austrálii. Uhlí je nejvíce ze všech fosilních paliv a bude důležité pro celé 21. století. V roce 2006 celosvětově pokrývalo 23 % primární spotřeby energie a 39 % výroby elektrické energie.[3] Dobývání uhlí není bezproblémové – černé uhlí se těží hlubinně, sloje jsou uloženy v hloubce až dvanáct set metrů, a při dobývání hnědého uhlí, které se těží povrchově, se musí odstranit poměrně rozsáhlá část svrchní zeminy.[4]

Ropa je černá až žlutá kapalina, její největší zásoby jsou na Středním východě, v Americe, Rusku, v Severním moři. Zásoby ropy i zemního plynu pravděpodobně vystačí pro 21. století.[5]

Zemní plyn se nachází především nad ložisky ropy a v prvních obdobích těžby ropy byl vypouštěn do vzduchu nebo zapalován. Zemní plyn vyžaduje před svým použitím ze všech paliv nejméně úprav. V místě těžby se čistí, zbavuje vlhkosti a potom

---

[1] SVOBODA, K., KEPÁK, F. *Energetika a životní prostředí*. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Turkyně, 1998. s. 1-6.
[2] LIBRA, M., POULEK, V. *Zdroje a využití energie*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2007. s. 22.
[3] LIBRA, M., POULEK, V. *Zdroje a využití energie*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2007. s. 24.
[4] *Energetické zdroje naší planety a jejich využití* [online]. 2009 [cit. 2009-07-18]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikibooks.org/wiki/Energetick%C3%A9_zdroje_na%C5%A1%C3%AD_planety_a_jejich_vyu%C5%BEit%C3%AD>.
[5] LIBRA, M., POULEK, V. *Zdroje a využití energie*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2007. s. 25.

se dálkovými plynovody vede do míst spotřeby. Dnes se využívá ve velké míře v domácnostech. Česká republika je však závislá na jeho dovozu, a jak ukázaly plynové krize v posledním období, je tato závislost hlavním nedostatkem tohoto paliva.

Uhelná elektrárna

Podíl klasických uhelných elektráren na světové výrobě elektřiny je rozhodující. Na stejném principu pracují kromě uhelných elektráren i elektrárny spalující kapalná i plynná paliva nebo v podstatě také i jaderná elektrárna.[6]

V uhelných elektrárnách se tepelná energie získává spalováním uhlí; tato energie se předává vodě. Proces výroby v uhelné elektrárně začíná tím, že uhlí putuje ze skládky do elektrárny. Uhlí se zbavuje železných nečistot, drtí se na jemný prášek a spolu s horkým vzduchem se vhání do hořáků kotle. Po shoření paliva padá část popela do spodního prostoru ohniště jako struska; ta se dopravuje na úložiště odpadu. Část popela, která je v podobě jemných částeček unášena ve spalinách, se zachycuje v elektrostatických filtrech. Prakticky ve všech českých tepelných elektrárnách spalujících uhlí je instalováno odsiřovací zařízení, kde se ze spalin eliminuje cca 90 % oxidů síry a dusíku.[7]

Kotlem prochází varné trubky, ve kterých vzniká ohřevem vody vodní pára. Ta zajišťuje pohon turbíny, a po výstupu z turbíny se sráží v kondenzátoru na vodu, aby opět mohla vstoupit do okruhu. Ke kondenzaci páry je zapotřebí velké množství studené vody. Protože tolik vody nebývá k dispozici, musí být chladící systém uzavřený přes chladící věže, kde se ohřátá voda rozstřikováním ochlazuje vzduchem a vrací do kondenzátoru. Tak se dostává do okolí velké množství tepla, z něhož část odchází komínem ve spalinách a část přes chladící médium do okolí).[8]

2.2 Jaderná paliva

Jako paliva se v jaderných reaktorech používá především uran. Přírodní uran obsahuje dva izotopy, z nichž klíčový izotop pro štěpnou reakci je zastoupen méně

[6] KŘENEK, V. *Člověk a energie*. Plzeň : Západočeská univerzita, 2006. s. 38.
[7] KŘENEK, V. *Člověk a energie.* Plzeň : Západočeská univerzita, 2006, s. 38.
[8] SVOBODA, K., KEPÁK, F. *Energetika a životní prostředí*. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 1998, s. 5-23.

než jedním procentem. Proto se musí před použitím obohatit a při tomto obohacování přírodního uranu takto odpadne velké množství tzv. ochuzeného uranu, který se hromadí na haldách v místech zpracování. Vyhořelé palivo je nutné skladovat v tzv. meziskladech po dobu dvacet až čtyřicet let, a poté v hlubinných šachtách v bezpečných obalech do doby, než zmizí veškerá radioaktivita, což může trvat několik tisíc let. Při jaderné reakci nevznikají kromě radioaktivního odpadu žádné jiné nežádoucí škodliviny, a tak je jaderná energie poměrně ekologická. Energie z jednoho kilogramu tzv. štěpného uranu je stejná jako energie ze spálení 2 760 tun kvalitního černého uhlí, tj. přibližně 23 gigawatthodin.[9]

V současné době používaný tzv. otevřený palivový cyklus jaderné energetiky je velmi neefektivní a využívá jen asi 1 – 2 % uranu a zbytek zůstává ve vyhořelém palivu. Podle současných odhadů se známé a ekonomicky těžitelné zásoby uranu pohybují kolem 6 milionů tun, což znamená, že za současného neefektivního využívání uranu v jaderných elektrárnách vydrží zásoby jenom do konce tohoto století. Nelze však vyloučit objevení nových nalezišť uranu a tyto práce stále probíhají.

Kromě uranu existují geologické zásoby i jiných prvků, např. thoria, kterého je na zemi zhruba 3x více než uranu. Některé země, např. Indie, již připravují palivový cyklus spalování thoria v jaderných reaktorech.[10]

Jaderná elektrárna

V jaderných elektrárnách se vyrábí asi šestnáct procent světové energie.[11] Elektrárny na fosilní paliva a jaderné elektrárny jsou v principu podobné. Liší se v tom, že jaderná elektrárna má jadernou výrobnu páry (jaderná energie se získá řetězovým štěpením paliva a tepelnými výměníky se mění na páru). Tepelná energie páry se v obou případech mění na mechanickou a elektrickou energii ve strojovně, která se pro oba typy elektráren v principu neliší.[12]

---

[9] *Energetické zdroje naší planety a jejich využití* [online]. 2009 [cit. 2009-07-18]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikibooks.org/wiki/Energetick%C3%A9_zdroje_na%C5%A1%C3%AD_planety_a_jejich_vyu%C5%BEit%C3%AD>.

[10] *Fakta a mýty o jaderné energetice* [online]. 2009 [cit. 2009-07-18]. Dostupné z WWW: <http://www.nri.cz/web/ujv/fakta-a-myty-o-jaderne-energetice>.

[11] *Jaderná energetika ve světě* [online]. 2010 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-ve-svete.html>.

[12] SVOBODA, K., KEPÁK, F. *Energetika a životní prostředí*. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 1998. s. 8-1.

Rozdíly mezi tepelnou a jadernou elektrárnou:

- Jaderná výrobna páry nepotřebuje spalovací vzduch a nevypouští tedy exhalace jako oxid siřičitý, oxidy dusíku a oxid uhličitý. Provoz jaderné výrobny páry je tedy po stránce těchto emisí čistší.
- Jaderné palivo mnohem „výhřevnější“ než uhlí, tedy spotřeba a množství odpadů je nižší. Uhelná elektrárna o výkonu tisíc megawatt spotřebuje za rok kolem tří milionů tun černého uhlí, jaderná asi třicet tun jaderného paliva.
- V jaderném reaktoru vznikají škodlivé radioaktivní látky. Před zářením těchto látek je nutná ochrana, existuje riziko, že při eventuelní havárii uniknou tyto látky do okolí. Odpady (vyhořené jaderné palivo) jsou radioaktivní.[13]

2.3 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie jsou v měřítku lidstva dosud nevyčerpané formy energie Slunce a Země. Energií slunečního záření dopadajícího na zemský povrch, geotermální a slapovou energií je dána celková světová kapacita obnovitelných zdrojů energie. Lidé na této planetě spotřebují v současné době asi dvanáct tisíckrát méně energie než činí energie dopadajícího slunečního záření, třikrát méně energie než je geotermální energie a energie slapová činí cca čtrnáct procent roční spotřeby energie.[14]

Množství obnovitelné energie tedy o několik řádů převyšuje současnou a budoucí spotřebu energie. Přesto jsou obnovitelné zdroje využívány řádově v jednotkách procent. Příčinou tohoto stavu je podmínka, že energie musí být přeměněná do zužitkovatelné podoby, být přivedena ke spotřebiteli a současně být k dispozici v okamžiku jeho potřeby. Tato samozřejmost ve spojení s obnovitelnými zdroji energie přináší určité těžkosti dané některými nepříznivými vlastnostmi těchto zdrojů.

Nevýhodou při jejich využívání jsou prostorově a materiálově náročná jímací zařízení (např. sluneční kolektory) a u některých těchto zdrojů i velké a těžko

[13] SVOBODA, K., KEPÁK, F. *Energetika a životní prostředí.* Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 1998. s. 8-1.
[14] ŠKORPIL, J., KASÁRNÍK, M. *Obnovitelné zdroje energie I. vodní elektrárny.* Plzeň : Západočeská univerzita, 2000. s. 5.

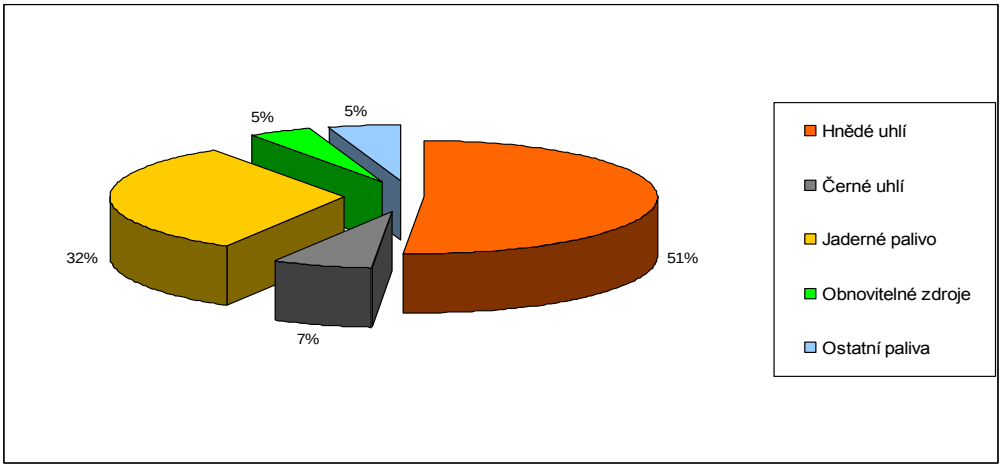
předpověditelné krátkodobé i dlouhodobé výkyvy (směr a rychlost větru, intenzita slunečního záření), což znamená nutnost akumulace energie, má-li být tato neustále k dispozici.

Možnosti využívání obnovitelných zdrojů energie jsou tedy limitovány těmito faktory: přírodní podmínky, stupeň technické vyspělosti a znalosti fyzikálních a přírodních zákonů, legislativa, ekonomika, zátěž životního prostředí.[15]

2.4 Struktura zdrojů energie v ČR

Česká republika využívá k výrobě elektřiny především uhlí, které se na celkové výrobě elektřiny dlouhodobě podílí kolem 60 %. Druhým nejvýznamnějším zdrojem je jaderná energie s podílem přesahujícím 30 %. Zbylých cca 10 % připadá na kapalná paliva a obnovitelné zdroje. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR uvádí pravidelné roční vyhodnocení podílu jednotlivých zdrojů na výrobě elektřiny zejména s ohledem na plnění závazku stanovení indikativního cíle podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. V roce 2008 činil podíl obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v ČR cca 4,5 %.[16]

Graf č.1: Podíl zdrojů na výrobě elektrické energie v ČR v r. 2008



Zdroj: vlastní, dle Ministerstva průmyslu a obchodu, 2010

[15] ŠKORPIL, J., KASÁRNÍK, M. *Obnovitelné zdroje energie I. vodní elektrárny.* Plzeň : Západočeská univerzita, 2000. s. 8.
[16] *Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2008* [online]. 2009 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.mpo.cz/dokument25358.html>.

Státní energetická koncepce

Významným dokumentem při stanovení výhledu ve skladbě energetických zdrojů je tzv. Státní energetická koncepce, která byla schválena vládou ČR dne 10. 3. 2004. Koncepce definuje priority a cíle České republiky v energetickém sektoru a popisuje konkrétní realizační nástroje energetické politiky státu. Součástí je i výhled do roku 2030.[17] Dovozní závislost České republiky v roce 2030 se odhaduje na 60 %, ovšem již dnes je závislost na dovozu ropy, zemního plynu a jaderného paliva prakticky stoprocentní.[18]

Z následující tabulky vyplývá postupné utlumování podílu tuhých paliv, nárůst podílu jaderných zdrojů a především pak obnovitelných zdrojů.

Tabulka č. 1: Rekapitulace podílu zdrojů na výrobě elektřiny v ČR[19]

Podíly na výrobě elektřiny	**Stav v roce 2000**	**2005**	**2030**
Tuhá paliva	70,5%	55,5%	36,8%
Hnědé uhlí	58,4%	48,9%	31,9%
Černé uhlí	12,1%	6,6%	4,9%
Plynná paliva	6,4%	4,7%	7,2%
Kapalná paliva	2,2%	1,1%	0,4%
Jaderné palivo	18,4%	33,3%	38,6%
Obnovitelné zdroje	2,3%	5,3%	16,9%

Skupina ČEZ

Skupina ČEZ je nejvýznamnějším výrobcem elektřiny v ČR. Dle zprávy za rok 2008 bylo celých 46 % energie vyrobeno tzv. bezemisními zdroji, mezi které ČEZ řadí jaderné elektrárny - na ty připadlo 44 % výroby, zbylá 2 % připadají na obnovitelné zdroje, což jsou elektrárny vodní, větrné a sluneční.[20]

---

[17] BECHNÍK, B., SROKA, R. *Obnovitelné zdroje energie – energetický potenciál a jeho vývoj v čase* [online]. 2009 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=6056&h=17>

[18] KŘENEK, V. *Člověk a energie.* Plzeň : Západočeská univerzita, 2006. s. 8.

[19] BECHNÍK, B., SROKA, R. *Obnovitelné zdroje energie – energetický potenciál a jeho vývoj v čase* [online]. 2009 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=6056&h=17>

[20] *Roční zpráva o provozu jaderných elektráren Skupiny ČEZ* [online]. 2008 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/rocni-zprava.html>.

3 Větrná energie

Větrná energie patří mezi klasické obnovitelné zdroje energie. Sluneční záření, které dopadá na Zemi, nerovnoměrně ohřívá různé části atmosféry, což vede k proudění vzdušných mas, a tím k vzniku větru. Otáčivý pohyb naší planety a vliv slunečního záření způsobují pravidelné proudění vzduchu nad mořem i pevninou.

Větrná energie je využívána od pradávna – nejprve jako náhrada za zvířecí sílu (k pumpování vody ze studní, pohon pro mlýny), později s rozvojem elektrických motorů je zkoušena i jako zdroj elektrické energie. Skutečný rozmach ve využívání energie větru pro výrobu elektrické energie přichází až v souvislosti s legislativní podporou (v Evropě nejprve program rozvoje větrné energetiky, později Směrnice o podpoře výroby z obnovitelných zdrojů energie), kdy se větrné elektrárny stávají symbolem „zelené energie“ (tj. energie vyrobené z obnovitelných zdrojů).

3.1 Historie využívání větrné energie

Možnost využití energie větru si lidé uvědomili velmi brzy, vítr byl zřejmě první živel, který se člověku podařilo ovládnout. Egypťané používali sílu větru k pohonu lodí již 5000 let př. n. l. Prvními prakticky využitelnými stroji se však staly větrné mlýny, které se používaly v Číně a Persii již v 7. století. Ve středověku se technologie větrných mlýnů rozšířila do Evropy. Význam větrné energie vrcholil v 16. století. V 17. století dosáhl počet větrných mlýnů šedesáti tisíc.[21]

V Evropě zaujalo vedoucí pozici ve využívání větrných mlýnů Holandsko – větrné mlýny se staly symbolem této země stejně jako tulipány. Na rozdíl od Anglie a Německa, kde hlavním zdrojem energie bylo uhlí, v Holandsku v té době byly hlavním energetickým zdrojem právě větrné stroje. V roce 1850 mohl být výkon všech větrných mlýnů kolem 1 000 MW.

[21] *Větrná elektrárna* [online]. 2010 [cit. 2010-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.quido.cz/objevy/vitr.htm>.

První zmínka o větrných mlýnech na území ČR je z roku 1277 – kdy byl provozován větrný mlýn v zahradě Strahovského kláštera v Praze. Celkem bylo na území dnešní ČR evidováno a je historicky ověřeno 879 větrných mlýnů.[22]

Prvním mužem, který se vážně zabýval myšlenkou vyrábět "pomocí vzduchu" elektřinu a který zřejmě také jako první na světě zhotovil větrný motor vyrábějící elektrický proud byl Poul la Cour (1846 - 1908). Bylo to v roce 1891 a vyrobený proud používal pro elektrolýzu ve své škole.[23] První zmínka o provozu větrného generátoru je z roku 1931, kdy byl spuštěn v Rusku na pobřeží Kaspického moře stroj o výkonu sto kilowatt. Tento generátor byl v provozu dva roky a vyrobil celkově dvě stě tisíc kilowatthodin elektrické energie. Během následujících desetiletí byly sestrojeny experimentální větrem poháněné generátory v USA, Dánsku, Francii, Nizozemí, Německu a Velké Británii.[24]

Obrázek č. 1: Historické větrné mlýny[25]

[22] *Z historie využívání energie větru v českých zemích*. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. 19.03.2009, [cit. 2010-03-01]]. Dostupný z WWW: <http://www.csve.cz/clanky/detail/36>.
[23] *Větrná elektrárna* [online]. 2010 [cit. 2010-03-01]. Dostupné z WWW: http://www.quido.cz/objevy/vitr.htm>.
[24] *Wind Power net* [online]. 2009 [cit. 2009-11-30]]. Dostupný z WWW: <http://www.wind-power.net/>.
[25] *Větrná elektrárna* [online]. 2010 [cit. 2010-04-15]. Dostupné z WWW: <http://www.quido.cz/objevy/vitr.htm>.

3.2 Větrná energie v legislativě

V krátké historii rozvoje větrných elektráren v zemích Evropy lze nalézt dva významné mezníky. Prvním z nich je rok 1980, kdy země Evropských společenství (předchůdce Evropské Unie) přijaly program rozvoje větrné energetiky. Ten stanovil technické a hospodářské možnosti v oblasti výstavby větrných elektráren a byl reakcí na embargo na dovoz ropy do průmyslově vyspělých zemí, kdy v 70. letech 20. století vypukla tzv. ropná krize. Následná instalace větrných elektráren (od roku 1990 vzrostl instalovaný výkon téměř stonásobně) znamenala, že se tyto elektrárny staly nejrychleji se rozvíjejícím obnovitelným zdrojem elektrické energie v Evropě.[26]

Za druhý mezník lze považovat rok 2001, kdy byla přijata směrnice Evropské unie 2001/77/ES o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie, a byl tak završen proces implementace právní podpory pro rozvoj obnovitelných zdrojů na úrovni států EU. Strategické a koncepční záležitosti byly diskutovány již v uplynulých létech v řadě materiálů, z nichž k významným patří tzv. „Bílá kniha pro strategii Evropské Komise a akční plán“, avšak teprve Směrnice 2001/77/ES zavazuje členské státy k podniknutí kroků pro rozvoj obnovitelných zdrojů, a ke stanovení podílu výroby z obnovitelných zdrojů energie pro členské státy EU do roku 2010. Směrnice pojednává o obnovitelných zdrojích elektrické energie obecně, tzn. neupřednostňuje žádný z nich.

Bílá kniha

Výchozím dokumentem pro současnou energetickou politiku EU je tzv. Bílá kniha o energetické politice pro EU, vydaná v roce 1997. Tento dokument definuje tři základní cíle, na které by se energetická politika EU měla v následujících letech zaměřit:

- posilování konkurenčního prostředí v oblasti výroby elektrické energie,
- zvyšování bezpečnosti výroby elektrické energie,
- ochrana životního prostředí.

Zároveň se energetická politika EU zaměřuje na další snižování závislosti EU na dovozu energie nebo energetických zdrojů především prostřednictvím efektivnějšího

[26] *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 2008 [cit. 2010-03-01]. Dostupné z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE.pdf>.

využívání svých vlastních zdrojů. Za tímto účelem EU v dané oblasti finančně podporuje výzkumné projekty.[27]

Evropská komise navrhuje zvýšit příspěvek obnovitelných zdrojů energie na celkové hrubé energetické spotřebě (tj. spotřeba veškeré elektrické i neelektrické energie) na 12 % do roku 2010, což je dvojnásobek oproti stavu v roce 1997. Tohoto cíle by mělo být dosaženo společným úsilím založeným na technických a ekonomických možnostech každého členského státu, přičemž propagace zvýšeného využívání obnovitelných zdrojů energie má zajistit jak každý členský stát, tak i Unie společně formou různých podpůrných opatření.

V Bílé knize jsou uvedeny scénáře vývoje jednotlivých druhů obnovitelných zdrojů elektrické energie (tj. biomasa, vodní elektrárny, větrné, solární, fotovoltaické, pasivní solární a geotermální elektrárny), a akční plán rozvoje těchto zdrojů v jednotlivých členských zemích. Pro větrné elektrárny se odhaduje průměrný růst instalované kapacity jeden gigawatt za rok, což znamená více než dvacet gigawatt instalované kapacity v členských zemích EU15 do roku 2010 (v roce 1996 byl v zemích EU15 instalovaný výkon třiapůl gigawatt), a akumulovanou kapacitu více než jedno sto gigawatt do stejného data.[28]

Směrnice Evropského společenství

Směrnice 2001/77/ES o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie vstoupila v platnost 27. října 2001 s tím, že členské státy měly upravit svou národní legislativu v souladu s touto směrnicí do dvou let. Hlavním cílem Směrnice je zajistit, aby byl v rámci Společenství splněn globální indikativní cíl 12 % podílu obnovitelných zdrojů energie v celkové energetické spotřebě v roce 2010 a zejména indikativní cíl 21 % (pro celou EU25) podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na hrubé spotřebě elektřiny v roce 2010. V Příloze ke směrnici jsou uvedeny národní indikativní cíle členských států EU spolu s prohlášeními těchto států za jakých předpokladů je mohou splnit, respektive co může splnění národního indikativního cíle

[27] *EU a energetika Bílá kniha* [online]. 2009 [cit. 2009-12-06]. Dostupné z WWW: <http://energetika-eu.cz/eu-energie-politika.htm>.
[28] *White Paper for a Communication Strategy and Action Plan* [online]. 1997 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_en.pdf.

ohrozit. V návaznosti na tyto cíle jsou členské státy povinny zavést takový systém podpory využívání elektřiny z obnovitelných zdrojů, který zajistí naplnění těchto cílů.[29]

Podíl elektřiny z OZE na celkové spotřebě

Podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě elektrické energie ve vybraných zemích EU je uveden v tabulce č. 2. Tento ukazatel je poměr mezi elektřinou vyrobenou z obnovitelných zdrojů a hrubou tuzemskou spotřebou elektřiny za daný kalendářní rok. Vyjadřuje podíl elektřiny vyrobené z obnovitelných energetických zdrojů na celkové tuzemské spotřebě elektřiny. Hrubá tuzemská spotřeba elektřiny zahrnuje celkovou hrubou tuzemskou produkci elektřiny ze všech paliv (včetně závodových provozoven - samovýrobců elektřiny), plus dovoz elektřiny, mínus vývoz.

Tabulka č. 2: Podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů na spotřebě elektrické energie[30]

	1997	**2001**	**2003**	**2005**	**2007**	**2010**
EU (27 zemí)	13.1	14.4	12.9	14.0	15.6	21.0
EU (15 zemí)	13.8	15.2	13.7	14.5	16.6	22.0
Česká republika	3.5	4.0	2.8	4.5	4.7	8.0
Dánsko	8.9	17.3	23.2	28.3	29.0	29.0
Německo	4.3	6.5	8.2	10.5	15.1	12.5
Estonsko	0.1	0.2	0.6	1.1	1.5	5.1
Španělsko	19.7	20.7	21.7	15.0	20.0	29.4
Francie	15.2	16.5	13.0	11.3	13.3	21.0
Itálie	16.0	16.8	13.7	14.1	13.7	22.55
Maďarsko	0.8	0.8	0.9	4.6	4.6	3.6
Nizozemsko	3.5	4.0	4.7	7.5	7.6	9.0
Rakousko	67.5	67.2	53.1	57.4	59.8	78.1
Polsko	1.8	2.0	1.6	2.9	3.5	7.5
Portugalsko	38.3	34.2	36.4	16.0	30.1	39.0
Slovensko	14.5	17.9	12.4	16.7	16.6	31.0
Finsko	25.3	25.7	21.8	26.9	26.0	31.5
Švédsko	49.1	54.1	39.9	54.3	52.1	60.0
Spojené království	1.9	2.5	2.8	4.3	5.1	10.0

[29] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 14.

[30] *Elektřina vyrobená z obnovitelných zdrojů* [online]. 2009 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: <http://apl.czso.cz/ode/tab/tsien050.htm>.

Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů v ČR

Česká republika po svém vstupu do Evropské unie k 1. květnu 2004 musela plnit závazky vycházející z principů koordinované energetické politiky. Návrh zákona o podpoře výroby elektřiny a tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie byl předložen do vlády v listopadu 2003 tak, aby byl přijat před vstupem ČR do EU. Bohužel, projednávání bylo složité a zákon byl schválen v poslanecké sněmovně až 23. května 2005. Během projednávání doznal značných změn – byly upraveny některé základní principy systému podpory výroby elektřiny, došlo k vyškrtnutí části o podpoře tepla a byla vložena část definující podporu biopaliv. Zákon nakonec vstoupil v platnost 1. srpna 2005, jeho název je "Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů" a je uveden pod č. 185/2005 Sb.

Cíle zákona č. 185/2005 Sb. lze shrnout do následujících bodů:[31]

- zvýšit podíl výroby elektřiny v zařízeních na bázi obnovitelných energetických zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v takovém rozsahu, aby ČR splnila indikativní cíl ve výši 8 % v roce 2010,
- přispět odpovídajícím snížením emisí skleníkových plynů k ochraně klimatu,
- přispět odpovídajícím snížením emisí ostatních škodlivin do prostředí k ochraně životního prostředí,
- přispět ke snížení závislosti na dovozu energetických surovin,
- přispět ke zvýšení diverzifikace a decentralizace zdrojů energie a tím ke zvýšení bezpečnosti dodávek energie,
- podpořit vytvoření institucionálních podmínek pro zavádění nových technologií, jejich proniknutí na trh jak v tuzemsku tak i v zahraničí,
- využíváním biomasy přispět k péči o krajinu,
- podporou využívání obnovitelných zdrojů energie přispět k vyšší zaměstnanosti v regionech.

Indikativní cíl 8 % znamená pro ČR závazek pro vytvoření takových podmínek, aby podíl výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie,

[31] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 15.

tj. celkově vyrobené elektrické energie včetně vlastní spotřeby elektroenergetických provozů, dosáhl k určitému datu určité hodnoty. Tento cíl je pak základním východiskem pro stanovení výše výkupních cen a bonusů podle tohoto zákona. Ve Směrnici ES je stanoveno, že tato hodnota je indikativní (směrná či doporučená), avšak současně Komise EU zveřejní každé dva roky hodnotící zprávu, ve které uvádí, zda jsou pokroky k naplnění cíle v souladu s politikou EU.

Zákon č. 180/2005 Sb. definuje tři nástroje pro podporu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů:

- stanoví nový pojem „zelený bonus“ a právo výrobce elektřiny na jeho úhradu,
- garantuje minimální výkupní cenu elektřiny,
- stanoví povinnost provozovateli elektroenergetické sítě přednostně připojit obnovitelný zdroj a veškerou vyrobenou elektřinu vykupovat.

Zelený bonus

Zelený bonus je příplatkem k tržní ceně elektřiny. Touto tržní cenou se rozumí průměrná cena elektřiny z obnovitelných zdrojů, za kterou výrobci elektřiny z daného obnovitelného zdroje na trhu svoji elektřinu prodávají. Celkový příjem výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů, který bude získávat podporu v režimu zelených bonusů, tedy bude součet tržní ceny elektřiny a ceny zeleného bonusu.[32]

Garance minimální výkupní ceny

Pokud se výrobce nerozhodne pro tzv. zelený bonus, má právo garance minimální výkupní ceny po dobu patnácti let. Výkupní cena za elektřinu se stanoví v roce uvedení zařízení do provozu a v dalších letech se upravuje s ohledem na index cen průmyslových výrobků.[33] Tímto je výrobci zajištěna po dobu patnácti let stabilní výše výnosů za jednotku elektřiny, což usnadňuje přístup k bankovním úvěrům.

Povinnost připojení do soustavy a výkupu energie

Zákon č. 180/2005 Sb. stanovuje povinnost provozovateli přenosové soustavy nebo provozovateli distribuční soustavy přednostně připojit k přenosové soustavě nebo k distribučním soustavám zařízení výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů.

[32] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 15.
[33] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 91.

Předpokladem je splnění podmínek připojení a dopravy elektřiny stanovených energetickým zákonem, potažmo provozními pravidly pro provozování přenosové a distribučních soustav.

Provozovatelé regionálních distribučních soustav a provozovatel přenosové soustavy jsou povinni vykupovat veškerou elektřinu z obnovitelných zdrojů, na kterou se vztahuje podpora, a uzavřít smlouvu o dodávce, pokud výrobce elektřinu z obnovitelných zdrojů k výkupu nabídl.[34]

3.3 Větrná energie a ekonomika

Ekonomika výstavby a následného provozu větrných elektráren je asi zdrojem nejširší diskuse. Pokud se nějaký investor rozhoduje pro stavbu nového zdroje, očekává, že se mu vložené prostředky vrátí. Úspěšnost zavádění nových technologií je závislá na více faktorech, z nichž nejvýznamnějšími jsou:

- stanovení výše výkupních cen elektřiny vyrobené větrnou elektrárnou,
- výše investičních prostředků, kde nejvyšší položku představuje cena vlastní větrné elektrárny,
- režim půjček, splácení úvěrů, daní, případných dotací.

Další významné investiční náklady představují vybudování nezbytné infrastruktury (především vyvedení výkonu do elektrické sítě), náklady na výstavbu a projekční náklady a náklady spojené s povolovacím řízením (potřebné studie, měření větru, případné kompenzace).

Z hlediska makroekonomického je nákladem na provoz větrných elektráren především zvýhodnění výkupní ceny elektřiny a případné druhotné náklady spojené s rozvojem a provozem elektrizační soustavy. Na druhé straně vah pak stojí negativní externí náklady spojené s provozem jiných zdrojů elektrické energie, jako jsou škody na životní prostředí (plynné a tuhé emise, rekultivace ap.), emise skleníkových plynů, jejich vyčerpatelnost či závislost na dovozu ze zahraničí.[35]

---

[34] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 18.

[35] HANSLIAN, D., HOŠEK, J., ŠTEKL, J. *Odhad realizovatelného potenciálu větrné energie na území ČR* [online]. 2008 [cit. 2009-12-20]. Dostupné z WWW: <http://www.ufa.cas.cz/html/dllouka/potencial_ufa.pdf>.

Výkupní ceny v ČR

Do roku 2001 byly minimální výkupní ceny stanovovány provozovateli distribučních soustav v dané oblasti na základě uzavřené smlouvy mezi příslušným provozovatelem (v tu dobu tzv. REAS) a provozovatelem větrné elektrárny. Od r. 2001 stanovuje výkupní ceny Energetický regulační úřad. Zásadní změnu do režimu určování výkupních cen pak přinesl zákon č. 180/2005 Sb. Výkupní ceny stanovené ERÚ nesmí být nižší než 90 % hodnoty výkupních cen platných roce, v němž se o novém stanovení rozhoduje. Přehled výkupních cen je uveden v následující tabulce.

Tabulka č. 3: Výkupní ceny elektřiny z větrných elektráren v letech 2004 – 2010[36]

Uvedení VTE do provozu	**Pevná cena (Kč/MWh)**	**Zelené bonusy (Kč/MWh)**
Před 1. 1. 2004	3 480	3 080
Od 1. 1. 2004 do 31. 12 2004	3 140	2 740
Od 1. 1. 2005 do 31. 12 2005	2 990	2 590
Od 1. 1. 2006 do 31. 12 2006	2 730	2 330
Od 1. 1. 2007 do 31. 12 2007	2 680	2 280
Od 1. 1. 2008 do 31. 12 2008	2 610	2 210
Od 1. 1. 2009 do 31. 12 2009	2 390	1 990
Po 1.1.2010	2 230	1 830

Investiční náklady

Náklady na stavbu větrné elektrárny se vztahují na jednotku vyrobené energie – kilowatthodinu. Tyto měrné investiční náklady se postupně snižují, což je důsledkem vývoje technologií a růstu jednotkových výkonů. Nyní se instalují jednotky řádu 1-2 MW, dříve byly běžné jednotkové výkony 500-700 kW.[37]

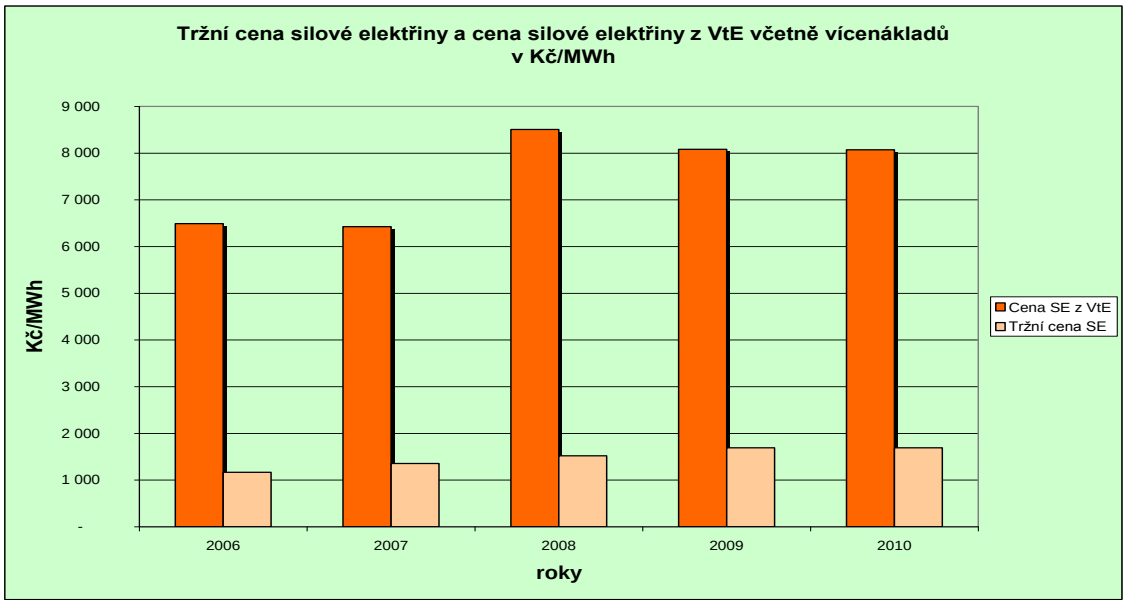
[36] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 4/2009* [online]. 3. 11. 2009 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: <http://csve.cz/pdf/cz/ER-CR-4_2009_OZE_KVET_DZl.pdf>.
[37] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 164.

Obecně platí, že výstavba pouze několika málo jednotek v dané lokalitě vede k vyšším měrným investicím, než realizace rozsáhlé větrné farmy, kdy dochází k rozložení společných nákladů na připojení, nákladů na vybudování přístupových cest a infrastruktury.

Náklady na regulaci přenosové a distribuční soustavy

České sdružení regulovaných elektroenergetických společností (ČSRES) provedlo na základě žádosti provozovatelů přenosové a distribučních soustav srovnání nákladů na silovou elektřinu s případem, kdy by všechny vícenáklady, které v elektroenergetické síti ČR způsobuje provoz větrných elektráren, byly promítnuty do ceny elektřiny z větrných elektráren. Podle současně platné legislativy jsou tyto náklady uplatňovány v rámci cen za služby přenosové a distribuční soustavy. Srovnání ukazuje, že cena silové elektřiny z větrných elektráren by byla více jak čtyřikrát vyšší, pokud by výrobce z větrné elektrárny (VtE) měl sám nést všechny náklady, které výroba z VtE v elektroenergetické síti ČR způsobuje a měl je započítat do ceny elektřiny.

Graf č. 2: Porovnání tržní ceny elektřiny s cenou elektřiny větrných elektráren



Zdroj: vlastní, České sdružení regulovaných elektroenergetických společností, 2009

4 Rozvoj větrné energetiky

Studiemi rozvoje větrné energetiky se zabývá řada institucí jak ve světě, tak i v Evropě. Mezi nejvýznamnější patří Světová rada pro větrnou energii (GWEC), a v Evropě Německý výzkumný ústav větrné energetiky (DEWI). V ČR se rozvojem větrné energetiky zabývá Česká společnost pro větrnou energii (ČSVE), a v poslední době i skupina ČEZ, a. s. prostřednictvím své dceřiné společnosti ČEZ Obnovitelné zdroje, s. r. o.

4.1 Rozvoj větrné energetiky ve světě

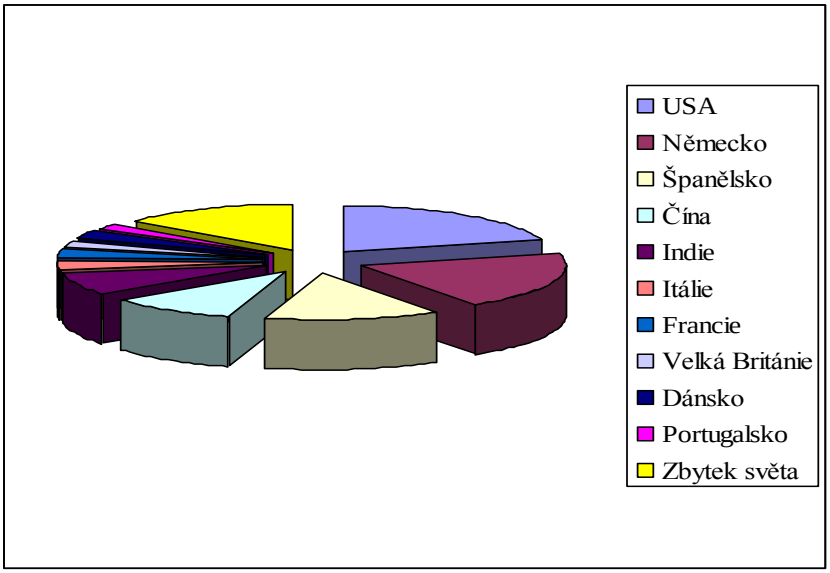
Instalovaný výkon větrných elektráren po celém světě vzrostl v roce 2008 podle údajů Světové rady pro větrnou energii (GWEC) na více než 120 gigawatt. Z toho téměř 66 gigawatt, tj. více než 50 % připadá na Evropu. Největší podíl za jednotlivé země má však USA, které tak předběhly dlouholetého lídra v této oblasti – Německo.[38]

Světová rada pro větrnou energii má pozitivní pohled na další vývoj celosvětového trhu energie větru v nadcházejících letech. Očekává, že počet nových instalací se navýší pětinásobně během deseti let, z asi 20 gigawatt instalovaných jen v roce 2007 na asi 107 gigawatt instalovaných během roku 2017. Jak průzkum společností aktivních v tomto mezinárodním průmyslu ukázal, mohlo by být celosvětově do konce 2017 instalováno celkem asi 718 gigawatt (ve srovnání s asi 94 gigawatt na konci roku 2007).[39]

[38] *Větrná energetika ve světě v roce 2008*. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. 20.05.2009, [cit. 2009-12-15]. Dostupný z WWW: <http://www.csve.cz/cz/clanky/vetrna-energetika-ve-svete-v-roce-2008/84>.

[39] *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 17.06.2008, [cit. 2009-11-16]. Dostupný z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE.pdf>.

Graf č. 3: Instalovaná kapacita ve větrných elektrárnách na konci roku 2008



Zdroj: vlastní, dle České společnosti pro větrnou energii, 2009. Dostupný z WWW: <http://www.csve.cz/cz/clanky/vetrna-energetika-ve-svete-v-roce-2008/84>.

Tabulka č. 4: Instalovaná kapacita ve větrných elektrárnách na konci roku 2008

Země	Instalovaná kapacita [GW]	Podíl [%]
USA	25,170	20,8
Německo	23,903	19,8
Španělsko	16,754	13,9
Čína	12,210	10,1
Indie	9,645	8,0
Itálie	3,736	3,1
Francie	3,404	2,8
Velká Británie	3,241	2,7
Dánsko	3,180	2,6
Portugalsko	2,862	2,4
Zbytek světa	16,686	13,8
Top 10	104,104	86,2
Svět celkem	120,791	100,0

Zdroj: vlastní, dle České společnosti pro větrnou energii, 2009. Dostupný z WWW: <http://www.csve.cz/cz/clanky/vetrna-energetika-ve-svete-v-roce-2008/84>.

Německo – evropský lídr ve větrné energetice

Na prvním místě „evropského větrného žebříčku“ zůstává s téměř než 24 gigawatty Německo. Na konci roku 2008 provozovalo Německo 19 460 větrných turbín o celkovém výkonu 22,247 gigawatt. Do sítě dodaly 37 miliard kWh, což je téměř polovina roční výroby všech českých elektráren, tedy sedm procent celkové německé výroby proudu. Větrná energie pokryla 7,2 procenta z celkové spotřeby elektrické energie Německa. V Německu je téměř třetina světových kapacit na výrobu elektřiny z větrné energie. Na první pětku spolkových zemí – Dolní Sasko, Braniborsko, Sasko, Severní Porýní-Vestfálsko a Šlesvicko-Holštýnsko připadá více než čtvrtina instalovaného výkonu, vyplývá z analýz Německého výzkumného ústavu větrné energetiky (DEWI).[40]

Do větrné energetiky se má v Německu do roku 2020 investovat 200 miliard eur, tedy více než pět biliónů korun. „Je to patnáctkrát více, než kolik se za stejnou dobu vloží do výstavby uhelných elektráren.“ poznamenal na okraj plánů 5000 německých firem šéf Spolkového sdružení pro obnovitelné zdroje (BEE) Johannes Lackmann. [41] Rozmach větrných energetických parků v Německu umožnily příznivé rámcové podmínky jako jsou státní podpora výzkumu a vývoje a hlavně zákony vytvářející systém zaručených cen za dodanou "větrnou" elektřinu. Kromě toho mohou poskytovatelé větrné energie požádat o osvobození od spotřební daně z elektřiny, kterou musí sami odebírat, a mohou využít zvýhodněných úvěrů při investicích do větrných zařízení.

Díky sázce na větrnou energii se v Německu rovněž rozvinul největší trh s větrnými elektrárnami, který údajně každoročně vytváří obrat kolem čtyř miliard eur (100 miliard korun) a zaměstnává zhruba 60 000 lidí. Dokonce vznikla celá nová výrobní odvětví jako je například výroba stožárů a rotorových plechů, které se staly rovněž významným exportním zbožím. Síla větru v Německu stále jedním z nejoblíbenějších zdrojů energie. V obecných průzkumech se pro něj pravidelně

---

[40] *Auswirkungen der Finanzkrise moderat – Weltmarkt wächst weiter* [online]. 2009 [cit. 2009/12/16]. Dostupné z WWW: <http://www.dewi.de/dewi/index.php?id=66&tx_ttnews[tt_news]=73&tx_ttnews [backPid]=47&cHash =c718f4f648>.

[41] *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 17.06.2008, [cit. 2009-11-16]. Dostupný z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE.pdf>.

vyslovuje drtivá většina Němců a pozitivně dopadají i místní referenda ke konkrétním projektům.[42]

4.2 Rozvoj větrné energetiky v ČR

V České republice se projevil po roce 1989 zvláštní fenomén v dynamice rozvoje větrné energetiky. Můžeme říci, že jde o český paradox. Zatímco ve státech západní Evropy probíhal nárůst ročně instalovaných výkonů větrných elektráren exponenciální řadou, v České republice bylo možno podobný trend pozorovat v období let 1990 - 1995. Po tomto roce měla vývojová křivka klesající tendenci. Tento prvotní růst větrné energetiky byl motivován následujícími důvody:

- po otevření hranic zapůsobila inspirativně na řadu českých turistů masivní výstavba větrných elektráren v Dánsku a Německu,
- větrné elektrárny vyráběné na území Česka byly nabízeny za cenu zhruba o 30 % nižší než v zahraničí,
- obecně panoval předpoklad, že výkupní ceny elektřiny z větru budou obdobné jako ve zmíněných státech,
- ve skutečnosti však v období 1996 – 2002 trend rozvoje větrné energetiky dostal záporné znamení, řada neprosperujících větrných elektráren byla demontována,
- výkupní cena elektřiny z větrných elektráren se až do roku 2001 pohybovala v rozmezí 0,9 až 1,13 Kč/kWh, což neumožňovalo rentabilní provoz větrných elektráren,
- větrné elektrárny od domácích výrobců, byť byly oproti výrobcům zahraničním výrazně levnější, neprošly fází provozních zkoušek a vykazovaly značnou poruchovost,
- rozvíjející se obor neměl potřebné teoretické, odborné a legislativní zázemí, např. řada větrných elektráren byla postavena v lokalitách s nepříznivými větrnými podmínkami.[43]

---

[42] *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 17.06.2008, [cit. 2009-11-16]. Dostupný z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE.pdf>.

[43] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 19.

Do konce roku 1995 byly na území ČR vybudovány dvacet čtyři větrné elektrárny, uvažujeme-li výkon nejméně 50 kW s celkovým okamžitým výkonem 8220 kW. Z tohoto počtu bylo demontováno šest větrných elektráren s celkovým výkonem 1075 kW a mimo provoz je jedenáct větrných elektráren s celkovým výkonem 2220 kW. Rostoucí trend počtu větrných elektráren a instalovaného výkonu nastal až po r. 2002, v souvislosti s cenovou politikou Energetického regulačního úřadu.[44]

V současné době se větrné elektrárny nacházejí především v oblasti Krušných hor, méně pak na Drahanské vrchovině či v Nízkém Jeseníku. Jednotlivé větrné elektrárny či malé větrné farmy jsou provozovány i v jiných částech České republiky. Největší větrná farma v ČR byla postavena v roce 2007 nedaleko Měděnce a vodní nádrže Písečnice v Krušných horách. Dnes zde stojí celkově dvacet čtyři větrných elektráren o souhrnném výkonu 49,5 MW, které tak tvoří více než třetinu celkového výkonu větrných elektráren v ČR. Výstavba této větrné farmy byla také příčinou poměrně skokového nárůstu instalovaného výkonu v roce 2007.[45]

[44] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice.* Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 86.
[45] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 19.

5 Konstrukce větrné elektrárny

Větrná elektrárna je technické zařízení, ve kterém se mění kinetická energie větru na energii elektrickou. V závislosti na průměru rotoru se tato zařízení dělí na malé, střední a velké.[46]

V současnosti se nejčastěji budují velké větrné elektrárny o výkonech 1,5 až 3 MW. Typická větrná elektrárna se sestává ze stožáru a hlavice (gondoly) s vrtulí. Stožár elektrárny umožňuje její vynesení nad přízemní pásmo větrných turbulencí. Nejrozšířenější stožáry jsou ocelové, v podobě mírně kónického tubusu. Stožáry jsou vysoké až 120 m.[47] Z tohoto důvodu nabízí někteří výrobci stožáry betonové a věže v podobě příhradové konstrukce. Příhradové stožáry bývají neesteticky hodnoceny pro svůj vzhled a řada ochranářů jim dala cejch, že poškozují ráz krajiny. Této kritice oponují jiní, kteří tvrdí, že příhradové stožáry lépe splývají s okolní krajinou a jsou materiálově méně náročné než tubusové stožáry. Výhodou příhradových stožárů může také být jejich začlenění do krajiny, obzvláště v místech, kde již nainstalovány jiné nadzemní stavby, např. stožáry elektrického vedení.

Moderní stroje jsou bezpřevodovkové, které využívají pomaloběžný mnohapólový generátor. Dále hlavice obsahuje generátor, ložiska, systém natáčení a řídící systém. K hlavě elektrárny jsou připojeny vrtule, které zajišťují přenos proudícího vzduchu do strojovny. Snahy o zvětšení výkonu větrných elektráren vedly ke zvětšování plochy vrtulí, a to jak jejich délkou, tak i šířkou. Při vysokých rychlostech větru nesmí dojít k poškození generátoru, vrtule tedy musí být regulovatelná, a v krajním případě se musí i větrná elektrárna zastavit. Regulace výkonu vrtule se v podstatě provádí dvěma zásadními způsoby:

- odtržením proudu vzduchu u vrtulí s konstantním nastavením úhlu listů vrtule (regulace stall),
- přestavováním listů vrtule jejich natočením vůči směru větru (regulace pitch).[48]

---

[46] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 21.

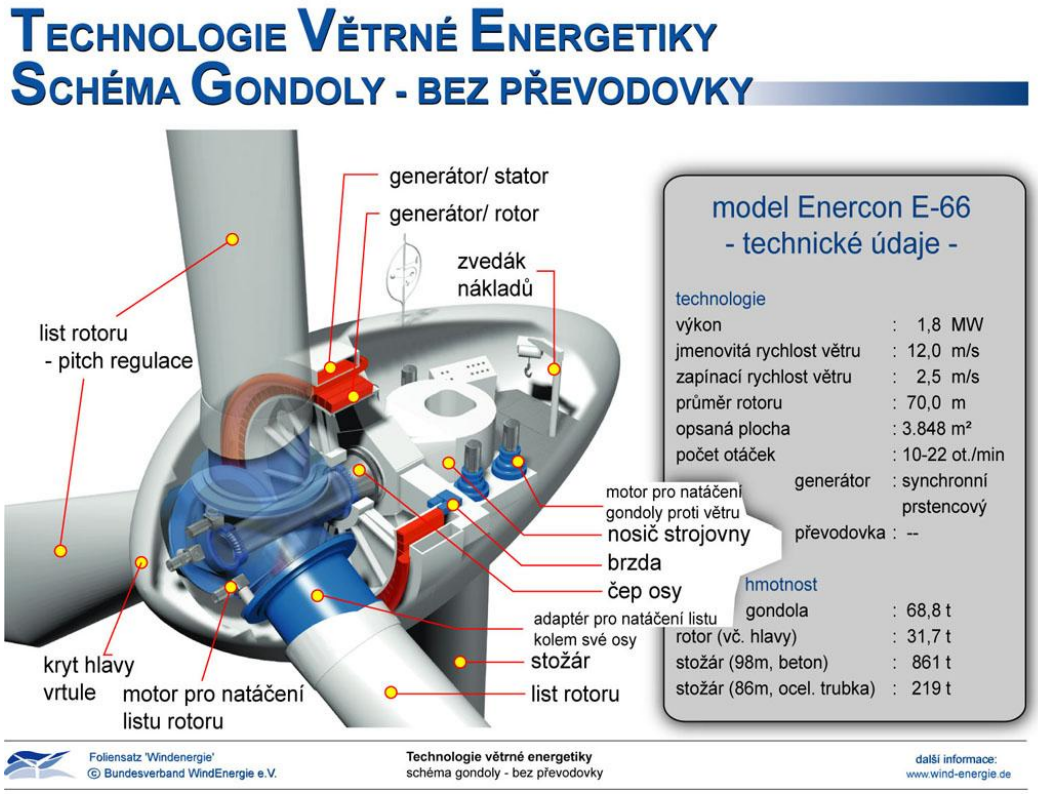
[47] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice.* Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 80-81.

[48] MOTLÍK , J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 80-81.

Technologie větrných elektráren prodělala od roku 1980, kam se datuje začátek moderní větrné energetiky v Evropě, mimořádný rozvoj. Tento rozvoj se projevil především:

- zvětšováním jednotkového výkonu větrných elektráren spojeným s růstem průměru rotorů,
- zvětšováním výšky stožárů větrných elektráren a tím snižováním nepříznivého vlivu drsnosti zemského povrchu,
- zkvalitňováním technologie větrných elektráren projevujícím se ve snižování poruchovosti, hlučnosti a nároků na provoz
- snižováním měrných nákladů na vyrobenou energii.[49]

Obrázek č. 2: Schéma bezpřevodovkové gondoly větrné elektrárny typu E-66[50]



[49] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010, s. 23.

[50] *Větrná energetika ve světě v roce 2008*. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. 20.05.2009, [cit. 2009-12-15]. Dostupný z WWW: <http://www.csve.cz/cz/clanky/vetrna-energetika-ve-svete-v-roce-2008/84>..

6 Větrné elektrárny

Žádná technologie výroby elektrické energie není zcela bez záporných ekologických vlivů. Výroba elektrické energie větrnými elektrárnami vyvolává minimální negativní vlivy na životní prostředí v porovnání s klasickými energetickými zdroji. Větrné elektrárny neprodukují plynné či tuhé emise včetně CO_2 nebo jiné skleníkové plyny. Není nutné ukládat vyhořelé palivo nebo popílek a nevyžadují pro svůj provoz vodu a tak ji neznečišťují a neprodukují odpadní teplo.

Přes tato pozitivní hlediska existují i negativní dopady, způsobené zejména provozem větrné elektrárny. Mnohé z negativních vlivů lze odstranit vhodným umístěním větrné elektrárny, a tak proces jejího povolení je zásadní pro budoucí dopady při jejím provozu. Rovněž technologický vývoj napomáhá snižovat negativní vlivy větrné elektrárny (hluk, stroboskopický jev apod.).

6.1 Větrné elektrárny a krajinný ráz

Při stavbě větrných elektráren musí být respektován zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/92 Sb. Nejsou přípustné stavby v národních parcích, v přírodních rezervacích, v chráněných krajinných oblastech první zóny a v blízkosti národních památek.

Výstavbou větrné elektrárny je staveniště v porovnání s výstavbou jiných energetických zařízení zatíženo minimálně. Úprava terénu pro příjezd těžkých mechanizmů nezbytných pro stavbu základu a pro montáž tubusu a samotné turbíny je potřebná jen na krátkou dobu. Po ukončení stavby se terén uvede do původního stavu. Pouze je třeba přemístit a uložit vytěženou zeminu při stavbě základu. Po zabetonování základu je tento zahrnut zeminou. Z povrchu země vystupuje pouze věnec na upevnění tubusu. Stavba je relativně krátká, trvá do dvou měsíců. Větrné elektrárny umožňují polyfunkční využití zemědělské půdy. Zemědělskou půdu je možno využívat téměř v původním rozsahu, obdobně jako je tomu u stožárů pro elektrické vedení.

Obrázek č. 2: Umístění větrné elektrárny v krajině[51]

Tvorba posudků

Stejně tak jako u všech větších staveb, je i v případě žádosti o výstavbu větrné elektrárny požadováno posouzení vlivu na životní prostředí podle zákona č.100/2001 Sb. nebo-li tzv. studie E.I.A. (zkratka z angl. Environmental Impact Assessment). V případě žádosti o výstavbu větrné elektrárny se zpracovává podklad pro studii E.I.A., který obsahuje zejména tyto části:

– umístění a charakter stavby – popis stavby, její výška, umístění v katastrálním území, včetně přístupových cest a kabelů,
– předpokládaný výkon,

[51] HANSLIAN, D., HOŠEK, J., ŠTEKL, J. *Odhad realizovatelného potenciálu větrné energie na území ČR* [online]. 2008 [cit. 2009-12-20]. Dostupné z WWW: <http://www.ufa.cas.cz/html/dllouka/potencial_ufa.pdf>.

- popis technického a technologického řešení – výkon zařízení, technický popis,
- předpokládaný termín zahájení a dokončení realizace záměru,
- údaje o vstupech – výměry, zábor půdy, řešení přístupových cest, vzdálenosti od lesních pozemků,
- energetické a surovinové zdroje – jejich spotřeba během výstavby záměru,
- nároky na dopravní a jinou infrastrukturu,
- použitou techniku během výstavby – zejména těžké mechanismy.

Při rozhodování o přijetí projektu větrné elektrárny je rozhodujícím faktorem krajinný ráz. Krajinný ráz je pojem hojně používaný ve spojitosti s ochranou krajiny, jejího obrazu, estetických a přírodních hodnot. Hodnocení krajinného rázu vychází ze dvou přístupů – expertního (krajinně ekologického) a percepčního, tj. jak je daná krajina či stavba v krajině vnímána.[52]

Větrné elektrárny nesporně tvoří nové dominanty v krajině. Musí se stavět tam, kde je dostatečně větrno, tedy většinou na kopcích nebo rozlehlých rovinách. To, že jsou vidět, ještě ale neznamená, že pohled do krajiny hyzdí. Vliv na krajinný ráz je hodnocení z pohledu člověka, které je v konečném důsledku velmi subjektivní. Někomu turbíny vadí, jinému se líbí. Větrná elektrárna je často hodnocena jako moderní prvek, který krajinu oživuje, symbol čisté, nevyčerpatelné a dynamické energie větru.

Samozřejmě jsou také místa, kde by větrné elektrárny stát neměly. Projektant musí posoudit, zda není záměr výstavby elektráren umístěn v území, kde by byl v zásadním střetu s požadavky ochrany přírody a krajiny nebo ochrany památkové zóny. V podmínkách ČR tyto projekty vždy podléhají hodnocení vlivu na krajinný ráz. Při něm se vytvoří pohledové studie, které umožní dopředu posoudit, jak bude elektrárna v krajině vypadat. Při posuzování je brán v potaz počet turbín, jejich rozložení a blízkost jiných větrných farem nebo dalších dominant. Je takřka jisté, že větrné elektrárny nenajdou své místo v maloplošných chráněných územích (přírodní rezervace, přírodní památky) nebo v prvních zónách národních parků a chráněných krajinných oblastí.

[52] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 139.

6.2 Větrné elektrárny a živá příroda

Člověk je součástí živé přírody, potřebuje ji pro zachování lidské populace i pro její další rozvoj. Uvědomění si nutnosti ochrany životního prostředí je znakem vyspělé společnosti, neboť zachování kvalitního životního prostředí je základní podmínkou pro existenci budoucích generací. Využívání obnovitelných zdrojů elektrické energie je jednou z podmínek, jak zachovat kvalitní životní prostředí, avšak tyto nové zdroje je nutné posuzovat v celém kontextu, tj. s jejich pozitivními i negativními dopady. Uvědomění si negativních dopadů obnovitelných zdrojů elektrické energie umožňuje objektivní náhled a současně jejich technický rozvoj, který v řadě případů odstraňuje či zeslabuje tyto negativní dopady.

Negativní vlivy větrných elektráren na živou přírodu lze obecně rozdělit do tří základních skupin:

- rušení větrnými elektrárnami (hlukem, samotnou přítomností) vedoucí k přemístění, případně vymizení některých druhů, včetně bariérového efektu na tažné druhy,
- úmrtnost způsobená kolizí s těmito stavbami (jak s rotujícími vrtulemi tak samotnými stožáry v klidovém stavu),
- ztráta nebo zničení či narušení prostředí a biotopů v důsledku výstavby a přítomnosti staveb a s nimi spojenou infrastrukturou.

Ztráta prostředí je obecně považována za malý vliv a týká se téměř výhradně cennějších biotopů mimo zemědělskou půdu, podobně bariérový efekt je považován za malý vliv – může nastat v případě výstavby velkých větrných parků čítajících desítky strojů. Význam má možné rušení druhů a zejména možná úmrtnost, která je hlavní otázkou a problémem při řešení větrných elektráren. [53]

Rušení

Rušení lze obecně rozdělit na vizuální a akustické, které mohou mít všeobecný plašící efekt, tj. vyvolávají strach, případně plenkové reakce, což vede nejčastěji

[53] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 139.

k vyhýbání se danému zařízení, případně opouštění hnízdiště nebo prostředí druhem obývané.

Tříletý výzkum, který prováděl Ústav pro výzkum divoce žijících zvířat na Veterinární univerzitě v Hannoveru, sledoval rozsáhlé území s celkem třiceti šesti větrnými elektrárnami i srovnávací oblasti, kde turbíny nejsou. Hustota zvěře na území s elektrárnami zůstávala stejná, nebo se dokonce zvyšovala. Přitom během výzkumu byly ve sledovaném území stavěny další turbíny. Provoz elektráren tedy nevede ani k odchodu zvěře, ani ji nenutí se těmto místům vyhýbat. Zvířata si totiž na zařízení zvyknou, takže jimi nejsou rušena. Potvrzují to zkušenosti myslivců i zemědělců z mnoha zemí, kde jsou větrné elektrárny v provozu.[54]

Kolize

Ke kolizi s větrnou elektrárnou může teoreticky dojít u kteréhokoliv druhu ptáka nebo netopýra. Měsíčník Windpower monthly před časem přiznal, že 269 turbín španělské elektrárny Tarifa zabíjí "významné množství" třinácti druhů ptáků, chráněných zákony EU. Fotografie supa, přeseknutého napůl jedním z jejích rotorů, vzbudila mezi ochranáři pobouření (na obálce ji zveřejnil časopis americké Audubonovy společnosti).[55]

Otáčející se lopatky pro letící opeřence riziko představují, avšak ne velké. Turbína je pro ně viditelná překážka, kterou oblétají, někdy i prolétají. Nebezpečnější je v noci nebo za mlhy, ale ani tehdy nebyly zaznamenány fatální důsledky. Ani případný střet s otáčející se lopatkou nemusí končit tragicky, přestože její obvodová rychlost na koncích dosahuje až dvě stě kilometrů v hodině. Kamery zaznamenaly, že vzduchový polštář okolo lopatky dokáže ptákem smýknout a tedy zabránit střetu, aniž by ho zranil či usmrtil.

[54] SEQUENS, E., HOLUB, P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta.* Brno : Sdružení Calla a Hnutí Duha, 2004. s. 20.
[55] *Větrné elektrárny – pochybnosti o ekonomické a ekologické výhodnosti* [online]. 2009 [cit. 2009-12-20] Dostupné z WWW: <http://www.stop-vetrnikum.webz.cz/index.php>.

6.3 Větrné elektrárny a jejich dopady na okolí

Hluk větrných elektráren

Hlukem se obecně rozumí akustický signál, jehož působení člověka poškozuje, ruší, obtěžuje.[56]

Zvuky, které větrné elektrárny vydávají, mají dvě příčiny: otáčející se mechanické prvky ve strojovně (převodovka, generátor a další mechanismy) a proudění vzduchu kolem listů vrtule. Mechanický hluk díky technologickému vývoji nepředstavuje hlavní zdroj hluku, ten tvoří hluk vznikající na aerodynamickém základě. Aerodynamický hluk je širokopásmový a při zvýšení rychlosti větru se zvyšuje.[57]

Důvodem častých obav z hluku větrných elektráren jsou u nás špatné zkušenosti s prvními nepovedenými českými prototypy turbín z počátku devadesátých let.[58]

Hygienické limity

Hygienický limit je zdravotně-ekonomický kompromis, tzn. není ostrou hranicí mezi poškozením nebo nepoškozením sluchu. Pro získání kolaudačního rozhodnutí je třeba prokázat splnění limitních hodnot měřením od akreditované nebo autorizované firmy. Měření probíhá na několika místech v okolí, případně i v nejbližší obytné budově u elektrárny. Systém limitů hluku v ČR je přísnější než v EU a je v souladu s doporučením mezinárodní zdravotnické organizace WHO.[59]

V českých zákonech jsou stanoveny limity pro hladiny hluku, které nesmějí být překročeny v denní (50 decibelů) a noční době (40 decibelů).[60] V ojedinělých případech je dnes také možné u elektráren, které byly již uvedeny do provozu, zajistit dodržování limitních hodnot v noční době také dodatečně, například snížením počtu otáček nebo vypínáním.

---

[56] LIBERKO, M. *Hluk v prostředí. Problematika a řešení*. Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2004. s. 5.

[57] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 108.

[58] SEQUENS, E., HOLUB, P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta.* Brno : Sdružení Calla a Hnutí Duha, 2004. s. 8.

[59] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 100.

[60] *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 17.06.2008, [cit. 2009-11-16]. Dostupný z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE.pdf>.

Infrazvuk

Českým specifikem jsou velmi silné obavy z infrazvuku, který by větrné elektrárny měly vydávat. Patrně však infrazvuk bývá mylně zaměňován za hluk větrného proudění. Německý spolkový zdravotní úřad prováděl na toto téma podrobný výzkum. Výsledky měření prokázaly, že větrné elektrárny nevydávají žádné škodlivé zvuky takto nízké frekvence. Podobně nebyly zjištěny ani vysoké frekvence z oblasti ultrazvuku.[61]

Větrné elektrárny a šíření radiového a televizního signálu

Nepohybující se stožár větrné elektrárny vadí vlnám úplně stejně jako jakýkoliv komín. Ten elektromagnetické pole narušuje, ale přijmu rozhlasu, televize i sítě mobilních telefonů to nevadí. Rušení signálu by hrozilo pouze v případě, že by kovový sloup turbíny stál přímo mezi nedalekou anténou a vysílačem. Ovšem tak blízko domů se elektrárny nestavějí. Jiná situace nastává u točícího se rotoru. Tam dochází k podobnému jevu jako u stroboskopického efektu, kdy je elektromagnetické vlnění střídavě zastiňováno a intenzita signálu kolísá. Totéž způsobují projíždějící automobily nebo vlaky. Zmíněné kolísání je však patrné jen v bezprostřední blízkosti pohybujících se předmětů. V běžných televizních a rozhlasových přijímačích je usměrňuje automatické vyrovnávání citlivosti, proto je diváci či posluchači vůbec nepostřehnou.

Navíc se dnes vrtule turbín nevyrábějí z kovu, nýbrž z umělých pryskyřic, takže elektromagnetické vlny neodrážejí.[62]

Větrné elektrárny a cestovní ruch

V regionech a lokalitách, pro které představuje cestovní ruch svými příjmy podstatnou součást místní ekonomiky, je argument negativního vlivu výstavby větrných elektráren na jeho fungování ožehavým tématem, který dokáže významně ovlivnit veřejné mínění a rozhodovací proces o plánovaných projektech. Stále přitom existuje

[61] SEQUENS, E., HOLUB, P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta.* Brno : Sdružení Calla a Hnutí Duha, 2004. s. 8.
[62] SEQUENS, E., HOLUB, P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta.* Brno : Sdružení Calla a Hnutí Duha, 2004. s. 8.

velmi omezené množství studií řešících tuto problematiku, a tak v mnoha případech převládají spekulace a přehnané obavy.[63]

Jsou známy případy, kdy výstavba nové větrné elektrárny naopak mnoho turistů přilákala. V české krajině jde o poměrně nový fenomén a některé turistické stezky přivádějí návštěvníky právě k větrným elektrárnám.

Například přímo u paty elektrárny v Kuželově byla instalována jedna z tabulí naučné stezky po jižním cípu Bílých Karpat. Do Jindřichovic pod Smrkem se na dvě 600 kW větrné elektrárny během prvního roku provozu přijelo podívat přes 12 tisíc lidí. Pod stožáry vzniklo informační středisko spojené se stánkem s občerstvením. I to ilustruje, jak sousedství větrných elektráren může sloužit rozvoji obce a přilákání turistů. V zahraničí je zvykem, že u větrných parků stojí informační tabule nebo informační centra. V rakouském Lichteneggu na jedné z větrných elektráren vybudovali prosklenou vyhlídkovou gondolu, do které se zájemci dopravují výtahem. Větrná elektrárna tak funguje jako rozhledna a lákadlo pro návštěvníky.[64]

Větrné elektrárny a stroboskopický jev

Pokud větrné elektrárny stojí mezi vámi a nízkostojícím sluncem, vnímáte nepříjemné kmitání světla a stínu. Tomuto jevu se říká stroboskopický efekt. Často bývá připodobňován jízdě autem nebo vlakem v aleji stromů. Avšak u větrných elektráren není tak intenzivní, protože se otáčejí mnohem pomaleji. Přesto, pokud blízko plánovaných elektráren stojí obytné domy, měl by si projektant dát pozor i na tento problém. Zvláště pozorně se zmíněnému problému věnují v severských zemích, kde je slunce nad obzorem níže, než je tomu u nás. Při přípravě projektů se počítá nejvyšší doba, po kterou v daném místě působení tohoto jevu hrozí (pokud by stále svítilo slunce, nikdy se nevyskytovaly mraky a rotor byl neustále kolmo k pozorovateli, a vrhal tedy největší možný stín), a skutečná doba působení podle reálných meteorologických podmínek.

---

[63] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí*. Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 178.

[64] *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 17.06.2008, [cit. 2009-11-16]. Dostupný z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE.pdf>.

Pokud zahrneme svit slunce, oblačnost a měnící se směr větru, celkově jde zhruba o pět až šest hodin v součtu za celý rok. Program ovládání elektrárny umožňuje takové nastavení, aby po dobu několika minut denně, kdy vrhání stínů na domy hrozí, byla elektrárna zastavena. Na diskoefekt stačí matná barva. U prvních větrných elektráren se stávalo, že se slunce odráželo na otáčejících se lopatkách a záblesky obtěžovalo obyvatele. Ale výrobci začali používat matné barvy listů rotoru a stížnosti na diskoefekt, jak se tento jev někdy označuje, ustaly.[65]

6.4 Provoz větrných elektráren v energetické síti

Využívání energie větru s sebou přináší celou řadu problémů souvisejících s jeho fyzikální podstatou. Nepravidelnost, nahodilost a špatná predikovatelnost síly a směru větru způsobují, že zařízení, určená k využívání jeho energie, jsou schopna pracovat pouze nevelkou část roku (v našich podmínkách cca 10 – 20 %). Nedokonalé využívání vybudovaných kapacit vede jednak k ekonomickým ztrátám v samotné výrobně a jednak k problémům s regulací v elektrizační soustavě.

Přenosová soustava

Ke správnému fungování přenosové soustavy je nutné, aby se množství odebrané a vyrobené energie každém okamžiku shodovalo. Tato podmínka vyplývá z hlavní nevýhody elektrické energie, a to je nemožnost jejího skladování. Protože se však množství spotřebované energie v čase mění (v závislosti na odběrech v továrnách, domácnostech), je potřebné tyto odchylky korigovat. Tuto korekci je povinen zajišťovat ze zákona provozovatel přenosové sítě. Provozovatelem přenosové soustavy v ČR je společnost ČEPS, a. s.

Akciová společnost ČEPS působí na území České republiky jako výhradní provozovatel přenosové soustavy (elektrická vedení 400 kV a 220 kV) na základě licence na přenos elektřiny, udělené Energetickým regulačním úřadem podle Energetického zákona. Společnost ČEPS je začleněna do evropských struktur. V rámci elektrizační soustavy České republiky poskytuje ČEPS přenosové služby a služby

[65] SEQUENS, E., HOLUB, P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta.* Brno : Sdružení Calla a Hnutí Duha, 2004. s. 8.

spojené se zajištěním rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektrické energie v reálném čase (systémové služby). ČEPS dále zajišťuje přeshraniční přenosy pro export, import a tranzit elektrické energie. Společnost se také dlouhodobě aktivně podílí na formování liberalizovaného trhu s elektřinou v ČR i v Evropě.[66]

Bezpečnost provozu PS ČR

Přenosová soustava České republiky byla opětovně na konci listopadu 2009 provozována na hranici bezpečného provozu.[67] Přetěžování některých vedení způsobila zvýšená výroba větrných elektráren na severu Německa a následné přetoky elektřiny z Německa a Polska do ČR. Situace je v současné době stabilizovaná, ale může se kdykoliv opakovat. Společnost ČEPS navíc musí hradit náklady spojené s přetoky. Společnost zároveň realizuje dlouhodobý program investičních akcí potřebných pro zajištění spolehlivosti přenosové soustavy a pro zajištění připojení nových zdrojů.

„Náklady na nutné změny zapojení a ztráty vzniklé přenosem elektřiny, která přes naši soustavu přetéká do soustav okolních, neseme my a potažmo i konečný zákazník," řekl na tiskové konferenci předseda představenstva a generální ředitel společnosti ČEPS, Petr Zeman. Dosud ale neexistuje mechanismus, který by náklady vyvolané operativním řízením v těchto situacích a náklady na vyvolané investice do rozvoje sítí jednotlivým provozovatelům kompenzoval.

Za účelem řešení nejen výše uvedených provozních problémů vznikla iniciativa jedenácti provozovatelů přenosových soustav s názvem Bezpečnost provozu přenosových soustav, jejímž významným a aktivním členem je i společnost ČEPS. Na celkový rozvoj a obnovu přenosové soustavy plánuje ČEPS v následujících letech vynakládat tři až čtyři a půl miliardy ročně.

---

[66] *Tiskové zprávy ČEPS* [online]. 2009 [cit. 2009-12.19]. Dostupné z WWW: <http://www.ceps.cz/cz/zpravy/zobrazakt.asp?ID=308>.

[67] *Tiskové zprávy ČEPS* [online]. 2009 [cit. 2009-12-19]. Dostupné z WWW: <http://www.ceps.cz/cz/zpravy/zobrazakt.asp?ID=308>.

7 Rozvoj větrných elektráren

Rozvoj větrné energetiky závisí na širokém spektru navzájem provázaných faktorů. Jedná se o:

- technologický rozvoj,
- větrný potenciál,
- ekonomickou rentabilitu provozu zařízení.

Technologický rozvoj

Konstrukce moderních větrných elektráren v porovnání s prvními stroji z roku 1980, kam se datuje začátek moderní větrné energetiky v Evropě, pokročila velmi významně. Tento pokrok je zřejmý v těchto oblastech:

- zvětšil se jednotkový výkon strojů – původní elektrárny o výkonech desítek kW jsou nahrazovány stroji s výkony jednotek MW (100 násobně vyšší),
- zvětšil se průměr rotorů a úměrně se zvýšilo jejich umístění – původní stožáry elektráren o výšce cca 20 m byly nahrazeny stožáry s výškami 100 až 120 m,
- zkvalitnila se technologie ve smyslu snížení poruchovosti a hlučnosti strojů - ve vzdálenosti cca 500 m od stožáru větrné elektrárny o výkonu 2 MW hladina hluku splňuje hygienické limity, tj. 40 dB.[68]

Větrný potenciál

Souběžně se zaváděním větrných elektráren se začala rozvíjet nová vědecká disciplína – meteorologie ve větrné energetice. Meteorologií se v České republice zabývá Akademie věd ČR a hlavní cíle lze vyjádřit takto:[69]

- určení větrného potenciálu na území ČR,
- určení pro danou lokalitu, případně pro vymezenou plochu, zásob větrné energie,

---

[68] HANSLIAN, D., HOŠEK, J., ŠTEKL, J. *Odhad realizovatelného potenciálu větrné energie na území ČR* [online]. 2008 [cit. 2009-12-20]. Dostupné z WWW: <http://www.ufa.cas.cz/html/dllouka/potencial_ufa.pdf>.

[69] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 25.

- rozvíjení metod pro vyhledávání optimálního rozmístění větrných elektráren,
- hodnocení meteorologických podmínek (hustota a teplota vzduchu, atmosférická námraza, turbulence, elektrické výboje),
- zdokonalování metod předpovědi výroby elektrické energie,
- výzkum optimalizace výroby elektrické energie větrnými elektrárnami v závislosti na meteorologii.

Množství a výkon (respektive výrobu) větrných elektráren, které lze provozovat na nějakém území, nazýváme větrným potencionálem. Jedná se o vysokou, avšak zcela teoretickou hodnotu, ve které nejsou zahrnuty reálné technické možnosti větrné energetiky, ani její zásadní legislativní omezení. Větrný potenciál je možné zhodnotit do tzv. větrné mapy (příkladem je větrná mapa ČR pro výšku 100 m nad zemským povrchem z r. 2007 zpracovaná Ústavem fyziky atmosféry AV ČR).

Legislativní omezení jsou zohledněna v tzv. technickém potencionálu, který ukazuje jaký by byl maximální možný rozvoj větrné energetiky při úplném využití současných technických možností. Nicméně i tato hodnota je pouze teoretická, neboť řada území je s ohledem na ochranu krajiny nevhodná.[70] Těmito územími převážně jsou:

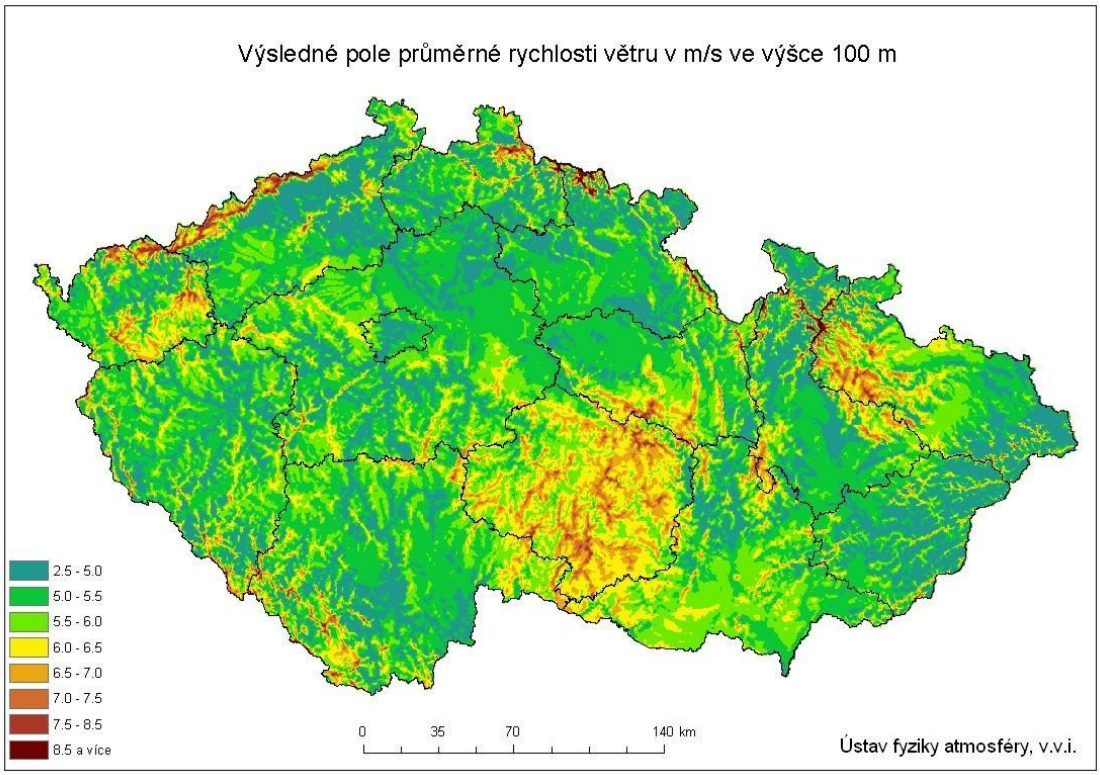
- zvláště chráněná území (národní parky, chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace, národní přírodní památky, přírodní rezervace a přírodní památky),
- přírodní parky,
- registrované významné krajinné prvky (zejména mokřady, stepní trávníky remízy, meze, trvalé travní plochy aj.),
- ochranná pásma zvláště chráněných území, významných krajinných prvků či památných stromů,
- území se zvýšenou hodnotou krajinného rázu, včetně krajinných památkových zón,

[70] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 52.

– ostatní významné krajinné prvky (lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy).[71]

Výzkumný tým Ústavu termomechaniky AV ČR zkoumá vhodnost jednotlivých typů generátorů do vybraného prostředí. Nejprve vše simuluje na matematických modelech, pak na zmenšených funkčních modelech a nakonec ověřuje své poznatky v praxi. Ústav termomechaniky AV ČR se zabývá i jinými projekty souvisejícími s větrnými elektrárnami.[72]

Obrázek č. 3: Větrná mapa ČR[73]



[71] SEQUENS, E., HOLUB, P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta.* Brno : Sdružení Calla a Hnutí Duha, 2004. s. 4.

[72] *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 17.06.2008, [cit. 2009-11-16]. Dostupný z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE.pdf>.

[73] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 53.

Ekonomická rentabilita

Každý projekt má kromě technických, ekologických a jiných souvislostí i ekonomické aspekty. Investor je vždy zainteresován na ekonomických výsledcích projektů, a cílem každého soukromého investora je maximalizace zisku. Při posuzování ekonomické efektivnosti je tedy nezbytné respektovat některé obecné zásady. Na základě respektování zásad se vytvoří ekonomický model projektu, který odráží všechny příjmy a výdaje vyvolané realizací projektu. Model současně musí zahrnovat celý životní cyklus projektu od přípravné fáze až po likvidaci projektu.[74]

Rozvoj větrné energetiky ve světě

Pokud se týká budoucího vývoje větrné energetiky ve světě, lze očekávat spíše pokles výstavby v oblastech, kde se větrná energetika prosadila jako první, tedy zejména v Německu a ve Španělsku. Výstavba elektráren zde již pozvolna naráží na nedostatek vhodných vnitrozemských lokalit a na limity energetické soustavy co do přenosu vyrobené energie. Intenzivní rozvoj však bude pokračovat v ostatních evropských a především v mimoevropských státech a je pravděpodobné, že v globálním měřítku bude nynější rekordní růst větrné energetiky ještě překonán. V nejbližších letech bychom se již měli dočkat také rozsáhlejší výstavby mořských, tzv. off-shore větrných elektráren, zpočátku především v oblasti Severního moře. Právě u „off-shore“ elektráren lze očekávat největší míru technologických inovací a pravděpodobně se dočkáme například i plovoucích elektráren pro výstavbu v hlubokých vodách či obřích mořských elektráren o výkonu přes 10 MW.[75]

Rozvoj větrné energetiky v České republice

Rozvoj větrné energetiky v České republice závisí na mnoha faktorech. Na jedné straně nahrávají výstavbě nových zdrojů rozličné motivační programy (výhodné výkupní ceny, povinnost výkupu vyrobené elektrické energie, bonusy za odebranou elektřinu), na straně druhé brání dynamičtějšímu rozvoji zdlouhavost, komplikovanost a

[74] MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha : ČEZ, a. s., 2007. s. 151.
[75] CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, enviromentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* Ústav geoniky Akademie věd ČR, 2010. s. 18.

netransparentnost schvalovacího procesu a nekonzistentní postoj veřejné zprávy. Samostatnou otázkou je potom kapacita přenosové soustavy, neboť zvyšování nestabilního výkonu ohrožuje její bezpečné fungování.

Do roku 2020 plánuje energetická Skupina ČEZ investovat do rozvoje nových větrných elektráren zhruba 20 miliard korun. Pro výstavbu větných elektráren se počítá s plochami v nadmořských výškách zpravidla nad 600 m, technologický rozvoj však již umožňuje vyrábět elektřinu z větru efektivně i v mimohorských oblastech. Podle odborných studií má největší potenciál větrné energie oblast severních Čech a severní Moravy, následuje jižní Morava a západní Čechy.

8 Diskuse

Pro objektivní posouzení přínosu obnovitelných zdrojů je nutné posoudit jak jejich silné, tak i slabé stránky. Mezi silné stránky větrných elektráren patří tyto:

- výrazně méně poškozují životní prostředí; pro jejich provoz není nutné dobývat suroviny, nevznikají spaliny, nepotřebují vodu ani jiné chladící médium,
- jsou nevyčerpatelným zdrojem energie,
- jsou k dispozici v každém místě; není je nutné dovážet ani převážet, a tím přispívají k energetické nezávislosti státu, umožňují decentralizaci energetických zdrojů a odpadají rizika spojená s jejich přesuny,
- jedná se většinou o zařízení s nízkým instalovaným výkonem, což umožňuje rozptýlenou výrobu elektrické energie a zvyšuje bezpečnost zásobování elektrickou energií,
- vytváří nové pracovní příležitosti – výstavba a následný provoz nových větrných elektráren znamená poptávku po pracovní síle.

Mezi slabé stránky větrných elektráren lze zařadit:

- vliv na krajinný ráz, jsou výraznými prvky v krajině, viditelnými z velké dálky z důvodu jejich výrazné výšky a umístění (vrcholy pohoří a otevřené části krajiny),
- vliv na faunu, jsou novými prvky v krajině a jejich provoz určitou část fauny ruší a může ji i ohrozit,
- vliv na obyvatelstvo, jejich výstavba i následný provoz v blízkosti obydlených oblastí jsou problematické,
- vliv na stabilitu energetických sítí, jsou nestabilními prvky energetické výroby, jejichž výkon kolísá v závislosti na proměně primární – větrné energie.

Výrazným přínosem obnovitelných zdrojů je v porovnání s klasickými i jadernými palivy vliv na životní prostředí. Negativní působení energetiky na životní prostředí lze shrnout do těchto bodů:[76]

[76] KLOZ, M., MOTLÍK, J., aj. *Využívání obnovitelných zdrojů energie – právní předpisy s komentářem.* Praha : Linde, 2007. s. 9.

- fosilní paliva nejsou zatíženy negativními externími náklady (náklady na odstraňování negativních dopadů při jejich používání, jako jsou škody na zdraví, přírodě, koroze atd.) a tedy jejich spotřebitelé nejsou dostatečně motivováni k vyšší míře efektivity jejich využívání (např. spalováním v moderních fluidních kotlích s vyšší účinností),
- od počátku 20. století se teplota Země rychle zvyšuje – celosvětově se zvýšila o 0,6 °C a v Evropě o 0,95 °C. Nyní globální oteplování postupuje tempem 0,2 °C za deset let – což je z historického hlediska velmi rychlá změna. Dopady globálního oteplování je již znát a s tím, jak teplota dále stoupá, se očekává, že budou ještě větší. Oxid uhličitý (CO_2) a další skleníkové plyny se v přírodě vyskytují přirozeně. Díky nim si naše planeta udržuje teplotu – bez nich by průměrná teplota na Zemi byla asi o 30 stupňů nižší. Nicméně činnost člověka, ať jde o vytápění domácností, sledování televize nebo ježdění autem, vyžaduje energii, která pochází ze spalování fosilních paliv, při němž se na oplátku produkuje CO_2. Právě tyto nadbytečné skleníkové plyny způsobují, že se Země nepřirozeně zahřívá. Tomu říkáme globální oteplování a jeho projevem je změna klimatu. S tím souhlasí velká většina předních světových klimatologů.[77] Pomalé snižování emisí skleníkových plynů v návaznosti na plnění závazků Kjótského protokolu Rámcové úmluvy o změnách klimatu. Podle údajů Swedish Energy Agency energetika v ČR produkuje 42 % všech tuzemských emisí oxidu uhličitého, přičemž jeho měrné emise jsou na obyvatele v ČR významně vyšší než v ostatních státech EU (poměrná hodnota v původních, starých státech EU-15 se pohybuje kolem 0,5 kg CO_2/obyvatele/HDP/rok, v ČR je tato hodnota více než 2,0 kg CO_2 /obyvatele/HDP/rok),
- znečištění přízemní vrstvy atmosféry včetně přízemního smogu – kromě automobilové dopravy se na tomto znečištění podílejí významně místní zdroje tepla a oxidy dusíku produkované velkou energetikou,
- ukládání jaderných odpadů, vznik jaderné havárie – stále není vyřešeno dlouhodobé ukládání jaderných odpadů, které jsou rizikové po dobu desetitisíců let. Riziko jaderné havárie z důvodu poruchy provozu jaderné elektrárny je sice

[77] Evropská komise. *K životnímu prostředí se chovejme ohleduplně!* Lucemburk : Úřad pro úřední tisky Evropského společenství, 2006. 3 s.

dnes již minimalizováno, ale jaderné elektrárny mohou být terčem teroristických útoků, a to jak zvenčí, tak především zevnitř,

- produkce odpadního tepla – velké elektrárny jsou zdrojem odpadního tepla (chladící voda, která je vypouštěna do řek, nádrží, chladící věže, které vypouští páru do ovzduší) a tak dochází v jejich bezprostředním okolí ke změnám mikroklimatu,
- změna krajinného rázu a biotopů v důsledku těžby pevných fosilních paliv, kontaminace palivy – přesun velkého množství hornin ničí původní biotopy, které již nelze obnovit. Těžba kapalných fosilních paliv je riziková z hlediska možné kontaminace okolního prostředí. Těžba radioaktivních rud je riziková s ohledem na možnou kontaminaci okolí dolů, podzemních vod (metody podzemního vyluhování). Nezanedbatelné je také riziko možné kontaminace okolí při přepravě radioaktivního materiálu, zejména v případě narušení přepravních obalů.

Z bakalářské práce vyplývá, že větrné elektrárny patří mezi významné obnovitelné zdroje. Stejně jako u každého zdroje elektrické energie mají své kladné i záporné stránky, a jejich míra je dána vhodným umístěním, využitím všech dostupných technických řešení a hlavně objektivním hodnocením jak přínosů tak i záporů.

Na příkladu České republiky je vidět, že nevhodné umístění prvních větrných elektráren či použití zastaralých technických konstrukcí znamenalo posílení negativního vnímání těchto zdrojů veřejností. Stejně tak prosazování některých záměrů ekonomicky silnými investory proti vůli veřejnosti může znamenat v konečném pohledu negativní pohled nejen na větrné elektrárny, ale i na ostatní obnovitelné zdroje. Za samostatný, ale určitě řešitelný problém je nutné považovat vliv větrných elektráren na stabilitu energetických sítí, a jedině seriozní analýza může pomoci vyřešit otázku míry nasazení jednotlivých typů obnovitelných zdrojů a tím určit pro danou zemi nejvhodnější řešení.

Závěr

Člověk je součástí přírody, je na její existenci závislý a potřebuje ji udržet v rovnovážném stavu pro možnost existence budoucích generací. Rozvoj ekonomiky bez závažných vlivů na životní prostředí, tzv. trvale udržitelný rozvoj společnosti je stále častěji vyslovován právě ve spojení s vyspělými ekonomikami evropských zemí, kde roste spotřeba energií, dochází k postupnému ubývání nerostných zdrojů a současně se zvyšuje závislost na dovozu primárních paliv ze zemí s nestabilním politickým systémem. Energetické suroviny se tak stávají součástí politické strategie a vyvážená energetická koncepce jedním ze základních dokumentů, které musí řešit budoucí orientaci Země ve smyslu skladby energetických zdrojů, výroben a odhadu spotřeby elektrické energie.

Využívání obnovitelných zdrojů energie je prioritou energetické koncepce EU a státy Evropské unie vkládají do výstavby těchto zdrojů poměrně velká očekávání – významný přínos do struktury zdrojů, čímž se sníží závislost na dovozu energetických surovin, a snížení zátěže životního prostředí, ke kterému se evropské státy zavázaly již v 90. letech minulého století v rámci programu na redukce skleníkových plynů.

Z pohledu podílu struktury zdrojů je na příkladu České republiky vidět, že plány jsou ambiciózní – přes řadu motivačních programů se nepodaří splnit indikativní cíl 8 % podíl obnovitelných zdrojů k r. 2010, ke kterému jsme se po přistoupení do EU v roce 2004 zavázali. Podpora rozvoje obnovitelných zdrojů se tak s ohledem na přijaté závazky v rámci členství ČR v EU stává politickou záležitostí a technické i společenské dopady nárůstu těchto zdrojů jsou potlačovány. Na příkladu větrných elektráren a reálného větrného potenciálu v ČR je vidět, že proklamovaný nárůst větrných elektráren je spíše přáním než možnou skutečností.

Snížení enviromentální zátěže lze dosáhnout i jinými prostředky než pouze výrobou elektřiny z obnovitelných zdrojů (výroba elektřiny v jaderných elektrárnách), a tak po počátečním nadšení nastupuje v řadě Evropských zemí fáze vystřízlivění a stanovení reálných možností. Ty jsou dány uvědoměním si pozitiv i negativ a jejich analýzou. Ve své práci jsem se snažila podchytit jak pozitivní, tak i negativní stránky větrných elektráren, včetně v poslední době zdůrazňovaného problému s vlivem na stabilitu přenosových sítí.

Věřím, že i tato bakalářská práce se může stát příspěvkem do diskuse o budoucnosti větrné energetiky v ČR, ačkoliv si uvědomuji, že v současné době jsou hlavním diskutovaným zdrojem fotovoltaické elektrárny a větrné elektrárny se tak dostávají do pozadí.

Seznam použité literatury

Literární zdroje

1. CETKOVSKÝ, S., FRANTÁL, B., aj. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí.* 1. vydání. Brno : Ústav geoniky Akademie věd ČR, v.v.i., 2010. 208 s. ISBN 978-80-86407-84-5.
2. EVROPSKÁ KOMISE. *K životnímu prostředí se chovejme ohleduplně!* Lucemburk : Úřad pro úřední tisky Evropského společenství, 2006. 22 s. ISBN 92-79-01239-8.
3. KLOZ, M., MOTLÍK. J., aj. *Využívání obnovitelných zdrojů energie – právní předpisy s komentářem.* 1. vydání. Praha : Linde, 2007. 512 s. ISBN 978-80-7201-670-9.
4. KŘENEK, V. *Člověk a energie.* 1. vydání. Plzeň : Západočeská univerzita, 2006. 192 s. ISBN 80-7043-489-9.
5. LIBERKO, M. *Hluk v prostředí. Problematika a řešení.* Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2004. 28 s. ISBN 80-7212-271-1.
6. LIBRA, M., POULEK, V. *Zdroje a využití energie.* 1. vydání. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2007. 141 s. ISBN 978-80-213-1647-8.
7. MOTLÍK, J., aj. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice.* 2. vydání. Praha : ČEZ, a. s., 2007. 181 s. ISBN 978-80-239-8823-9.
8. SEQUENS, E., HOLUB, P. *Větrné elektrárny: mýty a fakta.* Brno : Sdružení Calla a Hnutí DUHA České Budějovice, 2004. 30 s. ISBN 80-86834-09-3.
9. SVOBODA, K., KEPÁK, F. *Energetika a životní prostředí.* 1. vydání. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 1998. ISBN 80-7044-214-X.
10. ŠKORPIL, J., KASÁRNÍK, M. *Obnovitelné zdroje energie I. vodní elektrárny.* 2. vydání. Plzeň : Západočeská univerzita, 2000. 126 s. ISBN 80-7082-675-4.

Elektronické zdroje

1. *Auswirkungen der Finanzkrise moderat – Weltmarkt wächst weiter* [online]. 2009 [cit.2009/12/16]. Dostupné z WWW: <http://www.dewi.de/dewi/index.php?id=66&tx_ttnews[tt_news]=73&tx_ttnews[backPid]=47&cHash =c718f4f648>.
2. BECHNÍK, B., SROKA, R. *Obnovitelné zdroje energie – energetický potenciál a jeho vývoj v čase* [online]. 2009 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=6056&h=17>.
3. *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 4/2009* [online]. 3. 11. 2009 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: <http://csve.cz/pdf/cz/ER-CR-4_2009_OZE_KVET_DZl.pdf>.
4. *Elektřina vyrobená z obnovitelných zdrojů* [online]. 2009 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: <http://apl.czso.cz/ode/tab/tsien050.htm>.
5. *Energetické zdroje naší planety a jejich využití* [online]. 2009 [cit. 2009-07-18]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikibooks.org/wiki/Energetick%C3%A9_zdroje_na%C5%A1%C3 %AD_planety_a_jejich_vyu%C5%BEit%C3%AD>.
6. *EU a energetika Bílá kniha* [online]. 2009 [cit. 2009-12-06]. Dostupné z WWW: <http://energetika-eu.cz/eu-energie-politika.htm>.
7. *Fakta a mýty o jaderné energetice* [online]. 2009 [cit. 2009-07-18]. Dostupné z WWW: <http://www.nri.cz/web/ujv/fakta-a-myty-o-jaderne-energetice>.
8. HANSLIAN, D., HOŠEK, J., ŠTEKL, J. *Odhad realizovatelného potenciálu větrné energie na území ČR* [online]. 2008 [cit. 2009-12-20]. Dostupné z WWW: <http://www.ufa.cas.cz/html/dllouka/potencial_ufa.pdf>.
9. *Jaderná energetika ve světě* [online]. 2010 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-ve-svete.html>.
10. *Perspektivy větrné energetiky v České republice* [online]. 17.06.2008, [cit. 2009-07-18]. Dostupný z WWW: <http://m3v.ppc.cz/Dokumenty/Perspektivy%20vetrne%20energetiky%20v%20CR%20CSVE. pdf>.
11. *Roční zpráva o provozu jaderných elektráren Skupiny ČEZ* [online]. 2008 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/rocni-zprava.html>.
12. *Tiskové zprávy ČEPS, a.s*. [online]. 2009 [cit. 2009-12-19]. Dostupné z WWW: <http://www.ceps.cz/cz/zpravy/zobrazakt.asp?ID=308>.

13. *Větrná elektrárna* [online]. 2010 [cit. 2010-03-01]. Dostupné z WWW: <http://www.quido.cz/objevy/vitr.htm>.
14. *Větrné elektrárny – pochybnosti o ekonomické a ekologické výhodnosti* [online]. 2009 [cit. 2009-12-20] Dostupné z WWW: <http://www.stop-vetrnikum.webz.cz /index.php>.
15. *Větrná energetika ve světě v roce 2008*. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. 20.05.2009, [cit. 2009-12-15]. Dostupné z WWW: <http://www.csve.cz/cz/clanky/vetrna-energetika-ve-svete-v-roce-2008/84>.
16. *White Paper for a Communication Strategy and Action Plan* [online]. 1997 [cit. 2010-03-11]. Dostupné z WWW: <http://europa.eu/documents/comm/white _papers /pdf/com97_599_en.pdf>.
17. *Wind Power net* [online]. 2009 [cit. 2009-11-30]]. Dostupné z WWW: <http://www.wind-power.net/>.
18. *Z historie využívání energie větru v českých zemích*. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. 19.03.2009, [cit. 2010-03-01]]. Dostupné z WWW: <http://www.csve.cz/clanky/detail/36>.
19. *Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2008* [online]. 2009 [cit. 2010-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.mpo.cz/ dokument25358.html>.

Seznam příloh

Graf č. 1: Podíl zdrojů na výrobě elektrické energie v ČR v r.2008 ..…….....…… 12
Graf č. 2: Porovnání tržní ceny elektřiny s cenou elektřiny větrných elektráren …….. 23
Graf č. 3: Instalovaná kapacita ve větrných elektrárnách na konci roku 2008 ..……... 25

Obrázek č. 1: Historické větrné mlýny ……..… 15
Obrázek č. 2: Schéma bezpřevodovkové gondoly větrné elektrárny typu E-66 …….. 30
Obrázek č. 3: Umístění větrné elektrárny v krajině …….……..….... 32
Obrázek č. 4: Větrná mapa ČR ……. 43

Tabulka č. 1: Rekapitulace podílu zdrojů na výrobě elektřiny v ČR ..…….…. 13
Tabulka č. 2: Podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů na spotřebě elektrické energie .. 18
Tabulka č. 3: Výkupní ceny elektřiny z větrných elektráren v letech 2004 – 2010 22
Tabulka č. 4: Instalovaná kapacita ve větrných elektrárnách na konci roku 2008 …… 25

Abstrakt

STEINBAUEROVÁ, M. *Obnovitelné zdroje elektrické energie – větrné elektrárny : bakalářská práce.* České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, o. p. s., 2010. 56 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Darja Holátová, Ph.D.

Klíčová slova: zdroje elektrické energie, větrné elektrárny, legislativa, životní prostředí, silné a slabé stránky.

Práce se zaměřuje na obnovitelné zdroje elektrické energie a větrné elektrárny. Zkoumá výrobu elektrické energie v tepelné a jaderné elektrárně, a ukazuje nevýhody používání fosilních a jaderných paliv. Zmiňuje možné obnovitelné zdroje elektrické energie a strukturu zdrojů energie v ČR.

Pojednává o historii využívání větrné energie a o vývoji legislativní podpory tohoto zdroje i ostatních obnovitelných zdrojů elektrické energie v Evropě. Analyzuje legislativní a ekonomickou podporu větrné energetiky v ČR a porovnává rozvoj větrné energetiky v ČR se světem.

Ukazuje konstrukční řešení současných větrných elektráren a analyzuje jejich vliv na živou přírodu, okolí i bezpečnost provozu přenosové soustavy. Zmiňuje faktory, které ovlivňují rozvoj větrné energetiky a odhaduje možný další rozvoj větrné energetiky v ČR a ve světě.

V závěrečné části shrnuje silné i slabé stránky obnovitelných zdrojů elektrické energie a vliv současné energetiky na životní prostředí.

Abstract

STEINBAUEROVÁ, M. *Renewable sources of power energy – power wind generation : Bachelor's thesis.* České Budějovice: The College of European and Regional Studies, o. p. s., 2010. 56 p. Supervisor: doc. Ing. Darja Holátová, Ph.D.

Key words: sources of power energy, wind power generation, legislation and economy impact, environment, strong - weak points analysis.

This bachelor's thesis is concentrated on the renewable sources of power energy and the wind power generation. It investigates the power energy production in a heat and a nuclear power station, and describes the disadvantages of fossil and nuclear sources usage. It mentions the possible renewable sources and the structure of power energy sources in the Czech Republic.

It deals with the history of wind power energy usage and with the legislation support of this source as well as with other renewable sources of power energy in Europe. The thesis analyses the legislation and economy support of wind energy in the Czech Republic and compares the development of power wind generation in the Czech Republic with that in the world.

It shows the construction of the present wind power generators and analyses their impact on the environment, the surrounding area and safe operation of transmission system. The thesis deals with the factors that influence further developments of power wind generation and estimates possible developing trends in the power wind generation in the world as well as in the Czech Republic.

In its final part the strong - weak points analysis and impact of the present power energy production on the environment are summarized.