

The page features a decorative graphic on the right side consisting of three blue circles of varying sizes, each with a lighter blue ring around its center. Two thin blue lines intersect at the top right, forming a triangular shape that frames the circles. The largest circle is at the top right, a smaller one is in the middle, and a third, partially cut off by the edge, is at the bottom right.

# **VĚTRNÁ ENERGIE**

**Ing. Andrea Habrychová**

**Ing. Monika Hortvíková**

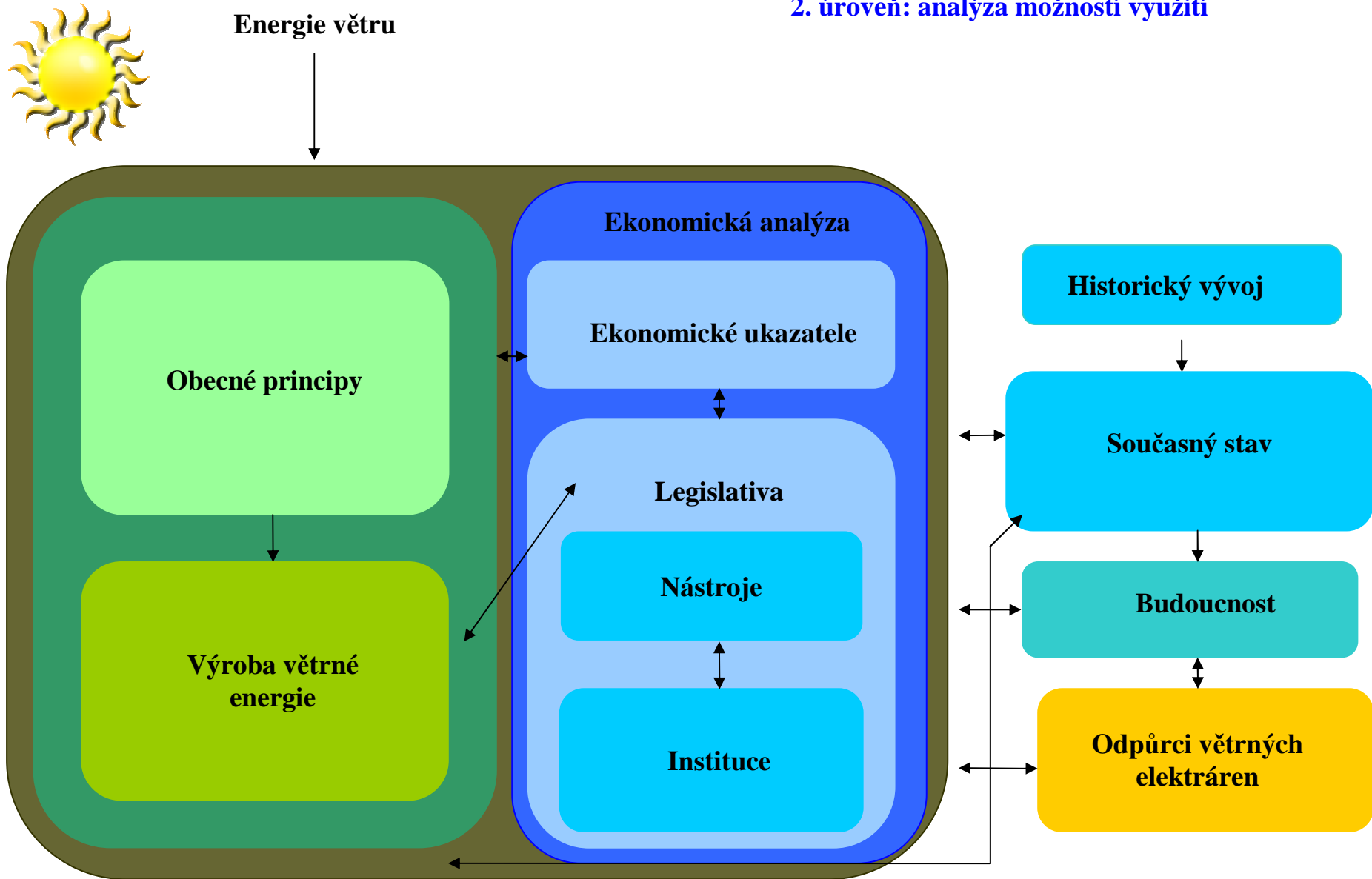
## Obsah

Úvod .....	3
1. Historická zmínka .....	6
2. Vítr – přírodní energetický zdroj.....	6
3. Větrné elektrárny .....	7
3.1 Princip větrné elektrárny .....	7
3.2 Typy turbín .....	9
3.3 Konstrukční řešení větrných turbín .....	10
4. Větrné elektrárny ve světě.....	12
5. Větrné elektrárny a Evropská unie .....	12
6. Využití větrné energie v ČR.....	13
6.1 Přírodní podmínky.....	13
6.2 Historický vývoj a současná situace.....	15
7. Legislativa .....	17
8. Finanční nástroje podpory .....	18
9. Daňová zvýhodnění.....	19
10. Dotační podpora .....	20
11. Ekonomické zhodnocení využitelnosti - SWAT analýza.....	20
Závěr.....	21
Použitá literatura a informační zdroje .....	22

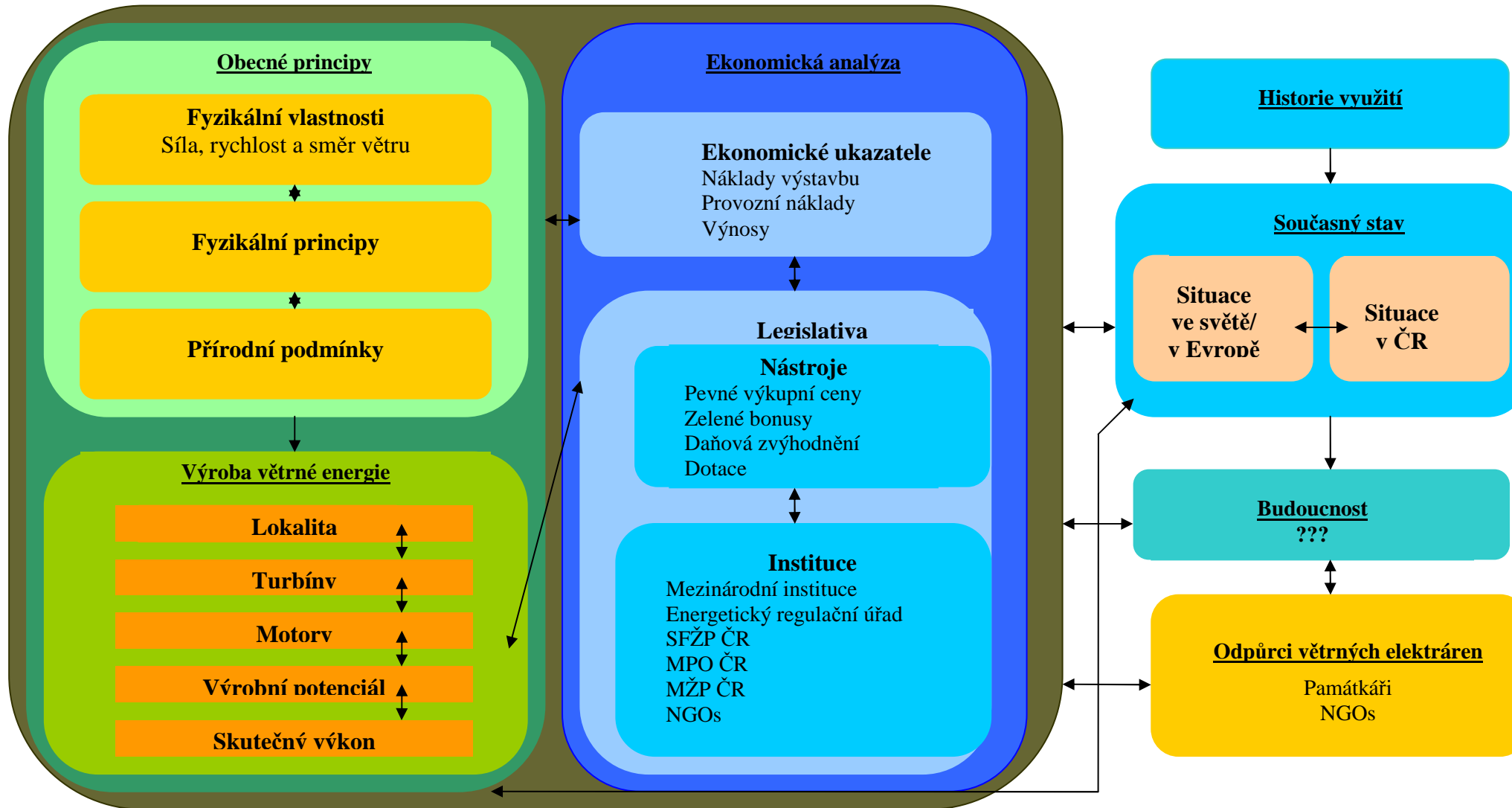
## 1. úroveň: obecné schéma



## 2. úroveň: analýza možností využití



### 3. úroveň: struktura studie



## Úvod

Problematika využívání obnovitelných zdrojů energie, a tedy i energie větru, je v současné době velmi aktuální. Je nejenže námětem mnoha konferencí, ale v mnoha zemích se opět rozvíjí výroba větrných motorů s hlavním zaměřením na výrobu elektrické energie a čerpání vody. Hlavní zájem o využívání větrné energie i o výrobu větrných motorů je v zemích s rozvinutým průmyslem a s příznivými větrnými podmínkami. V Evropě jsou to zejména země ležící při pobřeží Severního moře a severnějšího pobřeží Atlantického oceánu (Dánsko, Nizozemí, Německo, Velká Británie a Francie).

Na americkém kontinentu stojí za zmínku Kanada a USA, kde jsou vhodné větrné podmínky podél severního pobřeží Atlantického oceánu, Tichého oceánu a Severního ledového oceánu.

V rámci mezinárodní pomoci rozvojovým zemím byly vytipovány na celém světě oblasti vhodné pro využívání větrné energie a je rozvíjena mezinárodní spolupráce při výchově odborníků a zavádění výroby v zemích jako například Indie a Mali.

V České republice jsou příznivé větrné podmínky převážně pouze v horských oblastech a na vrchovinách. Kromě vlastního využívání větrné energie zde však existuje výrobní potenciál vhodný pro výrobu větrných motorů a větrných elektráren, který by bylo možné využívat pro tuzemskou potřebu i pro export. V současné době usiluje o využití větrného potenciálu naší republiky v praxi celá řada investorů a také několik výrobců větrných elektráren.

## 1. Historická zmínka

Historie využívání větrné energie sahá do dávné minulosti. Více než 5000 let staré kresby znázorňují plavidla na Nilu s plachtou, v 17. století př. n. l. babylonský král Chammurabi uvažoval nad myšlenkou zavodňovat pomocí větrné energie úrodné roviny Mezopotámie a první zmínky o větrných mlýnech z Persie jsou 2200 let staré.

V 11. století se větrné mlýny rozšířily na Středním východě a ve 13. století se začaly používat i v Evropě, nejprve v Itálii, Francii, Španělsku a Portugalsku, později i ve Velké Británii, Holandsku a Německu. K rozvoji ve využívání větrných motorů došlo také při osidlování západních oblastí k USA, kde byly určeny převážně k čerpání vody pro potřebu farmářů a k napájení dobytka, k různým pohonům, a později i k výrobě elektřiny.

Jistý úpadek větrných motorů souvisí s rozšířením parního stroje. Malé větrné motory ztratily svůj význam s rozšiřující se elektrizací a s rozvojem malých spalovacích motorů, které byly při nízkých cenách kapalných paliv a pro svoji větší pohotovost výhodnější. Naopak prudký vzestup cen paliv v 70. letech, zvýšená péče o životní prostředí a vědomí omezenosti zdrojů fosilních paliv ovlivnily názor na využívání větrných motorů až do současnosti. [2]

## 2. Vítr – přírodní energetický zdroj

Větrná energie má svůj původ v dopadajícím slunečním záření, jehož energie zahřívá vzduch v blízkosti povrchu Země. [3] Suché části povrchu se ohřívají mnohem rychleji než plochy vlhké. Od ohřátého povrchu se ohřívá i přilehlá vrstva vzduchu, a teplý vzduch má snahu stoupat vzhůru, protože je lehčí než vzduch studený. Tento děj silně ovlivňuje rotace Země a střídání dne a noci, čímž vznikají v zemské atmosféře tlakové rozdíly – tlakové níže a výše. Vyrovňáváním tlakových rozdílů vzniká vítr, který vane vždy od tlakové výše k tlakové níži. Vlivem rotace Země není tento pohyb přímočarý, ale podobá se spíše pohybu po spirále. U tlakové níže na severní polokouli jde spirální pohyb proti, u tlakové výše ve směru hodinových ručiček. Na jižní polokouli je smysl rotace u tlakové výše i níže opačný.

Vítr je tedy jev způsobený povrchem Země. Neomezuje se však jen na malou výšku, nýbrž zasahuje do výšek středních a končí až ve výškách velkých, v našich zeměpisných šířkách přibližně v deseti kilometrech.

Kromě směru větru, který je nerovným zemským povrchem podstatně měněn, vznikají těsně u povrchu víry velkých rozměrů, které způsobují, že vítr nad pevninou je nestálý z hlediska intenzity, rychlosti, ale i směru. Nad mořem a přilehlým pobřežím jsou tyto změny mnohem menší. I nad pevninou existují místa, kde vane vítr o větší intenzitě a je stálější (jsou to obvykle místa na temenech hor, v horských sedlech apod.) [1]

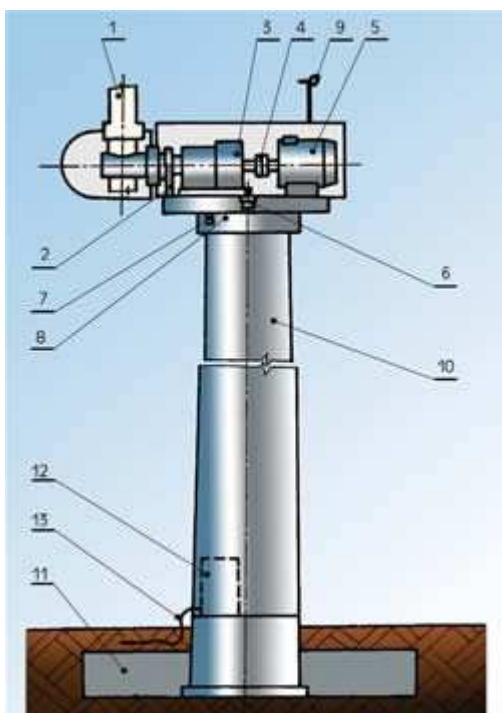
### **3. Větrné elektrárny**

#### ***3.1 Princip větrné elektrárny***

Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína umístěná na stožáru kinetickou energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je pak přeměněna na elektrickou energii pomocí elektrického generátoru, který je připojen na konec hřídele. Elektrická energie je přenášena a rozváděna do rozvodny, a pak do domácností, podniků a škol.

Od počátku 50. let minulého století byly původní plachty na lopatkách nahrazovány pevným tvarem aerodynamického profilu (jako tomu je například na křídlech letadel), který je mnohem účinnější pro zachycování energie větru, protože má mnohem vyšší poměr vztlaku k odporu. Proces je u větrných turbín všech velikostí podobný. Větrná turbína pracuje obráceným způsobem, než ventilátor. Namísto spotřebovávání elektrické energie pro výrobu proudění vzduchu turbína využívá vzduch pro výrobu elektrické energie. Pohybující se vzduch (vítr) otáčí lopatkami (lopatky jsou tvarované tak, aby jejich vztlak byl vyšší než aerodynamický odpor, což vede k otáčivému pohybu hřídele, ke kterému jsou upevněny), ty otáčí hřídeli, která je spojena s generátorem vyrábějícím elektrickou energii (viz obrázek č. 1).





*Obr. 1: Schéma velké větrné elektrárny*

**Popis jednotlivých částí velké větrné elektrárny:**

- 1 - rotor (main shaft) s rotorovou hlavicí a listy
- 2 - brzda rotoru
- 3 - planetová převodovka
- 4 - spojka
- 5 - generátor
- 6 - servo-pohon natáčení strojovny
- 7 - brzda točny strojovny
- 8 - ložisko točny strojovny
- 9 - čidla rychlosti a směru větru
- 10 - několikadílná věž elektrárny
- 11 - betonový armovaný základ elektrárny
- 12 - elektrorozvaděče silnoproudého a řídicího obvodu
- 13 - elektrická přípojka

Vysoké stožáry nebo věže se používají k umístění turbíny do dostatečné výšky, aby měly ničím neblokovaný přístup větru a rotor se mohl natočit směrem k nejsilnějšímu proudu vzduchu. Převodovka a spínač nazývaný „stykač“ se používá pro zajištění, aby bez ohledu na kolísání rychlosti větru dodávala turbína do sítě elektrickou energii se správnou frekvencí (50 Hz) a napětím (230 V). Stykač zůstává sepnutý, dokud rychlost větru nepoklesne na takovou úroveň, která by turbíně zabránila zachytávat větrnou energii; v ten okamžik se rozezne a umožní rotoru volně se otáčet bez připojení zátěže generátoru. Když se změní směr větru, větrná turbína se podle něj musí natočit. U velkých turbín je toto natáčení provedeno elektromotory, zatímco u velmi malých turbín se toho docílí pasivně – lopatkou na zadní straně turbíny.

Od 90. let minulého století používají elektrárenské společnosti tuto technologii k vytváření farem větrných elektráren, kde se používají velké stroje nazývané větrné turbíny k výrobě elektrické energie pro domácnosti, školy, kanceláře nebo továrny. Výroba elektrického proudu moderními větrnými turbínami se pohybuje od velmi malých turbín s jedním metrem v průměru nebo ještě menším, které lze použít pro domácnost, až po velmi velké turbíny, které jsou napojeny přímo na elektrorozvodnou síť buď jednotlivě nebo ve skupinách, kterým se říká farmy.

V dnešních moderních velkých elektrárnách se využívá vyspělé automatické regulace, například sestávající se ze systému individuální regulace natáčení listů rotoru (Individual Pitch Control – IPC) v kombinaci s převodovkou s integrovaným systémem proměnlivého převodového poměru (Super Position Gear – SPG - viz obrázek 10). Toto řešení poskytuje úplnou kontrolu nad přenosem energie získávané z vysoce proměnného prostředí větru a umožňuje výrobu elektrické energie pomocí standardního synchronního generátoru s konstantními otáčkami. Individuální regulace natáčení listů rotoru (IPC) zajišťuje dynamické nastavení optimálního úhlu jednotlivých listů pro maximální účinnost získávání větrné energie v samém počátku. Další fáze regulace je prováděna převodovkou s integrovaným systémem proměnlivého převodového poměru (SPG), která umožňuje plynulou změnou převodového poměru udržovat konstantní otáčky synchronního generátoru v celém rozsahu pracovních otáček rotoru větrné elektrárny. Regulace SPG umožňuje provozovat větrnou elektrárnu při otáčkách rotoru určených rychlostí větru a zároveň udržovat konstantní výstupní otáčky pro pohon generátoru. Funkce je zajištěna nastavitelným zdvihem hydraulické jednotky poháněné hřídelí generátoru. V případě, že poryvy větru způsobí nárůst přenášeného kroučícího momentu ve vztahu k daným otáčkám, potom automaticky dojde ke snížení převodového poměru a tím je umožněno rychlejší otáčení rotoru elektrárny v závislosti na síle a rychlosti větru. Toto umožňuje pohlcovat náhlé výkyvy větrné energie akcelerací rotoru na vyšší otáčky a zároveň tak dochází k ochraně celého pohonného soustrojí před destruktivními výkyvy přenášeného kroučícího momentu. [4]

Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem s třetí mocninou. Je proto třeba zajistit efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny. Obsluha větrné elektrárny je automatická. Životnost nové větrné elektrárny se udává 20 let od uvedení do provozu. [5]

### **3.2 Typy turbín**

Podle aerodynamického principu dělíme větrné motory na **vztahové** a **odporové**.

Nejrozšířenějším typem jsou elektrárny s **vodorovnou osou otáčení** (obr. 2a)), pracující na vztahovém principu, kde vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Na podobném principu pracovaly již historické větrné mlýny, nebo tak pracují větrná kola vodních

čerpadel (tzv. **americký větrný motor**). Po experimentech s jedno-, dvou- i čtyřlístými rotory již všechny velké moderní elektrárny používají rotory třílísté, které mají nejlepší parametry. Existují také elektrárny se **svislou osou rotace** (obr. 2b), které pracující na **odporovém principu** (typ Savonius) nebo na **vztlakovém principu** (typ Darrieus). Výhodou vztlakových elektráren se svislou osou je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení, a tím i vyšší účinnosti. Pracují tedy i při nižší rychlosti větru a není třeba je natáčet podle směru větru. Elektrárny se svislou osou otáčení se donedávna v praxi příliš nepoužívaly. Důvodem bylo jejich mnohem vyšší dynamické namáhání, a tedy i nižší životnost. Tento problém se však podařilo do určité míry konstrukčně vyřešit. Pro výše uvedené výhody a také menší hlučnost se začínají v Británii a USA využívat přímo v městské zástavbě. Stále jde však o menší zařízení s nižšími výkony.

*Obr. 2: a) Větrná turbína s vodorovnou osou rotace – Proven WT6000 (Zdroj: Proven Energy)  
b) Větrná turbína se svislou osou rotace - Quite Revolution 5 (Zdroj: XC02 Low Carbon Engineering)*



### **3.3 Konstrukční řešení větrných turbín**

Základní konstrukční parametry větrných turbín jsou následující:

- **Počet lopatek**; optimální jsou tři, kvůli vyvážení rotoru;
- **Délka lopatek**; výkon turbíny se zvyšuje s opsanou plochou rotoru (tj. kvadratická hodnota délky);
- **Poloha lopatek vzhledem k věži**; téměř všechny lopatky jsou umístěny směrem proti větru, aby se zabránilo generování hluku v okamžiku, kdy lopatka prochází „stínem“ věže. Konec lopatky je obecně konstantní tak, aby platilo, že čím větší je turbína, tím pomaleji se rotor otáčí. Naopak malé turbíny, menší než 3 metry, se otáčejí dostatečně rychle, aby se mohly napojit na elektrickou síť s takovou frekvencí, aniž by bylo nutné použít převodovku s převodem do rychla.

K ohodnocení konkrétní lokality je nejvhodnější stanovení *distribuční charakteristiky*, což je rozdělení četnosti rychlostí větru zjištěné *kontinuálním měřením rychlosti* ve výšce osy rotoru. Ideální je alespoň roční měření porovnané s dlouhodobými údaji na blízkých meteorologických stanicích. Jednotlivé roky se od sebe mohou značně lišit. Před rozhodnutím o stavbě elektrárny je tedy třeba znát následující vstupní údaje:

- *měřené průměrné rychlosti* větru včetně *četnosti směru*, ideálně roční měření;
- množství a parametry *překážek*, které způsobují turbulenci a brání laminárnímu *proudění větru* (porosty, stromy, stavby, budovy);
- chod ročních venkovních teplot či jiných nepříznivých *meteorologických jevů* (např. námrazy způsobují odstávky);
- *nadmořská výška* (hustota vzduchu);
- možnost *umístění vhodné technologie*:
  - únosnost podloží, kvalita podkladu a seismická situace, *geologické podmínky* pro základy elektrárny;
  - *dostupnost lokality* pro těžké mechanismy, možnosti pro vybudování potřebné zpevněné komunikace;
  - *vzdálenost od přípojky VN* nebo VVN s dostatečnou kapacitou;
  - *vzdálenost od obydlí*, která by měla být dostatečná kvůli minimalizaci možného rušení obyvatel hlukem (nejvyšší přípustná hladina hluku ve venkovním prostoru na obytném území je ve dne 50 dB a v noci 40 dB);
  - *míra zásahu do okolní přírody* - zátěž při výstavbě elektrárny a budování přípojky, zásah do vzhledu krajiny (umístění v CHKO nebo v oblasti NATURA 2000 velmi komplikuje povolovací řízení);
  - *majetkoprávní vztahy* k pozemku, postoj místních úřadů a občanů.

Pro vlastní stavbu elektrárny je třeba získat v první řadě územní rozhodnutí, a následně stavební povolení. Často je nutno změnit také územní plán příslušné obce či území. Stavební úřad vyžaduje v souladu se zákonem stanoviska různých dotčených orgánů státní správy, zejména státní ochrany přírody, ale třeba i Armády ČR. Řešení většiny těchto záležitostí je však časově a administrativně náročné. [6]

#### **4. Větrné elektrárny ve světě**

Nejdále pokročili ve využití energie větru Američané, kteří systematicky rozpracovali široký soubor otázek týkajících se techniky a technologie, ekonomiky, energetiky, sociologie, ekologie, ale také právní stánky věci a problematiky veřejného mínění. V USA se nachází mnoho rozlehlých oblastí s velmi dobrými větrnými podmínkami. To platí především o Kalifornii, kde vznikla celá pole větrných elektráren - větrné farmy. Již koncem minulého století bylo v USA v provozu kolem 6 milionů malých větrných elektráren, čerpadel a podobných zařízení. [5]

#### **5. Větrné elektrárny a Evropská unie**

Evropská unie (EU) klade velký důraz na rozvoj využívání čistých zdrojů energie. Země EU přijaly program rozvoje větrné energetiky v roce 1980. Na základě úspěšných projektů, zejména v Dánsku, Nizozemsku, Německu a Velké Británii, rozhodla Evropská unie v roce 2030 dosáhnout 100 000 MW<sub>e</sub> instalovaných ve větrných elektrárnách. To je výkon, který má pokrývat 20 % celkové západoevropské spotřeby elektrické energie. Pokud se naplní tyto optimistické výhledy, značný podíl na nich budou mít země s mořským pobřežím, tedy s nejpříhodnějšími podmínkami. Jinde se vítr dočká zřejmě využití maximálně jen v kombinaci s dalšími obnovitelnými zdroji. V tabulce č. 1 je uveden seznam evropských zemí seřazených podle instalovaného výkonu větrných elektráren. [5]

Tabulka 1: Země EU podle instalovaného výkonu větrných elektráren

EU Větrná energie (MW)								
Pořadí	Stát / Rok	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
1.	SRN	22 247	20 622	18 415	16 629	14 609	11 994	8 754
2.	Španělsko	15 145	11 615	10 028	8 263	6 203	4 825	3 337
3.	Dánsko	3 125	3 140	3 136	3 117	3 110	2 880	2 489
4.	Itálie	2 726	2 123	1 718	1 255	913	797	690
5.	Francie	2 454	1 567	757	386	239	145	93
6.	Spojené království	2 389	1 963	1 353	888	648	552	474
7.	Portugalsko	2 150	1 716	1 022	522	299	194	131
8.	Nizozemsko	1 746	1 560	1 219	1 078	912	688	486
9.	Rakousko	982	965	819	606	415	139	94
10.	Řecko	871	746	573	465	375	276	272
<b>Prvních deset celkem (MV)</b>		<b>53 835</b>	<b>46 017</b>	<b>39 040</b>	<b>33 209</b>	<b>27 723</b>	<b>22 490</b>	<b>16 820</b>
11.	Irsko	805	745	496	339	191	137	124
12.	Švédsko	788	572	510	442	399	345	293
13.	Belgie	287	193	167	95	68	35	32
14.	Polsko	276	152	83	63	30	5	18
15.	Česko	116	50	28	17	9	0	0
16.	Finsko	110	86	82	82	52	43	39
17.	Bulharsko	70	32	10	1	0	0	0
18.	Maďarsko	65	61	18	6	3	1	1
19.	Estonsko	58	32	32	6	2	2	0
20.	Litva	50	56	6	7	0	0	0
21.	Lucembursko	35	35	35	35	22	17	15
22.	Lotyšsko		27	27	26	26	1	1
23.	Slovensko		5	5	5	3	0	0
24.	Rumunsko		3	2	1	0	0	0
25.	Slovinsko		0	0	0	0	0	0
26.	Kypr		0	0	0	0	0	0
27.	Malta		0	0	0	0	0	0
<b>EU 27 celkem (MW)</b>			<b>48 061</b>	<b>40 541</b>	<b>34 334</b>	<b>28 528</b>	<b>23 076</b>	<b>17 343</b>

Zdroj: [8]

V Evropě mají největší potenciál větrné elektrárny v Německu, kde bylo k 30. červnu 2006 instalováno 18 054 větrných elektráren s celkovým výkonem 19 299 MW. Na druhém místě je Španělsko, na třetím Dánsko.

## 6. Využití větrné energie v ČR

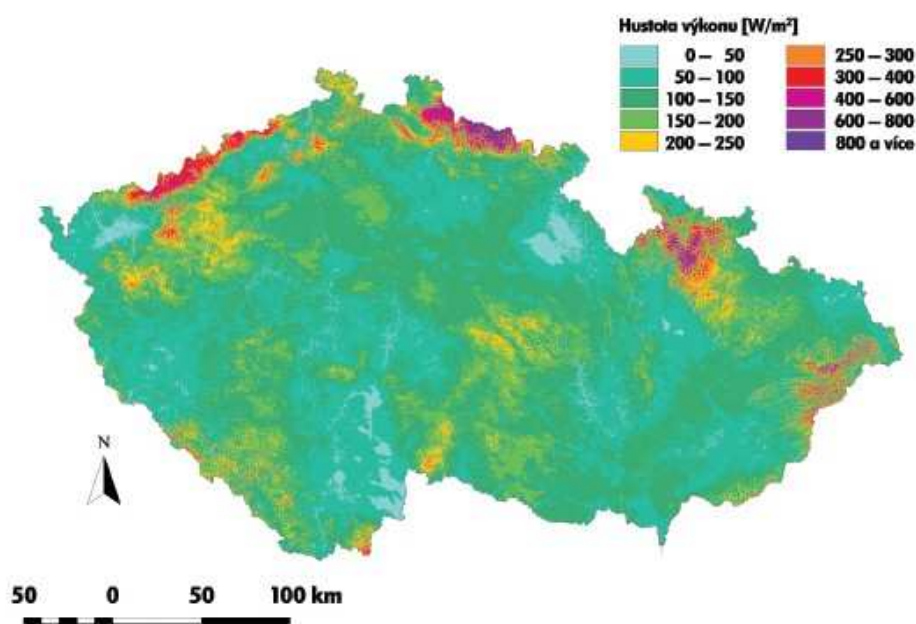
### 6.1 Přírodní podmínky

Česká republika je vnitrozemský stát s typicky kontinentálním klimatem, které se projevuje významným sezónním kolísáním rychlostí větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu. [6]

Mezi největší limitující faktory VE patří pronikavá závislost výkonu na rychlosti větru. Výkon VE závisí na třetí mocnině rychlosti větru, což znamená, že malé změny v rychlosti větru vyvolají velké změny ve výkonu elektrárny. VE proto pro svou činnost potřebují ideální povětrnostní podmínky - vítr nesmí být ani slabý, ani příliš silný, proto často bývá využíváno jen několik málo procent potenciálního výkonu.

Podle větrného atlasu ČR, vytvořeného Ústavem fyziky atmosféry Akademie věd ČR na základě podkladů Českého hydrometeorologického ústavu, je celoroční průměrná rychlost větru přes 4 m/s (ve výšce 10 m) a přes 5,3 m/s (ve výšce 30 m). Roční průměrná rychlost větru v lokalitě výstavby větrné elektrárny ve výšce osy rotoru navrhované elektrárny se předpokládá 6 a více m/s. Jako nejvhodnější lokality pro stavbu farem větrných elektráren lze považovat plochy 3 × 3 nebo 4 × 6 km v nadmořských výškách zpravidla nad 700 m (většinou však leží v chráněných krajinných oblastech, kde je zakázáno stavět). Až na řídké výjimky se energeticky příhodné lokality pro stavbu větrné elektrárny nacházejí v horských pohraničních pásmech a v oblasti Českomoravské vrchoviny (viz. obrázek č. 3). Podle předběžných odhadů by bylo možné v Krušných horách postavit 320 až 340 větrných elektráren o jednotkovém výkonu 300 až 500 kW, tj. celkem až 170 MW (výkon 1 bloku starší uhelné elektrárny). [9]

Obr. 3: Rozložení hustoty výkonu větru [ $W/m^2$ ] na území ČR ve výšce 40 m nad povrchem



Zdroj: [9]

## **6.2 Historický vývoj a současná situace**

Na území ČR se větrná energie využívala v minulosti ve větrných mlýnech. Historicky je existence prvního větrného mlýna na území Čech, Moravy a Slezska doložena již v roce 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze. Zájem o využití větrné energie se projevil na začátku 70. let minulého století. Důležitým impulsem pro rozvoj větrné energetiky bylo embargo zemí OPEC na vývoz ropy do průmyslově vyspělých zemí vyhlášené na podzim roku 1973. [5]

V devadesátých letech probíhal rozvoj větrné energetiky na území ČR ve dvou fázích. První fázi lze datovat do období 1990 - 1995, kde motivujícími faktory rozvoje byly dynamický rozvoj větrné energetiky v Dánsku a Německu, který zapůsobil na řadu nových podnikatelů, nabídka levných větrných elektráren (VTE), vyráběných nejdříve ve Frýdku-Místku (Vítkovice 75 kW a 315 kW), později firmami Energovars a Ekov. I když se v tomto období postavilo 25 VTE s celkovým instalovaným nominálním výkonem 8 180 kW, vykristalizovala řada skutečností, které zmrazila vývoj větrné energetiky na řadu let. Šlo o následující faktory: neexistovala potřebná legislativa, nebylo potřebné odborné zázemí oboru, VTE české výroby neprošly zkušebním provozem a atestačním řízením a vykazovaly značnou poruchovost a výstavba VTE byla v řadě případů situována do lokalit s nedostatečným větrným potenciálem. A hlavně - výkupní ceny elektrické energie se pohybovaly na úrovni kolem 1,13 Kč/kWh, což neumožňovalo udržet rentabilitu provozu. [7]

Spouštěcím impulsem druhé etapy rozvoje větrné energetiky na území ČR byl cenový výměr, kterým ERÚ v listopadu 2001 stanovilo pro r. 2002 výkupní cenu elektřiny vyrobenou z větru na úroveň 3,00 Kč/kWh. Tato výkupní cena se udržela ještě pro r. 2003, následně byla snižována, až na úroveň 2,46 Kč/kWh pro rok 2006. Reakce na novou výkupní cenu se projevila v reálné výstavbě VTE s určitým časovým zpožděním, které je podmíněno délkou přípravy projektu a dobou schvalovacích řízení. V průměru toto období trvá kolem dvou let. I projekty na výstavbu VTE, které měly v době zvýšení výkupních cen stavební povolení, nemohly být realizovány pro zastaralost technologií VTE. Z uvedeného důvodu masivnější výstavba VTE začala až v r. 2004. Časový obraz vývoje větrné energetiky na území ČR od r. 1990 je uveden v tabulce č. 2.



Tabulka 2: Rozvoj větrné energetiky na území ČR v letech 1990 - 2006

Rok		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	2002	2003	2004	2005	2006
Nově instal.	počet	1	-	2	4	10	7	1	1	3	13	14	13
	kW	150	-	150	1 165	4 170	1 915	630	100	2 700	7 400	12 865	21 200
Celkem instal.	počet	1	1	3	7	17	24	25	17	20	33	47	60
	kW	150	150	300	1 465	5 635	7 550	8 180	6 635	9 335	16 735	29 600	50 800

Zdroj: [7]

V současné době se větrné elektrárny nacházejí na více než padesáti lokalitách v ČR, jejich nominální výkon se pohybuje od 0,004 až po 2 MW<sub>e</sub>. Mezi výrobce technologie patří několik českých firem, u velkých výkonů to jsou především dodavatelé z Německa. V roce 2006 vyrobily větrné elektrárny na území ČR téměř 50 GWh elektrické energie, nejvíce na severozápadě ČR a na střední Moravě. Na celkové výrobě elektřiny v ČR se větrné elektrárny podílely pouze 0,4 %, což je přibližně třetina průměrného podílu v zemích EU.

Dlouhodobě mají větrné elektrárny určitou šanci stát se jedním ze zdrojů, který bude nahrazovat kapacitu z uhelných elektráren. Samy však nemohou nikdy velké zdroje úplně nahradit. Podle studie společnosti Euroenergy by v roce 2010 mohl instalovaný výkon ve větrných elektrárnách dosáhnout maximálně 1044 MW. Při 20% využití výkonu by výroba v těchto zdrojích mohla v nízkém scénáři dosáhnout v roce 2010 hranice 1828 GWh.

Dokladem rozvojového trendu větrné energetiky v České republice je dosavadní růst výroby elektrické elektrárny v ČR ve větrných elektrárnách – zatímco v roce 2005 představovala roční výroba 21,3 GWh, v roce 2006 to bylo již 49,4 GWh. V roce 2002 představoval výkon instalovaný ve větrných elektrárnách 6 635 kW, koncem roku 2006 to byl již téměř desetinásobek.

V roce 2007 pokryla elektřina vyrobená z větru v přepočtu spotřebu 36 000 domácností. Podle České společnosti pro větrnou energii by se pro tento objem výroby v klasických tepelných elektrárnách muselo spálit uhlí, dovezené nákladním vlakem o délce 40 kilometrů a vzniklý popílek by pokryl pražské Václavské náměstí až do výše půl metru. Dá se očekávat, že nárůst podílu větrné energetiky na celkové výrobě elektřiny bude i nadále pokračovat. Momentálně se v České republice připravuje hned několik projektů pro výstavbu větrných parků. Masivní investice do tohoto odvětví plánuje zejména ČEZ. [11] Přesto však výroba energie z větru i nadále zůstává jen doplňkem výroby energie z fosilních zdrojů (60%) a z jádra (30 %). [10] Základní problém tkví v tom, že výkon VE je velmi proměnlivý. Když zrovna vane čerstvý vítr, je elektřiny nadbytek, a naopak když panuje bezvětří, je jí málo. Pokud by se tento

problém u větrných elektráren podařilo překonat, pak se mohou stát i v našich podmínkách významným prvkem energetické soustavy České republiky. [9]

## 7. Legislativa

Česká republika v souladu s pravidly EU (směrnice 2001/77/EC Evropského parlamentu a Rady EU ze dne 27. září 2001 „o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu“) a svého závazku na 8% výrobu energie z obnovitelných zdrojů do roku 2010, přijala zákon č. 180/2005 o podpoře výroby z obnovitelných zdrojů a byla schválena Státní energetická koncepce, která definuje předpokládané množství vyrobené ekologické energie v roce 2010 a to včetně energie z větru.

Mezi další významné právní normy patří:

- Sbírka zákonů 61/2008

úplné znění zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 359/2003 Sb., zákonem č. 694/2004 Sb., zákonem č. 180/2005 Sb., zákonem č. 177/2006 Sb., zákonem č. 186/2006 Sb., zákonem č. 214/2006 Sb., zákonem č. 574/2006 Sb. a zákonem č. 393/2007 Sb.

Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství a stanoví opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií, pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie a požadavky na ekodesign energetických spotřebičů.

- Sbírka zákonů 343/2008

vyhláška ze dne 29. srpna 2008, kterou se stanoví vzor žádosti o vydání záruky původu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a vzor záruky původu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie

- Sbírka zákonů 110/2008

vyhláška ze dne 14. března 2008, kterou se mění vyhláška č. 439/2005 Sb., kterou se stanoví podrobnosti způsobu určení množství elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla a určení množství elektřiny z druhotných energetických zdrojů.

- Sbírka zákonů 364/2007

vyhláška ze dne 18. prosince 2007, kterou se mění vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.

- Sbírka zákonů 363/2007

vyhláška ze dne 18. prosince 2007, kterou se mění vyhláška č. 426/2005 Sb., o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích.

- Sbírka zákonů 280/2007

vyhláška ze dne 24. října 2007 o provedení ustanovení energetického zákona o Energetickém regulačním fondu a povinnosti nad rámec licence.

- Sbírka zákonů 150/2007

vyhláška ze dne 19. června 2007 o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen

- Bílá kniha o obnovitelných zdrojích energie z roku 1997

## **8. Finanční nástroje podpory**

Zákon č. 180/05 Sb. nařizuje pro provozovatele přenosové soustavy nebo distribuční soustavy povinnost připojit větrnou elektrárnu, případně větrný park, do přenosové soustavy a veškerou vyrobenou elektřinu, na kterou se vztahuje podpora, vykoupit. Výkup probíhá za cenu určenou pro daný rok Energetickým regulačním úřadem a tato cena je vyplácena po dobu následujících patnácti let. Jde přitom o cenu minimální, která se meziročně navyšuje o index PPI.

Dalším finančním nástrojem podpory jsou „zelené bonusy“. Jde o finanční částku navyšující tržní cenu elektřiny, která zohledňuje snížené poškození životního prostředí využitím obnovitelného zdroje. Výrobce si na trhu najde sám obchodníka, kterému elektřinu prodává za tržní cenu. Cena je nižší než u elektřiny vyráběné z neobnovitelných zdrojů, neboť je zde zahrnuta nestabilita výroby. V momentu prodeje získá výrobce od provozovatele distribuční soustavy zelený bonus neboli prémii. Regulační úřad stanoví výši premii tak, aby výrobce získal za jednotku prodané elektřiny o něco vyšší částku než v systému pevných výkupních cen.

<i>Elektrárna uvedená do provozu</i>	<i>Výkupní cena elektřiny do sítě Kč/kWh</i>	<i>Zelené bonusy Kč/kWh</i>
<i>po 1. 1. 2008</i>	2,460	1,870
<i>po 1. 1. 2007</i>	2,520	1,930
<i>po 1. 1. 2006</i>	2,570	1,980
<i>po 1. 1. 2005</i>	2,820	2,230
<i>po 1. 1. 2004</i>	2,960	2,370
<i>před 1. 1. 2004</i>	3,280	2,690

*Výkupní ceny za elektřinu z větrných elektráren pro r. 2008. Zdroj: ERÚ*

## **9. Daňová zvýhodnění**

Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů říká, že příjmy z provozu obnovitelných zdrojů energie jsou osvobozeny od daně ze zisku, a to v roce uvedení do provozu a následujících 5 let. Osvobozeny od daně tedy jsou: „příjmy z provozu malých vodních elektráren do výkonu 1 MW, větrných elektráren, tepelných čerpadel, solárních zařízení, zařízení na výrobu a energetické využití bioplynu a dřevoplynu, jiné způsoby výroby elektřiny nebo tepla z biomasy, zařízení na výrobu biologicky degradovatelných látek stanovených zvláštním předpisem, zařízení na využití geotermální energie (dále jen "zařízení"), a to v kalendářním roce, v němž byly poprvé uvedeny do provozu, a v bezprostředně následujících pěti letech. Za první uvedení do provozu se považuje i uvedení zařízení do zkušebního provozu, na základě něhož plynuly nebo plynou poplatníkovi příjmy, a dále případy, kdy malá vodní elektrárna do výkonu 1 MW byla rekonstruována, pokud příjmy z této malé vodní elektrárny do výkonu 1 MW nebyly již osvobozeny. Za první uvedení do provozu se považují i případy, kdy zařízení byla rekonstruována, pokud příjmy z provozu těchto zařízení nebyly již osvobozeny. Doba osvobození se nepřerušuje ani v případě odstávky v důsledku technického zhodnocení nebo oprav a udržování“.

## 10. Dotační podpora

Operační program Podnikání a inovace je hlavním dokumentem Ministerstva průmyslu a obchodu ČR, na jehož základě je České republice poskytována finanční podpora podnikatelům, a to jak ze zdrojů státního rozpočtu, tak z prostředků Evropské unie, konkrétně z Evropského fondu pro regionální rozvoj. Podpora v rámci OZE je přiznávána Prioritní osou 3. „Efektivní energie“. Specifickým cílem je zvýšení účinnosti užití energií v průmyslu a využití obnovitelných, případně i druhotných zdrojů energie, vyjma podpory spaloven. Oblast podpory má název „Úspory energie a obnovitelné zdroje“, program podpory „EKO-ENERGIE“.

V oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie má tato oblast podpory vazbu na Program rozvoje venkova (PRV, v gesci MZe) a OPŽP (Operační program Životní prostředí), spravovaný Ministerstvem životního prostředí. Překrývání podpor OPPI a PRV resp. OPŽP jsou odstraněny dohodami resortů, že OPPI vyloučí podporu podnikatelů v zemědělství dle zákona č. 252/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů a PRV vyloučí podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů v obcích do 2 tis. obyvatel. Ve vztahu k resortu životního prostředí je základní dělení provedeno na podporu podnikatelského sektoru (v působnosti MPO) a neziskového sektoru (v působnosti MŽP). [12] [13]

## 11. Ekonomické zhodnocení využitelnosti - SWAT analýza

### Silné stránky (S):

- obnovitelný a nevyčerpatelný zdroj energie
- zaručená výkupní cena energie
- elektrárny neprodukují odpad ani skleníkové plyny
- ekologická výroba energie
- nízké výrobní náklady
- nenáročná obsluha

### Slabé stránky (W):

- významně ovlivňuje krajinný ráz
- závislost na klimatu a počasí, potřeba klasických zdrojů energie při nepřízni počasí

- počáteční investice je vysoká

#### Příležitosti (O):

- dotace z Operačního programu Podnikání a inovace
- dotace z Operačního programu Životního prostředí

#### Ohrožení (T):

- závislost na klimatu a počasí

## **Závěr**

Větrné elektrárny užívají pro výrobu elektřiny čistý přírodní zdroj, jenž nevyžaduje další úpravy, neprodukuje odpad a skleníkové plyny. Po jejich instalaci lze i nadále využívat okolní půdu pro zemědělské účely.

I přes svou ekologickou šetrnost jsou tyto elektrárny často bouřlivě diskutovány. Mezi argumenty jejich odpůrců nalezneme opodstatněné tvrzení, že větrné elektrárny narušují vzhled krajiny. Oponenti argumentují, že sloupy vysokého napětí rovněž, a přesto jsme se s nimi sžili. Větrné elektrárny ovšem způsobují hluk. Ve vzdálenosti 500 m od elektrárny o výkonu 2 MW naměříme asi 40 dB. Toto číslo sice odpovídá hygienickým normám, hluk je však pro blízké okolí nepříjemný a může rušit zvěř. Za jasných dnů odráží vrtule elektráren sluneční záření. To způsobuje tzv. diskoeffekt, který na okolí působí rušivým dojmem. Problémem větrných zdrojů je i jejich časová nestabilita, kterou je nutné řešit záložními energetickými zdroji.

## Použitá literatura a informační zdroje

- [1] Cenek, M. a kol.: Obnovitelné zdroje energie. FCC PUBLIC, Praha 2001. ISBN 80-901985-8-9
- [2] Rychetník, V., Pavelka, J., Janoušek, J.: Větrné motory a elektrárny. ČVUT, Praha 1997. ISBN 80-01-01563-7
- [3] <http://www.ecofinance.cz/vetrna-energie>  
[cit-05-01-2009]
- [4] <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006102901>  
[cit-05-01-2009]
- [5] <http://www.alternativni-zdroje.cz/vetrne-elektrarny.htm>  
[cit-07-01-2009]
- [6] <http://www.energetika.cz/index.php?id=170>  
[cit-07-01-2009]
- [7] <http://elektro.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3975&h=301&pl=42>  
[cit-09-01-2009]
- [8] [http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C4%9Btrn%C3%A1\\_energie](http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C4%9Btrn%C3%A1_energie)  
[cit-09-01-2009]
- [9] <http://veda-technika.blogspot.com/2008/04/vetrna-energetika-v-cesku-aneb-lobbing.html>  
[cit-10-01-2009]
- [10] <http://www.21stoleti.cz/view.php?cisloclanku=2008021802>  
[cit-10-01-2009]
- [11] <http://ekonomika.ihned.cz/c1-22986250-vetrna-energetika-zaziva-v-cesku-boom>  
[cit-11-01-2009]
- [12] [www.czechinvest.org](http://www.czechinvest.org)
- [13] [www.mpo.cz](http://www.mpo.cz)
- [14] [www.eru.cz](http://www.eru.cz)
- [15] [www.ekowatt.cz](http://www.ekowatt.cz)
- [16] <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/vetrna-energie-a-jeji-vyuziti-v-ceske-republice.aspx>
- [17] Beranovský, J., Truxa, J.: Alternativní energie pro váš dům. ERA, Brno, 2004.
- [18] Rychetník, V., Pavelka, J., Janoušek, J.: Větrné motory a elektrárny. ČVUT, Praha, 1997.