

OBSAH

Historie využívání energie větru v českých zemích.....	3
Větrná elektrárna jako zdroj energie:	3
Větrná energie	4
Jak funguje větrná elektrárna	4
Rozdělení větrných elektráren.....	8
Výhody větrné elektrárny.....	9
Nevýhody větrné elektrárny	9
Přehled větrných elektráren v ČR	10
Srovnávání velikostí větrné elektrárny:.....	11
Katastrofy větrných elektráren:	12
Větrné elektrárny a životní prostředí.....	13
Anketa:	16
Budoucnost větrných elektráren.....	17
Odkazy, ze kterých jsem čerpala:.....	17

Větrné elektrárny

Každý rok jezdíme zahájit letní prázdniny na příjemnou dovolenou strávenou na Šumavě. Ubytování jsme v pronajaté chatě, ze které je krásný výhled na přehradu. V dálce jsou vidět větrné elektrárny. Abychom je viděli, musí však být krásně jasno. Napadlo mě, že se o ně začnu zajímat.



Pohled z chaty (ještě trošku přiblížený)

Historie využívání energie větru v českých zemích

Větrnou energii používá lidstvo od dávnověku. Vítr poháněl plachetnice, větrné mlýny, vodní čerpadla. S větrnými motory se setkáváme už ve starověké Číně. Ve větrných mlýnech se větrná energie využívala v minulosti i na území našeho dnešního státu. Historicky je postavení prvního větrného mlýna na území Čech, Moravy a Slezska doloženo již v roce 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze. Největší rozkvět doznalo větrné mlynářství v Čechách ve 40. letech 19. století, na Moravě a ve Slezsku o něco později. Celkem bylo na území dnešní ČR evidováno a je historicky ověřeno 879 větrných mlýnů.

Začátek výroby novodobých větrných elektráren (VtE) v ČR se datuje na konec 80.ých let minulého století. Jejich rozkvět proběhl v letech 1990 – 1995, některé větrné elektrárny postaveny do roku 1995 patřily do skupiny s nevyhovující nebo vysoce poruchovou technologií, některá z těchto zařízení byla vybudována v lokalitách s nedostatečnou zásobou větrné energie.

V současné době jsou instalovány nové větrné elektrárny, které již pracují na dvou desítkách lokalit v ČR. Jejich celkový instalovaný výkon se během posledního roku zvýšil na 150 MW. Normální výkon moderních větrných elektráren dosahuje aktuálně běžně 2 MW, někdy až 3 MW. Výroba VtE je převážně na zemích EU, především v Německu. Na výrobě komponentů (hřídele, převodovky, ocelové věže, gondoly, atp.) se s čím dál větší mírou podílí i ČR. Některé malé elektrárny se zde vyrábí kompletně, je uvažováno i s výrobou velkých strojů.

Technická vyspělost dnešních větrných elektráren náš handicap z minula vyrovnala. Například moderní stoje, které dnes využíváme, dosahují vynikajících výsledků v oblasti zvyšování využitelnosti větru. Jelikož v ČR byl rozvoj větrné energetiky zahájen ve srovnání se zeměmi západní Evropy se zpožděním, jsou v projektech u nás již rovnou plánovány nejmodernější stroje. Předstihli jsme tak i Německo, jehož větrné elektrárny dosahují využitelnosti přibližně 20 %. Výstavba VtE v Německu probíhá už dvě desítky let a průměrné stáří VtE je tam proto podstatně vyšší, v souvislosti s tím je jejich průměrný výkon nižší.

Větrná elektrárna jako zdroj energie

Výroba proudu poháněná větrem je nejvíce rozvinutá technologie ze všech moderních obnovitelných zdrojů energie. Má nízké provozní náklady, zdroj energie je zdarma

a nevyčerpatelný. V posledních letech profitovala z nových technologií vynalezených původně pro letecký průmysl.

V Evropě toto odvětví zažívá mimořádné rozšíření. Instalovaná kapacita větrných elektráren se za posledních pět let zvýšila na čtyřnásobek, v průměru rostla o 32 % ročně. Představuje tak nejrychleji rostoucí světový zdroj energie. Evropské státy přitom dodávají plných 75 % světové produkce. Průmysl očekává, že během příštích osmi let se výroba v Evropě může zvýšit na desetinásobek. V Německu vzrostl instalovaný výkon větrné energie v minulém roce o 22 % a překročil úctyhodných 12 000 MW – výroba elektřiny dosahuje jeden a půl násobku produkce Temelína.

Větrná energie

Pro výrobu energie ve větrných elektrárnách nepanují vždy optimální podmínky, přesto je však větrná energie výbornou ekologickou alternativou v současnosti využívaných neobnovitelných energetických zdrojů. Když srovnáme klasickou tepelnou, uhelnou, plynovou nebo jinou elektrárnu, jsou na tom větrné elektrárny z hlediska plynulosti zásobování nejlépe. Když totiž vypadne jedna větrná elektrárna, sníží se celkový výkon sítě pouze o několik málo procent. Když se stane porucha na mega-výkonném generátoru v některé elektrárně využívající neobnovitelného zdroje energie, sníží se celkový výkon o stovky nebo tisíce megawattů. Nemůžeme očekávat, že samotné větrné elektrárny nahradí v budoucnosti všechny ostatní zdroje energie, ale spolu s ostatními obnovitelnými zdroji mohou tvořit jednu z velice vhodných variant.

Jak funguje větrná elektrárna

Ideálně tvarované větrné turbíny využívají k výrobě elektrické energie síly větru. Vítr rozpohybuje lopatky, ke kterým je připojen elektrický generátor produkující elektřinu.

1. Ocelový tubusový stožár

Je v Evropě nejčastěji používaným typem stožáru pro větrnou elektrárnu. Výška stožáru našich elektráren je minimálně 50 metrů, záleží na typu, nejvyšší konstrukce stožárů jsou vysoké 115 metrů.

V těchto délkách by je nebylo možné přepravovat a tak se dělí na segmenty dlouhé cca 25 m, jejichž doprava je již reálná. Každý jednotlivý segment je ocelovým svařencem. Pokud

se jedná o malý stožár, jehož segmenty jsou dlouhé cca 10 m, lze jako povrchovou úpravu použít žárový zinek. V ostatních případech je pro povrchovou úpravu použit nátěr barvami.

2. Příhradový stožár větrné elektrárny

Tento typ stožárů nebývá v Evropě tak častý. Má ale dvě podstatné výhody oproti klasickému ocelovému tubusu:

- je ekonomicky výhodnější při výškách stožáru nad 100 m
- přeprava stožáru na místo je bezproblémová, protože montáž probíhá až na místě stavby VtE, konstrukce pro přepravu se skládá pouze z jednotlivých nosníků a vzpěr o malé hmotnosti a velmi příznivé délce.

Další výhodou tohoto stožáru je, že je „průhledný“. Stále se vedou debaty, jestli je to výhoda či ne. Faktem ovšem zůstává, že jediným opodstatněným negativním vlivem větrné elektrárny je zásah do krajinného rázu. Tubusový stožár může být při vhodných podmínkách viditelný i z větší vzdálenosti. Příhradový stožár se při pohledu z dálky „ztrácí“ v terénu. Pokud ale stojíte u něj, je to velmi členitá stavba. Záleží tedy pouze na vnímání každého z nás. Příhradový typ stožáru je hodně rozšířený v Číně a Indii.



3. Prefabrikovaný betonový stožár větrné elektrárny

Technologie betonových stožárů složených z dílců až na místě stavby VtE je poměrně novou technologií, která se rychle rozvíjí hlavně v Evropě. Je to i z toho důvodu, že jednotlivé dílce jsou malých rozměrů a velice snadno se dopravují do jakékoliv lokality. Stožár je složen z dílců, což jsou vlastně betonové skořepiny s vnitřní ocelovou výztuží. Jejich rozměry jsou přizpůsobeny snadné přepravitelnosti na místo stavby. Jeden prstencový díl může být složen z 1, 2, 3, 4 ... či vícero dílů (tedy kruhové, polokruhové nebo čtvrtkruhové skořepiny).

4. Základy větrných elektráren

Gondola a rotor:

- Průměr rotoru – 90 m
- Hmotnost gondoly – 68 tun
- Hmotnost rotoru – 38 tun

Stožár:

- ocelový tubus vysoký 105m
- hmotnost stožáru 225 tun

Betonový základ:

- čtvercový základ 15,9 x 15,9 m, výška 1,8 – 2,0 m
- 500m³ betonu
- 1 104 tun betonu
- 40 tun ocelové armovací výztuže
- celková hmotnost betonového základu 1 144 tun

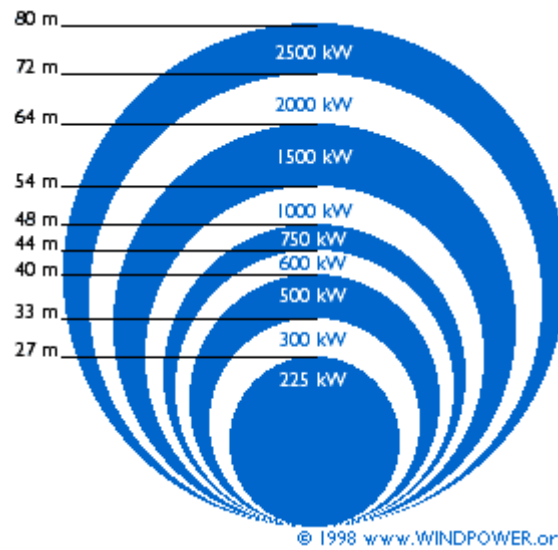
Pokud je například jako místní zemina spraš, je nutná úprava podloží. Spraš totiž při změně vlhkosti mění i svůj objem a to až o 12 %. V takovém případě se přistupuje ještě k dodatečnému zhutnění základové spáry, a to promícháním s cementem. Třeba i 50 cm



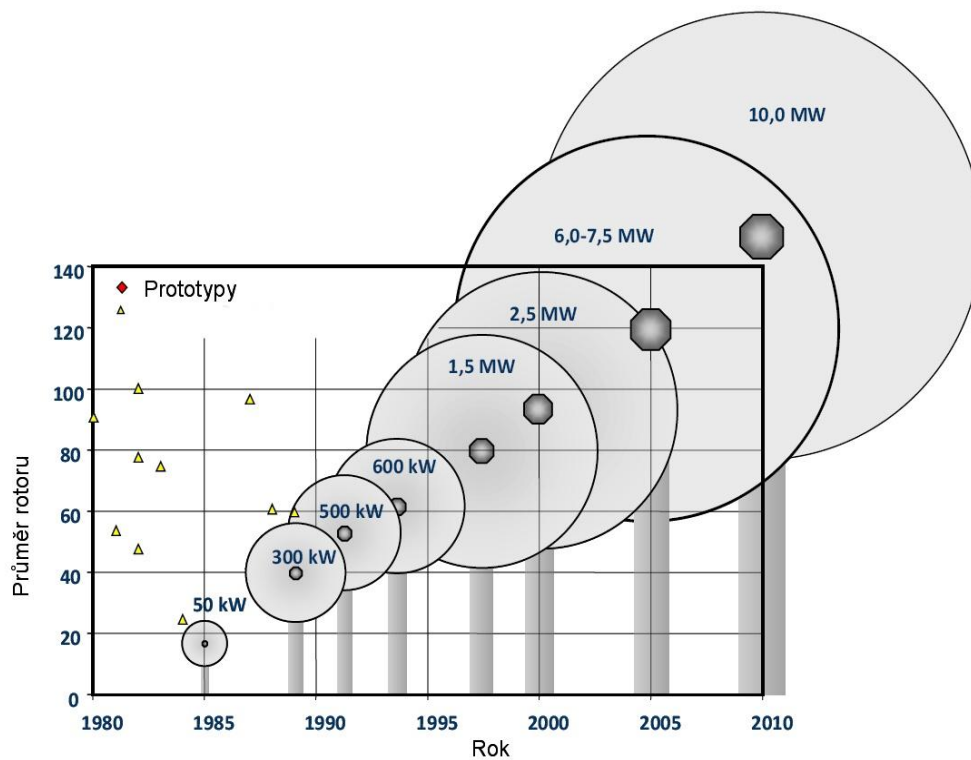
hloubky zeminy se odebere, promíchá s cementem a znovu zhutní na místě. Tím je vytvořena stabilní základová spára.

5. Velikost větrné elektrárny a její vývoj

S vývojem technologií se vyvíjejí i větrné elektrárny (VtE), a to jak z hlediska jejich velikosti, tak i z hlediska výkonových parametrů.



Závislost jmenovitého výkonu VtE na průměru rotoru



Vývoj velikosti VtE v čase

6. Stručný popis konstrukce větrné elektrárny

Tubus elektrárny musí být dostatečně vysoký, aby vynesl větrnou turbínu nad přízemní pásmo větrných turbulencí, a dostatečně pevný, aby odolal hmotnosti celého soustrojí a silám vznikajícím vlivem větrného proudění. Obecně platí, že výška stožáru a průměr rotoru zásadním způsobem ovlivňují dosažitelnou účinnost větrné elektrárny.

Hlavice (gondola) obsahuje převodovou skříň – rychlost otáček vrtule 8 až 17 ot/min. není dostatečná pro výrobu elektrického proudu, musí se proto pro pohon elektrického generátoru zvýšit na více než 1500 ot/min. Alternativu představují tzv. bezpřevodkové stroje, které využívají pomaloběžný mnohapólový generátor a převodovku tudíž nepotřebují. Dále hlavice obsahuje generátor, ložiska, systém natáčení a řídicí systém.

Mezi gondolou a tubusem je nainstalováno tlumení, které zabraňuje přenosu vibrací.

„Energeticky“ využitelný je vítr o rychlosti 4 až 26 m/s (tj. 15 až 95 km/h). Při vyšší rychlosti větru než 26 m/s se větrná elektrárna z bezpečnostních důvodů automaticky zastavuje.

V takovém případě se rotor zabrzdí a lopatky se nastaví vůči větru nejužším profilem.

Moderní větrné elektrárny bývají osazeny dvojlistými nebo třílistými vrtulemi s průměrem 80 – 100 m. Jmenovitého výkonu okolo 2 – 3 MW dosahují při rychlostech větru kolem 13 m/s, tzv. startovací rychlost větru je 3 m/s.

Rozdělení větrných elektráren

1. Systémy nezávislé na rozvodné síti (grid - off),

tedy autonomní systémy, slouží objektům, které nemají možnost se připojit k rozvodné síti. Zde se obvykle používají mikroelektrárny s výkonem 0,1 – 5 kW. V objektu pak může být buď rozvod stejnosměrného proudu s nízkým napětím (12 nebo 24 V), nebo je v systému zapojen ještě střídač pro dodávku střídavého proudu 230 V. Takový objekt je nutno vybavit energeticky úspornými spotřebiči. Autonomní systémy bývají často doplněny fotovoltaickými panely pro letní období, kdy je méně větru, ale více sluníčka.

Pozn.: Můžeme se také setkat s myšlenkou využít větrnou energii k vytápění rodinného domu nebo chaty. Toto využití je trochu problematické. Dům pro bydlení by měl stát na místě chráněném před větrem. Větrná elektrárna naopak potřebuje větru co nejvíce. Nízko nad zemí je vzduch bržděn stromy, domy a dalšími překážkami, takže je nutno umístit turbínu na co nejvyšší stožár. Kabel mezi domem a elektrárnou zvyšuje náklady; pokud by měl vést přes cizí pozemky, může jít o nepřekonatelnou překážku.

2. Systémy dodávající energii do rozvodné sítě (grid – on)

jsou nejrozšířenější a používají se v oblastech s velkým větrným potenciálem. Slouží téměř výhradně pro komerční výrobu elektřiny. Velké větrné elektrárny mají asynchronní generátor, který dodává střídavý proud většinou o napětí 660 V, a tudíž nemohou pracovat jako autonomní zdroje energie.

Elektrárny velkých výkonů (300 - 3.000 kW) jsou určeny k dodávce energie do veřejné rozvodné sítě, mají průměr rotoru 40 - 80 m a věž o výšce více než 80 m.

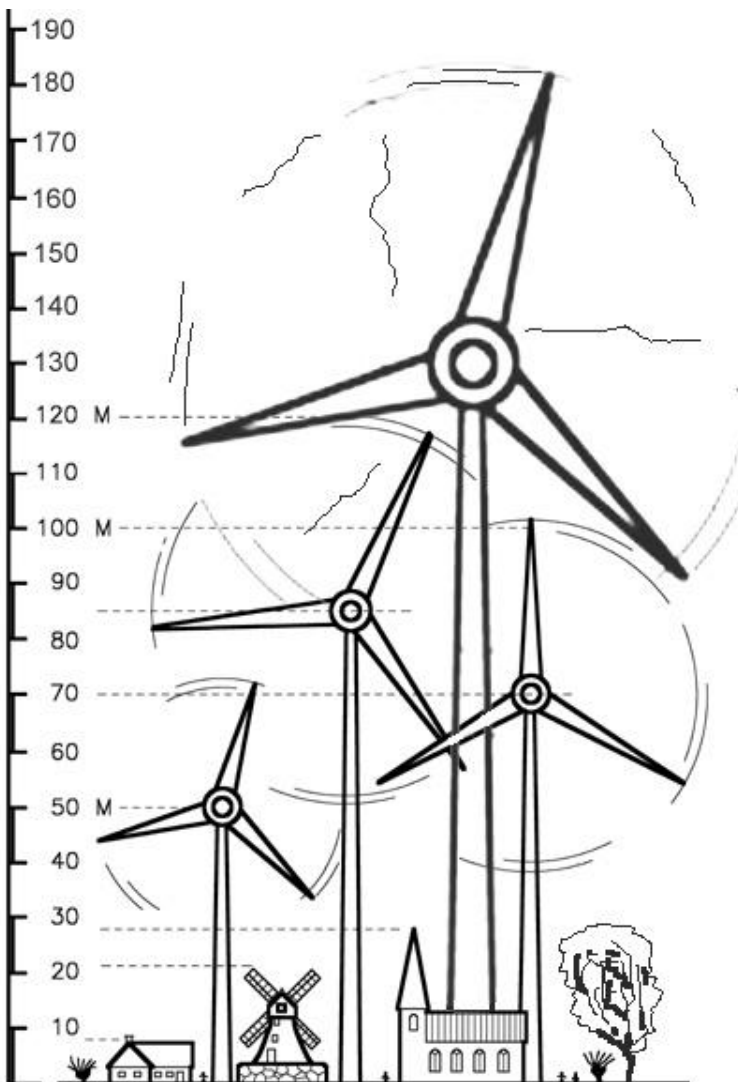
Výhody větrné elektrárny

- výroba „čisté“ energie bez škodlivých emisí a odpadů
- nevyužívají fosilní paliva
- ekonomický přínos pro obce – podíl na zisku
- zájem turistů – např. v Dánsku se pořádají výlety lodí na mořskou větrnou farmu Middelgrunden nedaleko Kodaně, nebo poblíž Vídně můžeme navštívit elektrárnu, která má pod vrtulí i vyhlídkovou plošinu
- konstantní výkupná cena po dobu 20 let od spuštění
- zelené bonusy, dotace

Nevýhody větrné elektrárny

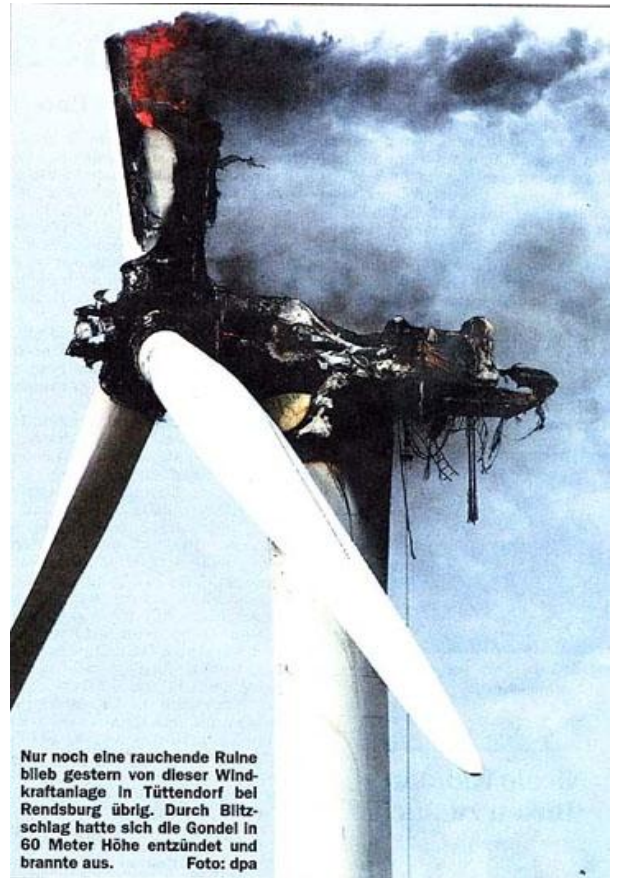
- technicky náročné, finančně nákladné stavby
- nerovnoměrnost dodávky
- lokalita – energetické využití větru má smysl jen tam, kde vítr dosahuje průměrné rychlosti nad 5 m/s.
 - malé stroje začínají pracovat již při rychlostech okolo 4 m/s, ale jejich výkon je velmi malý. Největšího výkonu dosahuje elektrárna při rychlostech větru kolem 10 m/s.
- návratnost – nedá se přesně určit (závisí na síle větru)
- možnost poškození náhlým silným větrem – při rychlosti kolem 20 m/s je obvykle nutno elektrárnu zastavit (zabrzdit vrtuli), aby nedošlo k havárii
- estetické narušení krajiny

Srovnávání velikostí větrné elektrárny



Katastrofy větrných elektráren

1. Vyhořelé větrné elektrárny:



Nur noch eine rauchende Ruine blieb gestern von dieser Windkraftanlage in Tüttendorf bei Rendsburg übrig. Durch Blitzschlag hatte sich die Gondel in 60 Meter Höhe entzündet und brannte aus. Foto: dpa

2. Spadlé větrné elektrárny:



Větrné elektrárny a životní prostředí

Větrné elektrárny se staly symbolem ekologické výroby elektřiny. Někdy jim však byl vyčítán hluk, stroboskopický efekt (odraz Slunce), rušení zvěře nebo rušení televizního signálu. Současné elektrárny jsou však mnohem modernější, než byly např. před deseti lety, a pokud jsou i vhodně umístěny, k těmto problémům již nedochází. Hluk současných strojů je poměrně nízký. Hluková studie je nutná ke stavebnímu povolení.

– nejvyšší přípustná hladina hluku na obytném území je ve dne 50 dB a v noci 40 dB.

(Pozn.: moderní větrná elektrárna ve vzdálenosti 200 metrů vydává při rychlosti větru 6 – 7 m/s přibližně shodný hluk jako stejně vzdálený les!)

Největším problémem je v dnešní době estetické narušení přírodního rázu krajiny. Trend stavět stále větší stroje vede k tomu, že jejich počet se snižuje, ale současně jsou více vidět. Proto mají větrné elektrárny stále své odpůrce. Stožáry se však mohou využívat i druhotně, a to jako např. vysílače pro telekomunikační sítě.

Větrné elektrárny ruší televizní signál: jak analogový, tak digitální.

Televize Nova řeší problém s rušením svého analogového vysílání na Olomoucku. Pouze tento program tam narušuje blízká větrná elektrárna, od jejíž lopatek se odráží televizní signál a na obrazovce ho to degraduje. Přes obraz jdou pruhy a zhoršuje se i zvuk. Na potíž upozornila Nova ve svých Televizních novinách. Nejde přitom o jediný problém s rušením televizního signálu větrnými elektrárnami.

Větrné elektrárny a s nimi související hluk

Jaké jsou nejčastější příčiny problémů VE s hlukem?

- povolení výstavby VE v blízkosti obytného území bez konzultace s akustikem nebo hygienickou stanicí
- ne odborné úvahy typu: v takové rychlosti větru již VE není slyšitelná (oblíbené zvláště ve spojení s listnatými stromy) nebo pokud výrobce doporučuje nejbližší vzdálenost zástavby od VE 400 - 500 m, platí to i pro libovolný počet VE
- vydání stavebního povolení na stavbu chráněného objektu (např. rodinného domu nebo chaty) v blízkosti VE po rozhodnutí o výstavbě VE
- nedostatečná příprava a nezkušenost investora, příp. výrobce VE
- neschopnosti investora, příp. výrobce VE čelit nastalé situaci technicky i finančně
- špatná, případně žádná komunikace investora s místními obyvateli nebo zástupci obce
- psychická nepřipravenost obyvatel snášet „zlobící“ (i „nezlobící“) ekologická monstra (je nutné si uvědomit, že v našich podmínkách býval nejvyšší stavbou obce kostel)

Jak předejít případným problémům s hlukem?

Recept je poměrně jednoduchý - dodržet standardní postup posouzení hluku z provozu VE:

1. Technické měření hluku daného typu VE (je povinností výrobce při uvedení výrobku na trh)
2. Akustická studie (vychází z technických údajů výrobce, které převádí do konkrétních podmínek dané zájmové lokality)
3. Hygienické měření (potvrzení závěrů studie, pokud může být hluk významný, což při snaze investora o co nejvyšší výkon nebo počet VE je velmi pravděpodobné).
Pokud investor nesplní předchozí 3 body, vystavuje se nebezpečí nestandardního postupu:
4. Inspekční měření neboli měření na základě stížnosti obyvatel na hluk z VE

Vhodné a nevhodné rozmístění větrných elektráren:

Vhodné:



Nevhodné:



Anketa

1. Souhlasíte s výstavbou větrných elektráren v ČR?

Souhlasím: 290/33 %

Nesouhlasím: 576/65 %

Nevím: 16/2 %

Celkem hlasovalo: 882 lidí

2. Větrné elektrárny jsou dle mého názoru:

Ekologické a ekonomické: 222/26 %

Ekologické, ale neekonomické: 130/15 %

Neekologické a neekonomické: 467/56 %

Nevím: 21/3 %

Celkem hlasovalo: 840 lidí

3. Z klasických zdrojů by se měly stavět:

Uhelné elektrárny: 14/2 %

Plynové elektrárny: 47/6 %

Jaderné elektrárny: 675/83 %

Nevím: 73/9 %

Celkem hlasovalo: 809 lidí

4. Které obnovitelné zdroje by měl stát podporovat?

Větrné elektrárny: 127/15 %

Biomasu: 152/18 %

Malé vodní elektrárny: 377/45 %

Sluneční elektrárny: 105/13 %

Nevím: 34/4 %

Žádné: 45/5 %

Celkem hlasovalo: 840 lidí

V anketě na internetu mě zaujalo, proč tolik lidí je proti stavění větrných elektráren. V určitém směru s nimi však souhlasím a mám s nimi shodné názory, například že jsou neestetické, ale však ekologické a dá se říct, že téměř nevyčerpatelné.

Budoucnost větrných elektráren

Trendem je výstavba stále větších strojů (průměr rotoru 40 - 100 m a stožár o výšce více než 100 m), s výkonem 0,85 – 2,5 MW. Důvodem jsou nižší měrné náklady na výrobu energie a maximální využití lokalit, kterých je omezený počet. Ve vnitrozemí se staví stroje s výkonem 100 – 2 000 kW. Na moři (poblíž pobřeží) se využívají turbíny s výkonem až 5 MW. Naopak starší vnitrozemské elektrárny s výkony do 200 kW se demontují a nahrazují silnějšími, i když jsou ještě provozuschopné.

Ve světě je využití síly větru již velmi rozšířené a oblíbené (např. Německo, Španělsko, Dánsko). Potenciál větrné energie v ČR se odhaduje na 4.000 GWh ročně, což by pokrylo cca 4 % celkové spotřeby elektřiny.

Odkazy, ze kterých jsem čerpala

- <http://www.ewcz.cz/problematika.html>.
- <http://www.csve.cz/clanky/detail/36>.
- <http://www.csve.cz/cz/detail-kategorie/jak-funguje-vetrna-elektrarna-/24>.
- <http://www.digizone.cz/aktuality/vetrne-elektrany-rusi-televizni-signal/>.
- <http://www.ekoblog.cz/?q=node/242>.