

Veterná energia

M. Čarná
FJFI, ČVUT Praha
maruskacaca@pobox.sk

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá výhodami a nevýhodami využívania veternej energie a stavom jej využitia vo svete v súčasnosti. Hlavnými výhodami využitia veternej energie sú nízke prevádzkové náklady, nezávislosť na cene vstupnej energetickej suroviny, obnoviteľnosť zdroja energie, neexistencia škodlivých emisií. Medzi hlavné nevýhody patrí malý výkon veterných elektrární, závislosť na aktuálnej meteorologickej situácii, pomerne vysoké kapitálové výdavky (pri stavbe), možné narušenie prírodnej scenérie. V r. 2003 vzrástla celková kapacita veterných elektrární vo svete o viac ako 26% a dosiahla 39 000 MW. Najväčšími výrobcami veternej energie sú Nemecko, Španielsko a Dánsko.

1 Úvod

Na konci r. 2003 bola celková inštalovaná kapacita veterných elektrární na svete 39 GW. V Európe je najväčšie využitie veternej energie v Nemecku, Španielsku a Dánsku. V USA sa očakáva, že kapacita veterných elektrární sa vyrovná kapacite vodných elektrární okolo r. 2020.

2 Stručný popis komponentov veternej elektrárne

Veterné turbíny sa zvyčajne skladajú z nasledujúcich komponentov:

- listy rotora,
- rotor,
- prevody,
- generátor,
- elektronika a regulačné zariadenie.

Listy rotora sú časťou turbíny, ktoré zachytávajú energiu vetra. Listy sú vyrábané z laminátov, polyesterov alebo iných plastických materiálov. Niektoré z nich majú drevenú os. Všetky tieto materiály sa vyznačujú kombináciou pevnosti a ohybnosti. Navyše plasty ani drevo nerušia televízny signál v ich okolí. Priemer listov rotora sa pre veľké turbíny pohybuje od 25 m do 50 m (a viac) a každý list môže vážiť až 1 000 kg.

Rotor tvoria listy a centrálna os, ku ktorej sú pripevnené. Os je pripojená na hlavný prevod systému. Prevody a ložiská sú dôležité z hľadiska efektívneho prenosu krútiaceho momentu na generátor elektrického prúdu. Generátor má podobnú konštrukciu ako generátor v tradičnej elektrárni na fosílnych palivách. V mnohých turbínach je činnosť jednotlivých komponentov regulovaná elektronicky a tiež môže byť riadená diaľkovo. Použitá elektronika má za úlohu udržať rovnaké napätie pri meniacich sa otáčkach generátora.

Energia vyrobená veterným agregátom je priamo úmerná ploche rotora, tretej mocnine rýchlosti vetra a hustote vzduchu:

Hustota vzduchu: Rotor turbíny sa krúti v dôsledku tlaku vzduchu na jeho listy. Čím viac vzduchu - tým rýchlejšie sa krúti a tým je výroba energie väčšia. Kinetická energia vzduchu je priamo úmerná jeho hmotnosti, z čoho vyplýva že energia vetra závisí na hustote vzduchu. Hustota mierne rastie s narastajúcou vlhkosťou, čím sa vzduch stáva hustejší v zime ako v lete a preto je aj výroba energie pri rovnakej rýchlosti vetra v zime väčšia ako v lete.

Plocha rotora: Rotor (vrtuľa) veternej turbíny "zachytáva" energiu vzduchu, ktorý dopadá na rotor. Čím je plocha rotora väčšia, tým viac energie je rotor schopný vyrobiť. Plocha zabraná rotorom (plocha kruhu) narastá s druhou mocninou priemeru rotora. Ak zväčšíme rozmer listov turbíny 2x, potom budeme schopní vyrobiť 4x viac energie. Narastajúci priemer vrtule má ovšem za následok väčší tlak na celý systém pri danej rýchlosti vetra. Aby mohla turbína tento tlak vydržať je potrebné použiť pevnejšie mechanické časti, čo celý systém predražuje.

Rýchlosť vetra: Rýchlosť vetra je najdôležitejším parametrom ovplyvňujúcim množstvo energie, ktoré je turbína schopná vyrobiť. Narastajúca intenzita vetra znamená vyššiu rýchlosť rotora a teda väčšiu produkciu energie. Množstvo vyrobenej energie závisí na tretej mocnine rýchlosti vetra.

Medzi energiou vetra E [W/m^2] a rýchlosťou vetra v [m/s] platí nasledovný vzťah:

$$E = 0,5 * 1,225 * v^3$$

pričom konštanta $1,225$ [kg/m^3] je hustota vzduchu pri štandardných podmienkach.

Rýchlosť vetra v danej lokalite je ovplyvňovaná vegetáciou a budovami. Prekážky v teréne sa označujú parametrom, ktorý sa nazýva drsnosť terénu. So zvyšujúcou sa výškou nad terénom sa vplyv drsnosti znižuje a prúdenie vzduchu sa stáva laminárne, čo znamená aj vyššiu rýchlosť vetra. Vysoko nad zemou (vo výške okolo jedného kilometra) rýchlosť vetra prakticky nie je ovplyvňovaná terénom. Naproti tomu v nižších výškach je ovplyvňovaná veľmi silno. Pre využívanie veternej energie je podstatné, že čím je drsnosť terénu vyššia, tým je vietor viac spomaľovaný. Rýchlosť vetra je najviac spomaľovaná lesmi a veľkými mestami, kým na rovinách alebo vodných plochách prakticky nie je ovplyvňovaná. Budovy, lesy a iné prekážky nielen spomaľujú rýchlosť vetra, ale často vytvárajú aj jeho turbulencie, ktoré nepriaznivo vplývajú na chod turbíny. Pri určovaní charakteru terénu je často jeho drsnosť rozdeľovaná do tried. Čím vyššia je trieda drsnosti, tým väčšie sú prekážky a tým väčšie spomalenie rýchlosti vetra. Morská hladina je braná za základ a má triedu drsnosti 0.

3 Výhody využívania veternej energie

- pri výrobe elektriny vo veterných elektrárnach nevznikajú emisie ani žiadny škodlivý odpad,
- nemá negatívny vplyv na zdravie ľudí (s výnimkou možného vzniku hluku pri prevádzke veternej elektrárne),
- výroba elektriny nie je závislá od ceny vstupnej suroviny (na rozdiel od tepelných, plynových, jadrových elektrární),
- zanedbateľne nízke prevádzkové náklady,
- pre nenáročnosť obsluhy a nízke prevádzkové náklady sa ponúka možnosť využitia veterných elektrární v rozvojových alebo zaostalých krajinách,

- verejná mienka je pozitívne naklonená výstavbe a využívaniu veterných elektrární (žiadne emisie, žiadne významnejšie ohrozenie životného prostredia v prípade havárie).

4 Nevýhody využívania veternej energie

- závislosť na aktuálnej meteorologickej situácii,
- malý výkon veterných elektrární (najväčšie veterné elektrárne vo svete majú výkon do 3,2 MW, bežný výkon je od 0,5 do 1 MW),
- veterné elektrárne v súčasnosti nie sú schopné využiť rýchlosť vetra väčšiu ako 30 m/s (108 km/h). Ak má vietor vyššiu rýchlosť, potom je nevyhnutné elektráreň zastaviť, aby nedošlo k poškodeniu listov rotora. Väčšina veterných elektrární zároveň nie je schopná využiť energiu vetra s rýchlosťou nižšou ako 3 m/s.
- pomerne vysoké kapitálové výdavky (výdavky na stavbu),
- veterné elektrárne sú náročné na pevnosť použitých materiálov,
- môžu spôsobiť rušenie elektromagnetického poľa vo svojom okolí. To je možné kompenzovať tým, že sa na listy rotora používajú materiály ako drevo alebo sklolaminát.
- môžu predstavovať nebezpečenstvo pre malé lietadlá lietajúce v malých výškach,
- pri otáčaní listov rotora vzniká hluk,
- vizuálny efekt na prírodnú scenériu spôsobený veternými elektrárnami je často negatívny. Z uvedeného dôvodu sa rozvíja vedný odbor, ktorý sa zaoberá problematikou umiestňovania veterných elektrární do krajiny z hľadiska ich vplyvu na prírodnú scenériu.

5 Súčasný stav vo svete

V roku 2003 vzrástla celková kapacita inštalovaného výkonu veterných elektrární vo svete o viac ako 8 000 MW, čo znamená 26% nárast, pričom najvyšší rast bol zaznamenaný v Európe. Pre porovnanie: elektrický výkon bežnej modernej jadrovej elektrárne je okolo 1 000 MW, čiže prírastok výkonu veterných elektrární za r. 2003 bol na úrovni cca 8 nových jadrových elektrární. Prírastok inštalovaného výkonu veterných elektrární v Nemecku bol 2 645 MW, v USA 1 687 MW a v Španielsku 1 377 MW. Celkový inštalovaný výkon vo svete vzrástol na 39 000 MW. Celkový inštalovaný výkon v Európskych krajinách bol 28 706 MW, pričom najvyšší podiel na trhu si dlhodobo udržuje Nemecko, Španielsko a Dánsko.

Referencie:

1. Wind Power Outlook 2004, <http://www.awea.org>
2. Veterná energia, <http://www.fns.uniba.sk>
3. "Obnoviteľné zdroje energie", <http://www.fae.sk>
4. "Energia vetra", <http://kekule.science.upjs.sk/fyzika/>