



Vítr a jeho energie – 3

V předchozích částech článku se autoři zabývali fyzikální podstatou energie větru, geografickým rozdělením charakteristik rychlosti větru na našem území včetně mapy průměrné rychlosti větru a metodami vyhledávání a hodnocení míst vhodných pro využití energie větru. Závěrečný díl článku je věnován účelovému měření větru a rozboru jeho výsledků.

Hodnocení větrných poměrů daného místa z hlediska jeho použitelnosti pro větrnou elektřinu lze rozdělit do dvou pracovních etap:

V 1. etapě jde o posouzení všech dostupných, přímých i nepřímých údajů o větru a vlastnostech zemského povrchu, které ovlivňují vítr na daném místě a v jeho okolí. Je to zejména:

- rozbor map klimatických charakteristik větru,
- rozbor statistických údajů o větru na okolních meteorologických stanicích,
- rozbor vizuálně pozorovatelných znaků v krajině,
- zhodnocení reliéfu, vegetačního krytu, staveb a jiných překážek proudění vzduchu,
- využití počítačových programů pro výpočet klimatických charakteristik větru a jejich rozložení v krajině.

U lokality, která se podle 1. etapy hodnocení nejvíce jeví jako nevhodná, přistoupíme ke 2. etapě, spočívající v účelovém měření větru a rozboru jeho výsledků.

Účelové měření větru a rozbor jeho výsledků

Měření by mělo trvat tak dlouho, aby bylo možno dostatečně spolehlivě zjistit vztahy mezi rychlostí větru na sledovaném stanovišti a na okolních meteorologických stanicích. Vzhledem k ročnímu chodu rychlosti větru je důležitější měření v zimním období než v létě. Zpravidla bude vyhovovat měření přibližně od října nebo listopadu do března nebo dubna přespříštího roku, tedy 18 měsíců, které zahrnují dvě zimy a jedno léto. Není-li možné měřit tak dlouho, je žádoucí dát přednost měření v zimě před měřením v létě.

Je účelné měřit ve výšce, která se co nejvíce blíží předpokládané výšce horizontální osy větrné turbíny. Pro velké větrné elektrárny by se tedy měl



Vhodnost umístění větrné elektrárny posuzujeme na podkladě rozboru informací o rychlosti větru

Foto Jiří Trnavský

vítr měřit o hodně výše než 10 m nad zemí, což je standardní výška měření větru na meteorologických stanicích. To z technických důvodů často není možné. Odvození charakteristik rychlosti větru ve výšce osy turbíny z výsledků měření je spolehlivější, měřili se rychlost větru ve více výškách nad terénem.

Důležitou součástí analýzy výsledků měření větru by mělo být zjištění, zda rychlost větru v období účelového měření byla, v porovnání s mnohaletým obdobím, anomálně vysoká, anomálně nízká, či odpovídala klimatickému normálu.

K tomu využijeme výsledky měření meteorologických stanic v okolí zkoumané lokality, které mají mnohaleté homogenní řady měření větru a u nichž existuje významná korelace rychlosti větru s rychlostí větru na místě účelového měření větru.

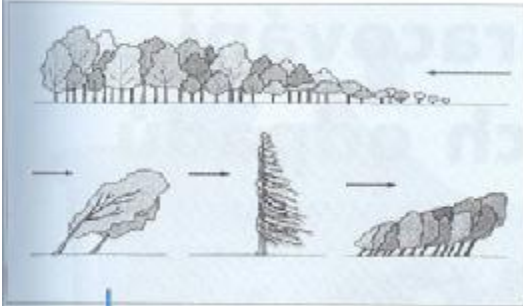
K témuž účelu můžeme využít i mnohaleté řady měření rychlosti větru v tlakové hladině 850 hPa, jejíž výška kolísá kolem přibližně 1500 m n. m. S využitím měření stanice nebo více stanic, které mají uvedené vlastnosti (označujeme

jeme je jako referenční stanice), můžeme odvodit korekční koeficient Q :

$$Q = \frac{v_n}{v_m}$$

Kde v_n je mnohaletý celoroční průměr rychlosti větru (klimatický normál) pro referenční stanici a v_m je průměrná rychlost větru na téže stanici za období krátkodobého, například půlročního, účelového měření na místě, kde by případně měla být postavena větrná elektrárna.

Vzhledem k uvedeným vlastnostem referenční stanice můžeme předpokládat, že její hodnota Q přibližně platí také pro místo účelového měření větru. Z tohoto předpokladu vyplývá, že odhad klimatického normálu celoročního průměru rychlosti větru na místě účelového měření získáme tak, že průměr rychlosti větru za dobu účelového měření vynásobíme korekčním koeficientem Q stanoveným podle referenční stanice. A jak jsme již uvedli, jako referenční stanici můžeme případně použít i měření výškového větru, má-li výše uvedené vlastnosti, které má mít referenční stanice.



Vliv převládajícího větru na tvar stromů a stromových porostů (upraveno podle Beltrando, G. – Chémery, L., 1995)

Hodnotu Q je vhodné určit pro několik referenčních stanic a jako korekční koeficient pro místo účelového měření pak použít například vážený průměr ze zjištěných hodnot Q_1, Q_2, \dots, Q_n , přičemž jako váhy použijeme hodnoty koeficientu determinace, tedy druhé mocniny koeficientu korelace mezi rychlostí větru na místě účelového krátkodobého měření a na té referenční stanici, podle níž byla určena dobová hodnota Q . Pomocí korekčního koeficientu odvodíme dlouhodobý průměr rychlosti větru na místě krátkodobého, účelového měření větru.

Pokud nebylo účelové měření prováděno přímo ve výšce budoucí turbíny, bude dalším krokem odvození klimatického normálu rychlosti větru

ve výšce osy turbíny. U lokalit v nepříliš členitém terénu při tom můžeme použít postupů popsaných v meteorologické literatuře. V případě lokalit na vrcholu hory nebo hřebene, což je časté umístění větrných elektráren, však může být vertikální profil větru zcela jiný než nad rovinou, v určitém oboru výšek nad terénem může v takových podmínkách průměrná rychlost větru i klesat se vzrůstem výšky. Proto je právě ve vrcholových polohách důležité měřit vítr ve více výškách nad zemí. Nemůžeme-li ověřit vertikální profil větru empiricky nebo pomocí modelu, je lépe předpokládat ve vrstvě do výšky několika desítek metrů nad zemí nulový gradient rychlosti větru než uvažovat vzrůst rychlosti větru s výškou.

Získání dlouhodobé průměrné hodnoty rychlosti větru ve výšce osy turbíny je zpravidla stadiem rozboru informací o větru, kdy lze naprosto odpovědně rozhodnout o tom, zda na daném místě bude elektrárna vhodně umístěna či nikoli.

Jsou známé postupy, jak dále odvodit distribuci rychlosti větru a množství energie vyrobené elektrárnou za rok. V tom odkazujeme čtenáře na obsáhlejší díla odborné literatury a konzultace s odborníky.

Energie větru a slunce se doplňují

Na závěr se zmíníme o zajímavém aspektu energie větru. V klimatických poměrech střední Evropy jsou roční chody rychlosti větru a trvání slunečního svitu přibližně protichůdné – a to pochopitelně platí i o ročních chodech větrné a solární energie. Na připojeném grafu je to doloženo křivkami spojujícími dlouhodobé (1961 – 1994) měsíční průměry rychlosti větru a měsíční průměry trvání slunečního svitu na observatoři Milešovka. Graf ukazuje, že část roku, kdy je rychlost větru nad celoročním průměrem, je téměř shodná s částí roku, kdy trvání slunečního svitu je pod jeho celoročním průměrem a naopak. Celoroční průměry rychlosti větru a trvání slunečního svitu jsou v grafu vyznačeny vodorovnými čarami.

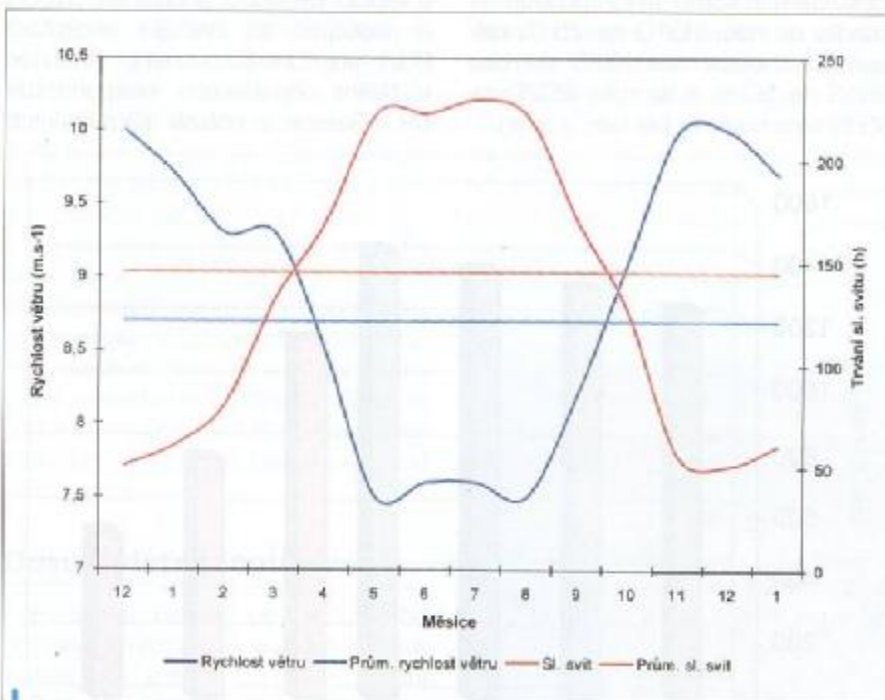
Větrná a solární energie se v naší zeměpisné oblasti doplňují nejen v čase, v průběhu roku, ale také v území. V horských polohách jsou častější energeticky využitelné větrné lokality než v nižších částech území. Protože horské masivy podporují tvorbu oblačnosti, je v horách zpravidla méně slunečního svitu a sluneční energie než v nížinách. Přírodní poměry u nás jsou podnětem pro kombinované a koordinované využití větrné a solární energie. To se dříve nebo později stane aktuálním tématem.

Literatura:

- [1] Atlas podnebí Česka. Praha – Olomouc, 2007.
- [2] Šeřten, J. I.: Využití energie větru. SNTL, Praha, 1991.
- [3] Likeš, J. – Machek, J.: Matematická statistika. SNTL, Praha, 1983.
- [4] Beltrando, G. – Chémery, L.: Dictionnaire du climat. Larousse, Paris, 1995. ■

RNDr. Ivan Sládek, CSc.,
Karlova univerzita,
Přírodovědecká fakulta, Praha,
ivan@sladek.cz

RNDr. Jiří Hostýnek,
Český hydrometeorologický ústav,
pobočka Plzeň,
hostynek@chmi.cz



Roční chody rychlosti větru (m/s) a trvání slunečního svitu (počet hodin) na Milešovce. Křivky spojují průměrné hodnoty obou meteorologických prvků za jednotlivé měsíce roku. Měsíční průměry obou meteorologických prvků byly stanoveny podle měření v letech 1961 – 1994. Celoroční průměry jsou vyznačeny vodorovnými čarami

