



Efektivita malých větrných elektráren

V souvislosti s koncepcí lokálního zásobování čistou energií a soběstačností budov se opět zvyšuje zájem o malé větrné elektrárny (CtE). Největší přínos má využití VtE na střeše budov, na menších farmách či na odlehlých lokalitách bez možnosti odběru elektřiny. A to ideálně v kombinaci se solárními zdroji. Efektivita výroby elektřiny VtE závisí hlavně na úrovni výkonových parametrů.





KRAJSKÁ HOSPODÁŘSKÁ KOMORA
MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE



CENTRUM PRO ENERGETICKÉ ÚSPORY v MSK

INFO ZPRAVODAJ 09/20 září 2020

Obsah

Efektivita malých větrných elektráren	1
1. Výkon a výroba energie	3
2. Hlavní faktory efektivity	4
Výkonová křivka	4
Větrné podmínky	5
Kontakty CENTRUM ENERGETICKÝCH ÚSPOR v MSK	8
ZÁKLADNÍ INFORMACE O PRÁCI CENTRA PRO ENERGETICKÉ ÚSPORY V MSK	9
Odborné cíle centra	9
Činnost metodického centra pro veřejnost:	9



K malým VtE obecně patří turbíny nominálním s výkonem menším než 60 kW a s průměrem vrtulí do 16 m. Tato skupina zahrnuje podskupinu s výkonem do 2 až 2,5 kW při průměru vrtulí do 3 m (tzv. mikrozdroje), podskupinu v rozsahu výkonu 2,5 až 15 kW a průměru vrtulí od 3 do 10 m a podskupinu 16 až 60 kW s průměrem vrtulí od 10 do 16 m. První podskupina je určena hlavně pro dobíjení baterií, druhá může sloužit k vytápění nebo temperování domů, pro ohřev vody, případně pro pohon motorů. Třetí podskupina je v současné době v naší praxi zastoupena velmi málo.

1. Výkon a výroba energie

Základní parametr, který předurčuje smysluplnost investice do malé VtE, je množství energie, které může elektrárna během svého života vyrobit. Základní fyzikální zákonitosti u malých VtE přitom fungují podobně jako u velkých větrných zdrojů.

Turbína větrné elektrárny snižuje rychlost vzdušného proudění, pro jehož kinetickou energii E_k platí: $E_k = 1/2 m u^2 = 1/2 \rho V u^2$, kde m je hmotnost, ρ hustota vzduchu, V je objem vzduchu, u je rychlost větru. Výkon, který by bylo možno získat stoprocentním využitím kinetické energie větru, proudícího jednotkovou plochou kolmou na směr proudění se označuje jako hustota výkonu větru. Udává se v jednotkách W/m^2 a platí pro ni: $P = 1/2 \rho u^3$. Pro výkon větrné turbíny, který se udává ve wattech, platí: $P = 1/2 c_p S \rho u^3$, kde S je plocha opisovaná rotorem, c_p je součinitel výkonu (tj. účinnost přeměny energie proudění na elektrickou energii). Teoretická maximální hodnota součinitele výkonu c_{pms} je 0,593, reálně se však pohybuje v hodnotách do 0,5.

Pro konkrétní větrnou elektrárnu bývá definován její jmenovitý [nominální] výkon, který přibližně odpovídá maximální výrobě energie za optimálních podmínek [tedy zpravidla při vysokých rychlostech větru].

Výroba elektrické energie udávaná v kWh, MWh či GWh se zpravidla vztahuje k období jednoho roku (potom jsou jednotky MWh/rok apod.). Poměr mezi množstvím skutečně vyrobené energie a teoretickou výrobou elektrické energie v hypotetickém případě, kdy by elektrárna vyráběla nepřetržitě na úrovni jmenovitého výkonu, se nazývá kapacitní faktor [někdy využitelnost].

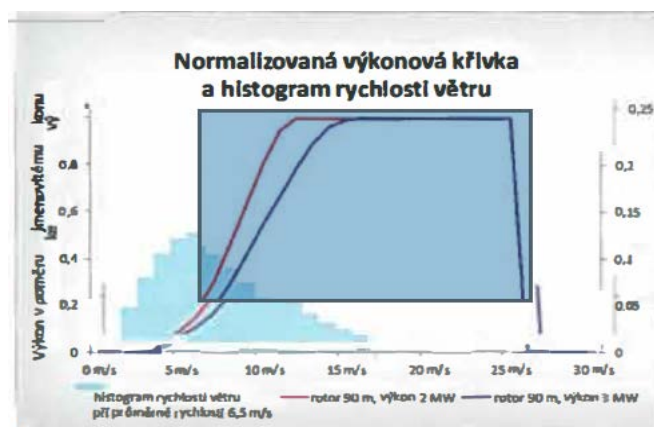
2. Hlavní faktory efektivity

V praxi závisí efektivní výroba elektřiny kteroukoli větrnou elektrárnou především na výkonové křivce větrné turbíny (rotoru) a na větrných podmínkách v úrovni roto-ru. Tyto parametry lze ovlivnit jen výběrem vhodné lokality. Dalšími faktory efektivity jsou technologie, spolehlivost provozu a velikost ztrát v elektrárně, vedení a při transformacích vyrobené elektřiny. To ale není předmětem tohoto článku.

Výkonová křivka

Výkonová křivka definuje závislost okamžité výroby elektrické energie větrnou elektrárnou na okamžité rychlosti větru v ose jejího rotoru. Typická elektrárna začíná vyrábět při rychlostech větru kolem 3 až 4 m/s, pak výkon prudce roste až do dosažení jmenovitého výkonu, zpravidla mezi 10 až 15 m/s. Při extrémně vysokých rychlostech větru by větrná elektrárna měla být odstavena, aby nedošlo k jejímu poškození. Výkonová křivka je proto ukončena nejčastěji mezi 20 až 25 m/s, v případě malých VTE i níže.

Relativní průběh výkonové křivky je u většiny větrných elektráren podobný a v rozmezí „středních“ rychlostí větru (přibližně mezi 4 až 9 m/s) velmi zhruba sleduje kubickou závislost výkonu elektrárny na rychlosti proudění. Při přiblížení se jmenovitému výkonu již aktuální výkon s rostoucí rychlostí větru roste pomaleji a po dosažení této úrovně již dále neroste, případně klesá. Určitou výjimku mohou tvořit typy větrných elektráren umožňující výrobu energie při nejnižších rychlostech větru, jako jsou Savoniové turbíny či mnoholisté vrtule. Výkon těchto elektráren s rostoucí rychlostí větru roste pomaleji a jejich celková efektivita je nižší než v případě klasické konstrukce či při použití principu Darreiové turbíny.



Příklad výkonové křivky malé větrné elektrárny



Přestože jde o zásadní informaci, není dostupnost výkonové křivky malé VTE samo- zřejmostí. Jediný údaj, který výrobci malých VtE při specifikaci svých produktů bez výjimky uvádějí, je jmenovitý výkon. Tato hodnota se však obvykle vztahuje k vysokým rychlostem větru, jaké se v místě malé VtE vyskytují jen velmi zřídka. Výše jmenovitého výkonu má proto význam zejména z hlediska nároků na elektroinstalaci, pro odhad budoucí výroby elektrické energie je to však prakticky bezcenný údaj. Při běžných rychlostech větru závisí aktuální výkon větrné elektrárny především na rozměru a konstrukci větrné turbíny. Vyšší jmenovitý výkon proto u jinak stejné malé VtE v běžné (tedy méně větrné) lokalitě povede především k vyšším nárokům na elektroinstalaci a k nižšímu kapacitnímu faktoru elektrárny, ale celkové množství vyrobené energie zvýší jen nepatrně.

Větrné podmínky

Větrné podmínky pro provoz malé VtE je potřeba sledovat na dvou různých úrovních:

a) Větrné poměry lokality

Větrné poměry (větrné klima) jsou statistickým souhrnem větrných podmínek v určitém místě za klimatologicky dostatečně dlouhé období. Zpravidla se vztahují k ose rotoru větrné elektrárny. Jsou dány četnostním rozdělením rychlostí větru v prostoru rotoru a větrnou různici směru větru. Reálné (naměřené) četnostní rozdělení rychlostí větru bývá pro potřeby větrné energetiky často nahrazováno teoretickým Weibullovým rozdělením.

Větrné podmínky ve výškách instalace malé VtE jsou obecně mnohem horší než ve výškách velkých větrných elektráren, což je jeden z hlavních důvodů, proč se jejich technologie dosud ve větší míře nerozšiřuje. Tato skutečnost vyplývá ze základních vlastností atmosférického proudění, které je poháněno silami vznikajícími v celém objemu atmosféry, zatímco nejintenzivnější brzdící silou je tření o zemský povrch. V důsledku toho se vytváří typický vertikální profil větru, kdy jeho rychlost s výškou nad zemským povrchem v průměru narůstá. Tento nárůst může být dosti výrazný, a to zvláště v místech s vysokou drsností povrchu, kde se nejvíce uplatňuje tření o zemský povrch, a tedy snížení rychlosti větru v malých výškách. Zvláště pro malé VtE jsou tedy nepříznivé lokality, okolo kterých se vyskytují překážky proudění nebo v jejichž okolí jsou hodně zastoupeny lesní porosty či urbanizovaná území.

b) Lokální ovlivnění větrných podmínek

Všeobecné větrné poměry lokality mohou být ve výšce malých VtE významně pozměněny vlivem okolních objektů. Tento vliv může být teoreticky i pozitivní v důsledku zesílení proudění při obtékání překážek, ve většině případů se však bude jednat o dopady negativní, a to dvojího druhu.

V prvé řadě stínění nedalekými objekty, jako jsou například stromy nebo budovy, povede ke snížení rychlosti větru. Pokud se větrná elektrárna nachází pod úrovní okolních překážek, a tyto překážky se nacházejí ve směru převládajícího proudění, potom může být toto zeslabení větru skutečně masivní a zcela znehodnotit smysl výstavby malé VtE. Nezanedbatelné zeslabení větru však

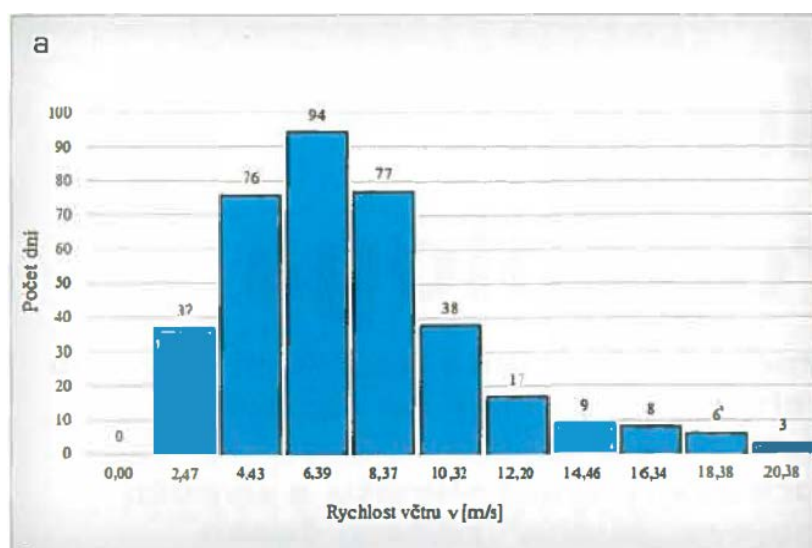
Ize očekávat i v případě, že se malá VtE nachází v úrovni vrcholu okolních překážek nebo mírně nad ním.

Druhou okolností je změna vlastnos-tí proudění blízkými překážkami. Jedná se například o zvýšení turbulence, výskyt stříhu větru [tj. změny vektoru proudění v rámci rozsahu větrné turbíny) či proudění se šikmou složkou [odkloněnou od horizontální roviny]. Ve všech těchto případech dojde nejspíše ke snížení výkonu větrné elektrárny pod úroveň její výkonové křivky a nadto mohou nepříznivé vlastnosti proudění negativně ovlivnit životnost toho-to zařízení.

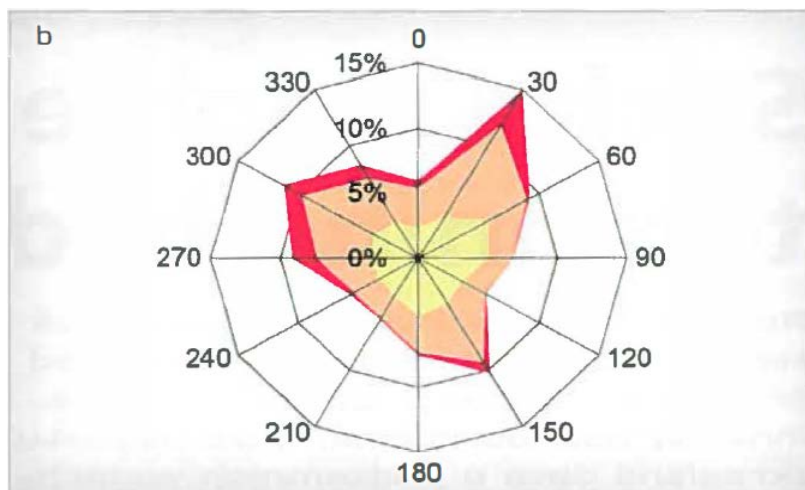
Obecně je tedy vhodné malou větrnou elektrárnu umístit na pokud možno vyvýšené místo na otevřeném prostranství či vysoko nad okolní překážky a do největší výšky nad zemí, jaká je z praktických a ekono-mických důvodů reálná. V některých případech, zvláště u nejmenších typů malých VtF může být výhodné umístění elektrárny na střeše budovy.

c) Další okolnosti

Výrobu elektrické energie větrnou elektrárnou přesně na úrovni vyplývající z rychlostí větru a výkonové křivky VtF označujeme jako teoretickou. Ve srovnání s ní je reálná výroba elektrické energie z řady důvodů nižší. V první řadě může být výroba energie negativně ovlivněna již zmíněnými negativními vlastnostmi proudění, jako je vysoká turbulence nebo stříh větru. Dále je nutno počítat s energetickými ztrátami ve výrobním řetězci, například při vedení a transformaci elektřiny. A v neposlední řadě lze očekávat, že dostupnost větrné elektrárny pro výrobu energie nemusí být sto procentní. Příčinami mohou být například poruchy zařízení, problémy s vyvedením výkonu či z jiných důvodů specifických pro danou instalaci, například tvorba námrazy při instalaci malé VtE v námrazové oblasti.



Ukázka grafu četnosti rozdělení rychlosti



Větrná růžice



Malá větrná elektrárna by měla mít rotor nad překážkami

Gro (Zdroj: David Hanslian, AV CR)



KRAJSKÁ HOSPODÁŘSKÁ KOMORA
MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE



CENTRUM PRO ENERGETICKÉ ÚSPORY v MSK

INFO ZPRAVODAJ 09/20 září 2020

Kontakty CENTRUM ENERGETICKÝCH ÚSPOR v MSK

Najdete nás na adrese:

CENTRUM PRO ENERGETICKÉ ÚSPORY v MSK
(provozovatel: lamella.cz s.r.o.)

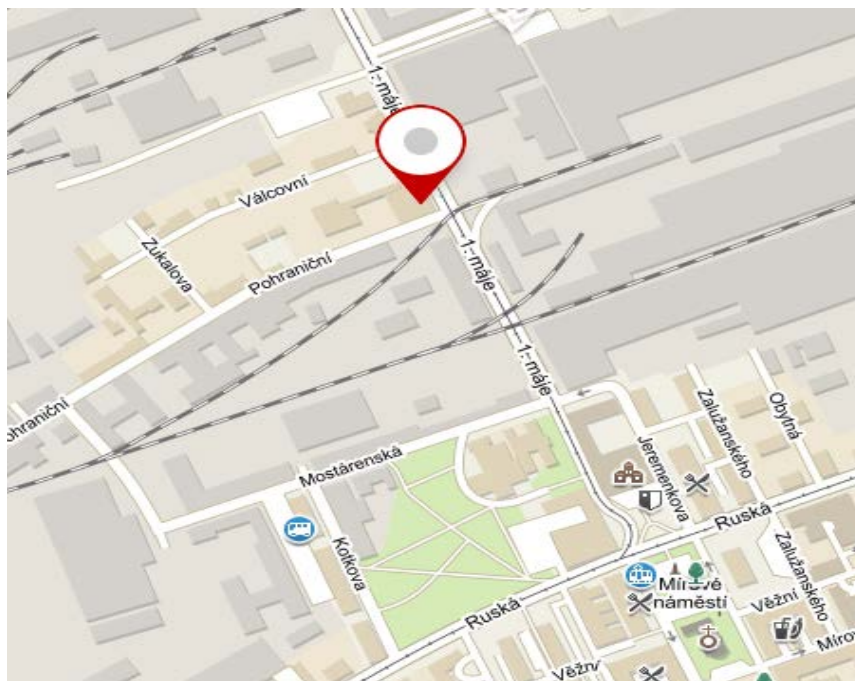
Pohraniční 1435/86
Moravská Ostrava
703 00 Ostrava

Tel.: 596 600 100, 596 600110 , 602 533 935 (dotace, metodická pomoc)

Tel.: 733 774 977 (úvěry ČMZRB, komerční úvěry)

Email: info@lamellacz.cz

Aktivity fa. lamella.cz s.r.o. byly podpořeny poskytovatelem Moravskoslezský kraj v rámci dotačního programu „Podpora podnikání v Moravskoslezském kraji 2018 dle vyhlášení rady kraje usnesením č.40/3601 ze dne 12.6.2018. Dotační titul 3: InnoBooster, název projektu „Obchodní rozvoj lamella.cz“



V Ostravě 20.09.2020



ZÁKLADNÍ INFORMACE O PRÁCI CENTRA PRO ENERGETICKÉ ÚSPORY V MSK

Odborné cíle centra

OBLAST A (objekty bydlení, obytné domy, administrativní budovy, haly, ostatní objekty)

- Zateplení, výměna oken, a dveří

OBLAST B

- Nízkoenergetické stavby s využitím OZE

OBLAST C (zdroje energie)

- Výměna el. vytápění za tepelné čerpadlo
- Solární systémy do 30 kWp včetně akumulace
- Solární systémy nad 30 kWp včetně akumulace
- Nucené větrání s rekuperací tepla

OBLAST D (změna technologie)

- Osvětlení
- Záměna technologie

OBLAST E

- Podpora nabíjecí infrastruktury s využitím OZE (osobní elektromobilita, hromadná a nákladní doprava)

OBLAST E

- Energetické využití odpadů

Činnost metodického centra pro veřejnost:

- Činnost metodického střediska: adresa - Pohraniční 1435/86, 703 00 Ostrava, 4 NP
- Kontakt: +420 602 533 935, +420 596 600 100, info@lamellacz.cz
- Každé úterý od 10:00 do 18:00 hod.
- Možnost sjednání individuální konzultace mimo konzultační den
- Poradenská činnost pro oblast úspory energie
- Zpracování studie energetických úspor pro jednotlivé subjekty
- Zpracování studie proveditelnosti včetně indikativní cenové rozvahy
- Poradenství s dotační problematikou a zajištěním zdrojů financování
- Odborný informační zpravodaj 1 x měsíčně

Obsah INFO ZPRAVODAJE xx/20 pro rok 2020:

Aktuální informace MMR, aktuální dotace MŽP, MMR, MPO, ČMZRB, MKSIC, cizí zdroje, energetické úspory.