

## MALE VETRNE ELEKTRARNE

Pričujoč zapis bo obravnaval različne vrste in vidike uporabe malih vetrnih elektrarn, ki naj bi se uporabljale za zadovoljevanje potreb malih porabnikov električne energije kot so gospodinjstva in mala podjetja. Omejili se bomo na inštalirane moči do 30 kW.

V splošnem poznamo dve vrsti vetrnih turbin (\*):

Vzgonski tip	Horizontalna os vrtenja - HAWT Vertikalna os vrtenja - VAWT: Darreiusova turbina
Uporovni tip	Horizontalna os vrtenja: Mlin na veter Vertikalna os vrtenja: Savoniusova turbina, Windside turbina

Primerjava njihovih lastnosti (\*):

	Horizontalne vetrne turbine	Vertikalne vetrne turbine
Zmogljivost prilagoditve smeri vetra	slaba	zelo dobra
Generacija zvoka pri obratovanju	večja	izrazito manjša
Krmiljenje nastavnega kota lopatice	enostavno	težje
Oblika lopatice	nesimetrična	lahko simetrična
Možnost samozagona	mogoča	nemogoča za vzgonski tip
Vzdrževanje	težje	lažje
Potrebna višina	visok stolp	nizek stolp

Za ilustracijo (\*):



Turbina uporovnega tipa vrste Windside.  
(Windside)

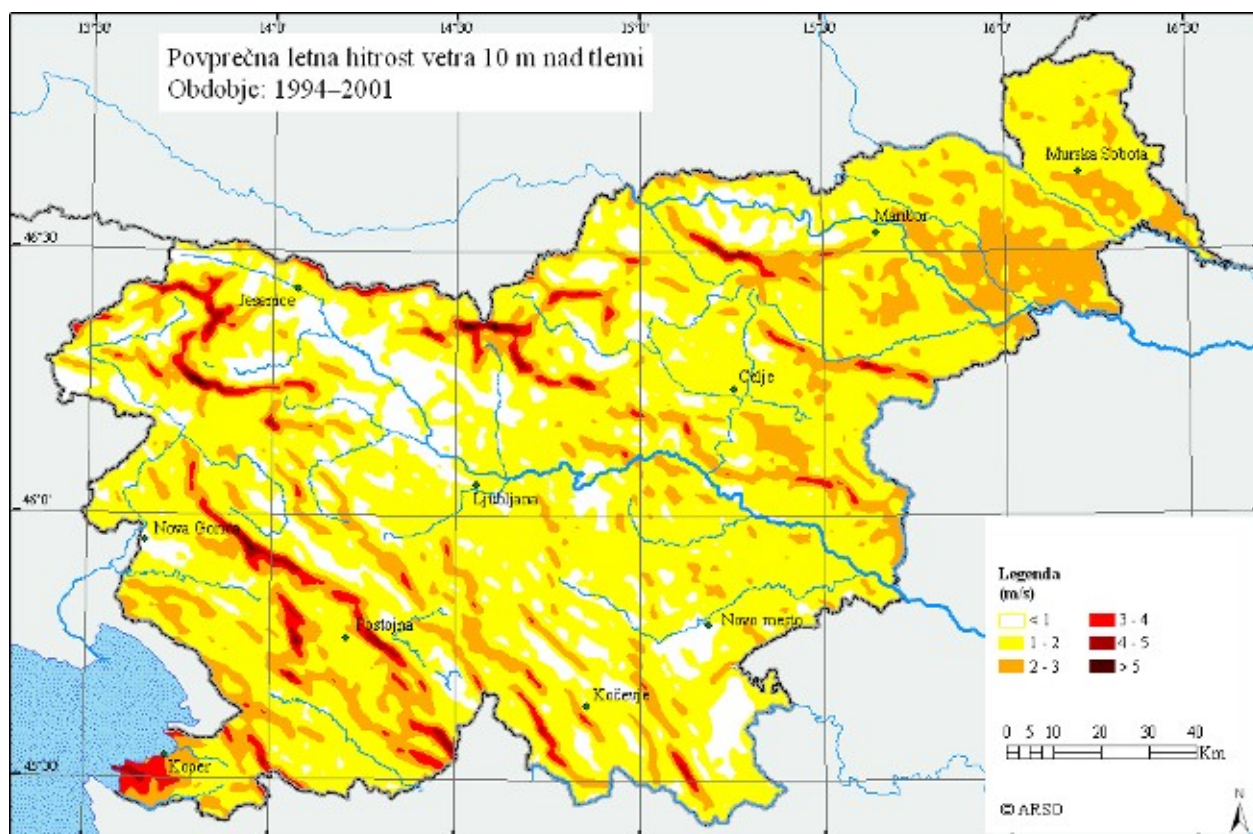


Vertikalna Darreiusova turbina. Prigrajena sta dva uporabna Savoniusova rotorja, ki omogočata zagon. Lopatice so oblikovane po posebni krivulji, kar omogoča da v lopatici ni upogibnega napetostnega stanja. Veter lahko piha iz katerekoli smeri.  
(Wiatraki)



Horizontalna turbina vzgonskega tipa. Rotor premika po smeri vetra servomotor.  
(Nordex)  
\* (tabeli in slike so vzeti iz članka Damjana Božiča)

Za približno sliko vetrovnih razmer v Sloveniji si oglejmo še zemljevid povprečnih vrednosti hitrosti vetra



Izbran je zemljevid za 10 m nad tlemi, kjer naj bi veter zajemale male vertikalne vetrne elektrarne, ki jih bom bolj podrobno opisal.

Če si na kratko ogledamo prikazan zemljevid vidimo, da je v Sloveniji vetra pravzaprav malo. Izrazito večje območje primernih vetrov je Slovensko primorje (3-4 m/s), nato pa deli Pomurja (2-3 m/s). Dobro opazna je večja hitrost vetra na grebenih gora in hribov, ki se razprostirajo po naši deželi.

Potrebno je poudariti, da se lahko zaradi zelo razgibanega terena (veliko ožjih in širših dolin, gora, hribov in gričev, gozdov, travnikov) vetrne slike določenih lokacije močno razlikujejo med seboj.

Na osnovi primerjave lastnosti vetrnih turbin, cene nakupa in postavitve, okoljskih zahtev in vetrovnih pogojev v Sloveniji sem za potrebe malih odjemalcev izbral za oceno primernosti postavitve in izkoriščanja vertikalno vetrno turbino (VAWT).

Pojem vetrna turbina in vetrna elektrarna se razlikujeta v tem, da turbina pretvarja mehansko energijo vetra v vrtenje, elektrarna pa predstavlja celotno napravo skupaj z generatorjem, ki energijo vetra pretvori v električno energijo.

Za določitev velikosti turbine bom vzel nekaj različnih ocen porabe električne energije malih porabnikov na mesec (Tabela 2). Upoštevani so različni vetrovni pogoji tako, da lahko primerjamo gospodarnost postavitve vetrne elektrarne.

Srednja hitrost vetra (Tabela 1 - pogostost različnih hitrosti) odgovarja rdečim oznakam na vetrnem zemljevidu Slovenije.

SREDNJA JAKOST VETRA											VSOTA
hitrost vetra	0 m/s	1 m/s	2 m/s	3 m/s	5 m/s	8 m/s	10 m/s	15 m/s	20 m/s	25 m/s	DNI
število dni	0	0	7	15	3	2	1	1	1	0	30
moč turbine (W)		2,52	20,16	68,04	315	1290,2	2520	8505	20160	39375	
pretvorba v elektriko		0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
proizvedena energija (kWh)		0	2,7095	19,596	18,144	49,545	48,384	163,3	387,072	0	688,746

Tabela 1

Vse vrednosti v Tabeli 2 so podane za en mesec razen za dobo odplačila, ki je podana v letih.

1	2	3	4	5	6	7
mesečna poraba kWh	vetrni pogoji	pridobljena energija kWh	vrednost kWh v €**	vrednost pridobljene energije v €**	investicijska vrednost v €	doba odplačevanja (leta)
300	slabi	134	51,57	23,0346	16.000,00 €	57,88
300	srednji	688	51,57	118,2672	16.000,00 €	11,27
300	dobri	1438	51,57	247,1922	16.000,00 €	5,39
600	slabi	134	103,14	23,0346	16.000,00 €	57,88
600	srednji	688	103,14	118,2672	16.000,00 €	11,27
600	dobri	1438	103,14	247,1922	16.000,00 €	5,39
900	slabi	134	154,71	23,0346	16.000,00 €	57,88
900	srednji	688	154,71	118,2672	16.000,00 €	11,27
900	dobri	1438	154,71	247,1922	16.000,00 €	5,39

\*\* gospodinjiski odjem končna cena el. energije (VT in MT) 20.01.2015 0,1719 €

Tabela 2

Iz tabel se da razbrati, da je možno pokriti porabo električne energije za porabnika, ki porabi približno 600 kWh na mesec ob namestitvi 20 kW vertikalne turbine (nazivna moč) na območju, kjer so vetrne razmere srednje ugodne (vsa rdeča polja na zemljevidu Slovenije). Doba odplačila je podana na celotno ceno električne energije (omrežnina, energija, vsi prispevki, dajatve in DDV) in bi bila ob drugih pogojih (net-metering, subvencije) seveda drugačna.

Horizontalne vetrne turbine imajo boljši izkoristek za približno 20 %, vendar zahtevajo bolj stalno smer vetra, njihova cena je višja, vzdrževanje pa precej oteženo, ker imajo generator v gondoli na vrhu stolpa.

Vertikalne vetrne turbine ki se trenutno dobijo na trgu imajo nekatere pomanjkljivosti :

- začnejo delovati pri 2 m/s (pa raje pri 3m/s),
- ko veter prekorači 25-30 m/s se morajo zaustaviti, zato niso primerne za območja z občasnimi vetrovi, ki pihajo hitreje od 90 km/h,
- večina jih ima vgrajene multiplikatorje obratov,
- večina ponujenih modelov vertikalnih vetrnih elektrarn na trgu je iz Kitajske. Deklarirane tehnične lastnosti, zanesljivost obratovanja in dobava rezervnih delov so vprašljive,
- v ponudbi električne opreme običajno ni regulacije za sinhronizacijo na omrežje.

Za zagotovitev bolj gospodarnega delovanja bi bilo potrebno optimirati nekatere tehnične lastnosti turbin in generatorjev elektrike ter pretvornikov v enofazno ali trifazno napetost primerno za napajanje omrežja.

Potrebne tehnične izboljšave tehničnih lastnosti konstrukcije :

- izbira nesimetričnega profila lopatic,
- optimiranje števila lopatic,
- uporabiti aerodinamičen profil nosilnih elementov lopatic,
- zagotoviti dinamično uravnoteženje, da se lahko poveča število vrtljajev,
- zagotoviti dopustne statične obremenitve, da celotna konstrukcija prenese orkanske vetrove (do 200 km/h).

Potrebne tehnične izboljšave tehničnih lastnosti generatorjev in pretvornikov :

- uporaba generatorjev električne energije, ki proizvajajo elektriko v velikem razponu nizkega števila obratov (od 100 o/min do 600 o/min ),
- uporaba pretvornikov generirane napetosti in toka, ki se spreminjata, v eno ali trifazno napetost primerno za oddajo v omrežje,

Pri odločanju za postavitev vertikalne vetrne elektrarne je potrebno predvsem ugotoviti :

- potrebe porabnika po električni energiji,
- primernost izbrane lokacije (oddaljenost od porabnika ali priključka na omrežje, tip oblike in velikost naravnih ovir, dostopnost),
- količino vetra na izbrani lokaciji v daljšem časovnem obdobju (vsaj eno leto) z primerjavo podatkov iz bližnjih meteoroloških postaj.

Na osnovi pridobljenih podatkov se lahko naredi dokaj točna ocena gospodarnosti postavitve vetrne elektrarne.

Zaradi klimatskih sprememb, ki so nas že doletele, smo lahko prepričani, da se bo pogostost in jakost vetrov v Sloveniji povečevala. Postavitev in izkoriščanje malih vertikalni vetrnih elektrarn bi nam tako ob relativno majhnih stroških poleg elektrike dajala tudi podatke o jakosti in smeri vetrov na določeni lokaciji, ki bi lahko služili za odločanje o postavitvi večjih ali velikih horizontalnih vetrnih elektrarn, ki so izrazito višje postavljene (daljši nosilni stebri) in tako dobijo veter z višjo hitrostjo kot je pri tleh (razlika med 10 m in 50 m je skoraj dvojna hitrost vetra).



Andrej Jordan

