

Tento článok reaguje na diskusiu

<http://forum.mypower.cz/viewtopic.php?f=41&t=463>

a sú v ňom aj iné postrehy týkajúce sa malých veterných turbín (SWT-small wind turbines) všeobecne. Niektoré témy sa v diskusiách opakujú, zdá sa že ide o nekonečný príbeh. V diskusiách sa nehľadajú najlepšie riešenia, ale konštruktéri- samoukovia hľadajú potvrdenie falošných predpokladov ktoré získali od diletantských samozvaných „odborníkov“ bez technického vzdelania a odbornej prípravy. Výsledkom je potom systém pokus- omyl, keď sa napríklad pokúšajú spojiť alternátor s vrtuľou, oboje neznámych charakteristík pomocou kvázi regulátorov a nezmyselných algoritmov. Fyzikálne zákony a metodické konštruovanie tu obyčajne hrajú podradnú úlohu.

MOŽNOSTI SWT

V TAB.1 na ďalšej strane je vypočítaný prehľad výkonov HAWT s priemerom vrtule 2 metre (cca 3m² plochy). Mal by to byť stroj špičkových vlastností s účinnosťou vrtule (využitie príkonu) cca 30% a účinnosťou hnaného stroja (generátora) cez 80 %, dohromady okolo 25%. Takéto hodnoty možno dosiahnuť len pri odborne precízne navrhnutej sústave hnací/hnaný stroj, teda ak je generátor dokonale zladený s vrtuľou bez zbytočných prvkov ako napríklad nejaký regulátor či menič „slúžiaci“ k pripojeniu generátora k vrtuli alebo akumulátorom, čo v konečnom dôsledku, ak by aj za určitých okolností trochu fungovalo prináša len zbytočné straty.

IDEÁLNY

je stav, keď je PMG (permanent magnet generator) pripojený k akumulátoru cez usmerňovač priamo. Vrtuľa sa po rozbehu začne roztáčať bez záťaže, jej rýchlobežnosť je vtedy oproti zaťaženej aj o cca 50% vyššia. Po dosiahnutí a prekročení napätia akumulátorov sa otvoria diódy v usmerňovači a generátor sa začne zaťažovať. Ak rýchlosť vetra stúpa, začnú otáčky vrtule stúpať s optimálnou rýchlobežnosťou a začne stúpať aj prúd do akumulátora. Krivka stúpania napätia, ktorá je v nezaťaženom stave monotónne lineárne stúpajúca začne byť po pripojení plochá a kopíruje napätie akumulátora. Po poklese otáčok sa stav opakuje.

ZBYTOČNÁ ELEKTRONIKA

Insitní konštruktéri vtedy obyčajne zabudnú na svoje dávne predsavzatia, že, citujem ...**“ak systém bude maximálne jednoduchý, prevažne vlastnoručne vyrobený, bez drahej elektroniky,...“**

A najjednoduchší je predsa systém s priamym pripojením. Ale v tej chvíli sa im regulátor navyše môže zdať ako dobrý nápad nejako sfunkčnit' ten nepodarok, ktorý nefunguje alebo ináč vždy podstatne horšie, ako si predstavovali. Obyčajne alternátor potrebuje vyššie otáčky ako pri danom vetre dokáže „vytočiť“ vrtuľa na prekročenie napätia akumulátora.. Tá ich vytočí až pri silnejšom vetre. V prípade priameho pripojenia bez regulátora sa nič nedeje a turbína začne nabíjať. S „regulátorom“ ktorý dovtedy sledoval len napätie alternátora naprázdno sa ho pokúša naslepo pripojiť a pri silnejšom vetre sa mu to obyčajne podarí..

NA ČO TAM JE ALE POTOM NEJAKÝ REGULÁTOR , KEĎ TO IDE A TO LEPŠIE AJ BEZ NEHO?

NAČO HĽADAŤ ALTERNATÍVU K NIEČOMU, ČO JE IDEÁLNE?

TAB. 1

INTERVAL Vo	Prík. T	Prík.30%	TRVANLIVOSŤ			Pgen	EVa3	EVa3,5	EVa4
			Va3	Va3,5	Va4				
(m/s)	Watt	Watt	(HODINY ROČNE)			(Watt)	(kWh)	(kWh)	(kWh)
0-1	0	0	1450	1060	825	0	0	0	0
1-2	8	2	2160	1790	1430	0	0	0	0
2-3	38	9	2110	1860	1660	0	0	0	0
3-4	103	31	1520	1620	1570	20	30	32	31
4-5	219	66	870	1140	1260	56	48	63	70
5-6	399	120	410	670	890	105	43	70	93
6-7	659	198	160	354	550	180	29	64	99
7-8	1013	304	50	160	300	285	14	46	86
8-9	1474	442	15	63	155	400	6	25	62
9-10	2058	617	8	20	75	470	4	9	35
10-11	2778	833	5	10	25	510	3	5	13
11-12	3650	1095	1	7	11	520	1	4	6
12-13	4688	1406	1	3	6	530	1	2	3
13-14	5905	1771	0	2	2	530	0	1	1
14-15	7317	2195	0	1	1	530	0	1	1
			8760	8760	8760				
						SUMA >3	178	322	500
						SUMA >6	56	156	305
						STRATA 3-6	122	166	195
						ZIMA >3	115,8	193,1	324,9
						LETO >3	62	129	175
						ZIMA >6	37	101,3	198,2
						LETO >6	20	55	107

V prípade pripojenia cez menič, ktorý by zvýšil napätie za generátorom na hodnotu vyššiu ako je napätie akumulátora nastane problém, keď sa po pripojení treba presne trafiť do príkonu. Použitie meniča znamená aj elektrické straty a prácu pohonu mimo oblasti optimálnej rýchlobežnosti, čo sú zase ďalšie straty.

Možnosť, ako sa vyhnúť tej drahej elektronike je len jedna. Teda prerobiť buď PMG alebo vrtuľu alebo oboje. Previnutie alternátora tak, aby začal nabíjať pri nižších otáčkach môže byť lacnejšie ako nejaký regulátor a bude to pracovať bez problémov. Lebo povera, že nejakým regulátorom či meničom vo „wind mode“. sa dá spojiť všetko so všetkým je scestná. Nuž, múdre mu napovedz... Celý „wind mode“ je len trik výrobcov, ktorí sa snažia zvýšiť predaj regulátorov pôvodne určených pre fotovoltaiku.

REGULÁTOR

ktorý pracuje ako ochrana stroja pred preťažením je iná vec najmä pre VAVT, kde sa neosvedčila viera, že **„Sú odolnejšie voči silnému vetru a turbulenciám“** alebo **„VAWT je takmer všetko jedno. Preto výrobcovia komerčných VAWT bez problémov v technických charakteristikách uvádzajú, že zariadenie je bez brzdenia, alebo že horná hranica rýchlosti vetra nie je obmedzená, prípadne je niekde poriadne vysoko...“**

Potom je takýto regulátor jedinou ochranou a je tam potrebný. Dokonca aj pre HAWT, ktoré majú obyčajne k dispozícii aj iné prostriedky na ochranu sa uplatní ako doplnkový prostriedok. Aj norma EN 61400-2 „Bezpečnosť malých turbín“ vyžaduje dva nezávislé ochranné systémy.

STRATY

Ak turbína začne dodávať až pri vyšších okamžitých rýchlostiach vetra dochádza k stratám vo výrobe. V tabuľke TAB.1 sú znázornené stavy, keď turbína začína nabíjať už pri $V_0 > 3$ m/s a pri $V_0 > 6$ m/s. Straty sú v závislosti na V_0 môžu byť až 50%, pretože v „stratovom“ intervale 3-6 m/s (vyznačené žltou farbou) je síce výkon turbíny pomerne nízky, ale časový fond kedy tento interval trvá a nie je využitý je rozhodujúci. Modrým je zvýraznený rozsah V_0 pri ktorých turbína dosahuje najvyššiu výrobu pri najvyššej účinnosti.

MERANIE PARAMETROV VETRA

Dopredu upozorňujem že tu nenájdete kuchársku knihu. Ten kto sa rozhodne merať musí vedieť čo merať a čo potom s tým. Z vlastnej skúsenosti viem, že sa tomu takto nebude venovať nikto. Dopredu upozorňujem, že pre tých čo sa tak rozhodnú nebude stačiť len kúpiť si jednu či dokonca dve meracie súpravy cez Alibabu. Najprv sa treba aspoň trochu vzdeláť.

Výroba energie od veternej turbíny je v prvom rade závislá na zdroji, teda vetre v uvažovanej lokalite kde by mala byť inštalovaná. Údaje parametroch vetra sú veľmi užitočné. Na Slovensku sú v otvorených nížinách a planinách priemerné celoročné rýchlosti vetra od 3 do 4 m/s (merané vo výške 10 m nad terénom). Znalosť tejto hodnoty by nadšencom mala stačiť. Ale ako sa k nej dostať?

Premúdrení chytráci odporúčajú merať priamo v mieste uvažovanej inštalácie a to najmenej rok. Lenže čo merať a ako to meranie vyhodnotiť nie je len tak. Je to veda!

V tabuľke TAB.1 uvedená trvanlivosť okamžitých rýchlostí vetra je parameter, ku ktorému sa môžeme dostať buď vlastným meraním alebo zo známych údajov pre miesto kde bude vaša turbína umiestnená.

PROFESIONÁLNE PRÍSTUPY

Rýchlosť vetra je nestály pojem ktorý sa mení v čase, smere aj veľkosti a pri nárazovom charaktere veľmi dynamicky, musíme pozorne zvážiť, ako merať a ako údaje ukladať tak, aby sme zbytočne nezvyšovali nepresnosť a údaje sme mohli používať pre naše potreby. Všeobecne sa používa metodika podľa európskeho štandardu MEASNET. Impulzy od meracieho prístroja sa spočítavajú po desať sekúnd, podľa kalibrovanej charakteristiky meracieho prístroja sa prepočítajú na rýchlosť vetra a ukladajú sa do pamäti. Zo šesťdesiatich takýchto časových úsekov, teda z celkovej doby 600 sekúnd (10 minút) sa znova vypočíta priemerná rýchlosť vetra a táto sa už definitívne zaznamená ako desaťminútová priemerná rýchlosť vetra. Za hodinu sa takto zaznamená šesť údajov, za celý deň je to teda 144 hodnôt. Z obdobia aspoň jeden rok (52 560 riadkov zápisu) sa už dá kvalifikovane plánovať aj detailne navrhovať veterný park. Pre malé veterné turbíny by boli profesionálne meracie systémy ako Ammonit či Campbell, ktoré používajú kalibrované senzory (napríklad Thies Clima, sú drahé (tisíce €) a pre malé turbíny teda zbytočný prepych.

DÁ SA TO AJ INÁČ

Nejaké vedomosti o základoch merania možno nájsť tu:

<http://www.elektrorevue.cz/cz/download/zpracovani-meteorologických-dat-1/>

Odporúčam naštudovať.

Len tak skusmo som urobil v roku 2016 experiment so získaním údajov z verejne prístupných zdrojov. Najprv som si našiel lokalitu, kde sú dobré a známe veterné podmienky, v mojom prípade Trnava a okolie. Tam je priemerná celoročná rýchlosť vetra V_a vo výške 10 metrov cca 3,5-4 m/s (v nížinách na Slovensku je to jedna z najvyšších hodnôt). Znamená to teda, že v Trnave a širokom okolí sa netreba s meraním moc trápiť. Tam sú pre malé veterné turbíny veľmi dobré podmienky a ak máme možnosť na inštaláciu v podobnom teritóriu a v otvorenom priestore, máme vyhraté.

Hodnoty rýchlostí vetra v tejto „referenčnej“ lokalite som porovnával s miestom, kde chcem umiestniť svoju vrtuľku, resp. z miestom, kde by som vrtuľku plánoval. Údaje o obidvoch lokalitách som čerpal z aplikácie <http://www.accuweather.com/en/sk/slovakia-weather> (iná sa nevyklučuje). Dobré je, ak lokalita prezentujúca vietor v mojom záujmovom mieste je k tomu miestu o najbližšie.

V tabuľke vpravo sú údaje o ročnom zbere údajov z dvoch miest, jedným referenčným je Trnava, kde žijem a kde si údaje z meteo aplikácie môžem overiť pohľadom z okna. V pravej polovici tabuľky sú údaje z miesta, kde chceme umiestniť vrtuľku. Dlhodobým pozorovaním a porovnávaním som došiel k záveru, že to sedí skoro na 100%. V mojom mieste fúka minimálne o tretinu slabší vietor. Už keď som tam začal inštalovať prvé vrtuľky som si bol vedomý že veterne to nie je bohviečo. Kto by tam dlhodobo meral by tam asi nikdy nič nepostavil. Je vidieť vyššie hodnoty vetra v chladnom období a nižšie v lete. Tomu bude zodpovedať aj ročná výroba malej turbíny, ktorá v lete vyrobí len 2cca 30-35 % z celoročnej výroby. Viac o meraní vetra je v mojej knihe „Malé veterné turbíny“.

REFERENČNÉ MERANIA				
2016	TT		XX	
MESIAC	AVG	MAX	AVG	MAX
JAN	3,7	6,3	2,2	4,1
FEB	4,3	7,8	2,1	4
MAR	3,8	6,7	2,3	4,8
APR	3,4	6	2,2	4
MAJ	3,8	6,8	2,3	4,7
JUN	2,5	4,6	2,2	4,4
JUL	3,4	6	2,3	4,4
AUG	3,1	5,8	2,2	4
SEP	2,4	4,1	2	3,6
OKT	4,5	6,4	2	3,8
NOV	4,5	7,6	2,2	4,3
DEC	4	6,6	1,9	4
AVG	3,6	6,4	2,1	4,1

ALWIN

Hodnoty v tabuľke vpravo boli zaznamenávané po celý rok denným odpočtom v tzv. synoptických termínoch o 7,14 a 21 hod. Priemerná hodnota (v tabuľke AVG) 3,6 m/s pre Trnavu dobre korešponduje so všeobecne známymi údajmi. Hodnota v záujmovom mieste 2,1 m/s znamená, že tam sú veterné podmienky podpriemerné a veterná turbína tam nevyrobí skoro nič.

Koľko prípadne vyrobí som počítal pomocou programu ALWIN fy AMMONIT. Možno ho nájsť na internete. Z priemernej celoročnej rýchlosti vetra sa dá vypočítať aj trvanlivosť pre jednotlivé okamžité rýchlosti vetra, ktoré po vynásobení údajmi z výkonovej krivky generátora ukázu možnú ročnú výrobu elektriny (pozri TAB.1). Profesionálne systémy ukladajú namrané údaje do datalogerov s diaľkový odpočtom dát, ktoré tiež dáta spracovávajú do štatistik.

MERANIE VETRA PRI TURBÍNE

V každom prípade informácie o veterných podmienkach môžu pri rozhodovaní poslužiť. Ak už máme turbínu namontovanú a v prevádzke a ak máme túžbu po poznaní, môžeme si jednoduchým pozorovaním vytvoriť výkonovú krivku celého stroja. Dáme vedľa seba displeje od merača vetra a od merača výkonu, resp. prúdu a napätia. Potom pri dobrom vetre odpočítame a zaznamenáme tieto hodnoty v jednom okamihu. Odporúčam budíky jednoducho odfotografovať. Z takýchto záznamov zistíme, aký je výkon turbíny pri jednotlivých okamžitých rýchlostiach vetra a ako sa charakteristika stroja líši od otáčkovej charakteristiky generátora, ktorú sme zmerali na sústruhu pred návrhom vrtule (ak sme teda merali).

Takáto výkonová krivka asi nie je to pravé, čo sa má zadať do pamäte regulátorov vo wind mode“ spomenutých v predošlom texte. Tam sa pracuje s napäťovou charakteristikou naprázdno, čo má od skutočnej výkonovej krivky stroja (power curve) strašne ďaleko.

Aj meranie otáčok vrtule cez frekvenciu a potom pokus pripájať generátor k akumulátoru je cesta nikam. PMG sa nedá regulovať, výkon je pri konštantnom buzení daný otáčkami. Pripájanie či odpájanie nie je regulácia výkonu generátora, ale zbytočná činnosť ktorú správne navrhnutý stroj zvláda automaticky.

POROVNANIE ZAŤAŽENIA

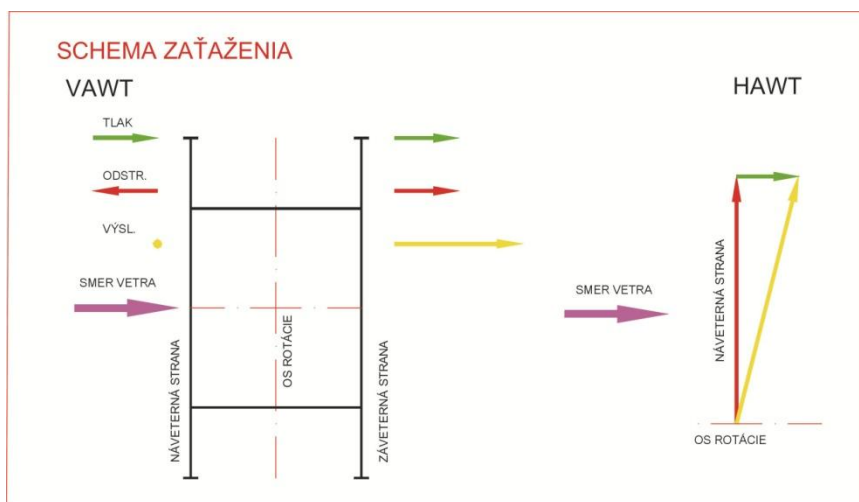
V tomto odstavci skúsím vysvetliť aký je rozdiel medzi zaťažením VAWT a HAWT. Pri VAWT je zaťaženie od odstredivej sily kolmé na krídlo a sčítava sa so zaťažením od tlaku vetra. Následkom sú cyklické zmeny zaťaženia, keď na náveternej strane sa sily vzájomne odpočítavajú

a na druhej spočítavajú. Toto sa deje po celej dĺžke listu. Výsledkom sú cyklické pulzácie. Horst Crome, kedysi autorita v obore SWT nazval preto VAWT „generátor kmitov“. Toto kmitanie sa nedá odstrániť, iba zmierniť. Cestou nie je ani predimenzovaná „tuhá“ konštrukcia. Dynamické namáhanie si hrúbku materiálu obyčajne nevšima, niekedy to naopak pôsobí zhubne. Minimalizovaniu tohto kmitania naopak prospeje ľahká a pružná konštrukcia, staticky riešená tak, aby sa predišlo rezonančným kmitom.

Naproti tomu u HAWT pôsobí odstredivá sila po dĺžke listu kolmo na silu od vetra. Výslednica znižuje namáhanie listu na ohyb a najmä odpadá tvorba cyklických kmitov, lebo jednoducho tu neexistuje záveterná strana. Výsledná sila list vystužuje. Čo je vítaný jav.

Preto vo svete fungujú veľké trojlístové turbíny s vrtuľou o priemer až do 150 metrov bez starosti s kmitaním-žiadne VAWT som medzi nimi nevidel a tak ich nemôžem porovnávať.

Je ťažko vysvetľovať a graficky znázorňovať elementárne poučky z fyziky osobám, ktoré nemajú technické základy, ale a ani teraz si nerobím nádeje že by tomuto porozumeli.



ZACHRÁNILA či NEZACHRÁNILA

by veterná turbínka spotrebu v zime? V tabuľke TAB.1 sú aj údaje vypočítané pre výrobu pre letné (apríl -sept.) obdobie a pre chladný zvyšok roka. V chladnom polroku vyrobí turbíny asi dve tretiny celoročnej výroby. Ak by sa niekto uspokojil len s touto výrobou a na leto by turbínku hoci aj komplet aj úplne vypínal, pri dodržaní podmienok že bude mať vysoko účinnú turbínku na dobrom mieste a podľa spotreby a kapacity soláru by mohol začať uvažovať. Ak by sa rozhodol pre VAWT ktorá by mala dosahovať rovnaké výkony a výnosy ako HAWT s priemerom 2 metre tak tá by musela mať pri rovnakom menovitom výkone generátora 500 Watt plochu cca 4-5 m². Taká ale nikde na svete neexistuje. Podobne je to aj s čínskymi šmejdami, tam nepomôže im ani 20 metrový stožiar.

V Trnave 27.1.2019

Ernest Ježík

Nezávislý konzultant pre veternú energetiku
e-mail: renen.cons@stonline.sk
<http://www.male-veterne-turbinky.sk/>

<http://eia.enviroportal.sk/sposobile-osoby?m=0&p=J&c=0>

© Ježík 2019