

FAKTY a NÁZORY

Právo na vlastné názory má každý z nás, právo na vlastné fakty nemá nikto. Fakty sú mimo nás, sú obecné a povedané slovami klasika „...môžeme si myslieť (mať názory) čo chceme, ale to je jediné čo s tým môžeme robiť.“ K faktom väčšina diletantov rada zjednodušujúco pristupuje ako k názorom preto, že potrebujú svoju neodbornosť niečím nahradiť a sami seba zdôvodniť...

Metódy vývoja a konštrukcie strojov založená na ignorovaní fyzikálnych zákonov a technických postupov a pokus o ich nahradenie vlastnými diletantskými „názormi“ nefunguje a nikdy nefungovala. Ak má niekto vlastný neodborný názor a hneď si ho vo svoj prospech zamení za fakt a ešte ho horlivo šíri tak, že ignoruje zásady metodického konštruovania a analytického prístupu tak ho to skôr či neskôr dobehne.

BRZDENIE VETERNÝCH TURBÍNIEK

Niekedy je to zábava sledovať takéto „názory“. To, že výkon hnaného stroja by nemal byť v žiadnom bode výkonovej krivky vyšší ako výkon hnacieho stroja (príkon) však nie je vecou názoru, ale elementárnych fyzikálnych zákonov a overených postupov. Iste, aj takto nezmyselne navrhnutý stroj bude nejako fungovať či sa aspoň neúčinne točiť. Ak bol takto extenzívne navrhnutý len preto, aby vrtuľu brzdil pri nebezpečnom vetre natíska sa otázka, o čom bol „názor“ pri prvopočiatoch návrhu pri riešení bezpečnostných problematik stroja. Lebo vtedy je k dispozícii škála iných účinných prostriedkov, ako stroj ochrániť pri nadmernom príkone, na ktorý už nebol dimenzovaný. Napríklad v začiatkoch boli ilúzie o tom, že VAWTu je takmer všetko jedno a nepotrebujú žiadne ochrany, ktoré sa zrazili s faktami že VAWT potrebujú všetko ako aj HAWT a aj viac v prípade, že výkon odovzdávajú cez MPPT regulátor vo WIND mode a ešte aj tento stratový člen pracuje v ešte stratovejšej direktnej regulácii.

Prvé základné riešenie spočíva v tom, že je lepšie vrtuľu pred extrémnym príkonom uchrániť, namiesto toho ako ju navrhovať a dimenzovať tak, aby všetko prežila.

Prvotná úvaha v zmysle, že „dajme tam výkonnejší generátor a ten potom by vetru kládol vyšší odpor a stroj by to tak musel ustáť (použi väčšie kladivo), v dôsledku toho by turbínu už malo čo brzdiť a v tomto vetre by si voľnobehu dlho užila, a nerozletela by sa po okolí“.

Zásadný omyl- vždy sa nájde vietor ktorý nejaký generátor prekoná. A ono nie je ani problém dať na malú vrtuľu silný generátor- bude síce neúčinný, ale prežije. A ešte je tu aj otázka aký silný by ten generátor mal byť. Pri vetre 25 m/s by bol príkon na vrtuľu 4 kW/m² zametanej plochy netrúfam si odhadnúť generátor aký výkon by musel mať generátor, aby to ubrzdil.

Tvrdenie že generátor veternej turbíny by mal byť predimenzovaný je ďalej na omyle hlavne z tej príčiny, ak by to predimenzovanie malo znamenať iba zvýšenie prevádzkovej bezpečnosti ale na úkor zníženej efektívnosti či ekonomiky (väčší výkon- vyššia hmotnosť, viac materiálu, teda vyššie náklady) .



Príklad ochrany malej veternej turbíny s priemerom vrtule 1,6 metra odklonením nahor.

SPÔSOBY OCHRANY

Ochrana proti preťaženiu stroja tak, že naňho prebytočnú záťaž jednoducho nepustíme sa v prípade malých turbíniek s pevne nastavenou vrtuľou najčastejšie realizuje odklonením celého rotora zo smeru vetra. Na obrázku na predošlej strane je príklad mojej turbíny s priemerom rotora 1,6 metra a menovitým výkonom pri okamžitej rýchlosti vetra 11 m/s rovnému 250 Watt. Celý agregát sa odkláňa nahor, na obrázku je zachytená prvá fáza začiatku odkláňania. Čierna vodorovná plocha na spodku smerového kormidla (ako čierna žehlička) slúži na tlmenie vertikálneho výkyvu. Systém slúži spoľahlivo, sklápanie je plynulé. Výkon naplnu sklopenej turbíny klesne na asi 150 Watt a už sa nezvyšuje. To je prípad, keď sa príkon na turbínu zníži na prijateľnú hodnotu. Je historicky overený a odskúšaný a môže fungovať aj ako jediná ochrana. Pri brzdení ako jedinej ochrane je však príkon na vrtuli stále v plnej sile, akurát sa k alternátoru pridá ďalšia záťaž.



AERODYNAMICKÉ BRZDENIE

V prvopočiatkoch rozvoja malých veterných turbíniek na osamelých usadlostiach či farmách v USA sa vo veľkom používali aerodynamické brzdy aktivované odstredivou silou (obrázok hore vľavo) Trojmetrové vrtule s priemerom okolo 3 metre boli vystrúhané z kvalitnej borovice, poháňali dynamo cez jednostupňovú prevodovku.

Na 3D obrázku vpravo je moja predstava, ako by to mohlo fungovať v prípade VAWT. Brzdiť to bude rovnako ako v horizontálnej polohe a asi aj rovnako fungovať. Pridá to ale ďalší hluk a k už aj tak dost obmedzenej účinnosti VAWT jej pridá ďalšie zníženie.

Aerodynamická brzda by sa pri extrémnych vetroch, v našom prípade 20-30 m/s mohla v krajnej brzdiacej polohe samočinne zablokovat' a potom by sa musela znovu aktivovať manuálne. Podobne ako sa v počiatkoch veľkej veternej energetiky pred 30-timi rokmi vystavili a zablokovali otočné konce listov turbín, ktoré správca po kalamite znovu aktivoval z gondoly turbíny. U malých VAWT by sa to dalo tiahom v ose turbíny a stožiara. Bol by to ale ďalší prídavný mechanizmus v rozpore s idealistickou predstavou jednoduchosti takejto koncepcie.

Aerodynamické aj mechanické brzdy pôsobiace pomocou odstredivých regulátorov majú problém v tom, že v okamžiku pribrzdzenia začnú „cyklovať“. Teda pribrzdením síce znížia otáčky, ale tým pádom aj regulátor odbrzdí, a tak znova dokola. Brzdy by sa preto mali navrhnuť tak, aby mali nejakú hysteréziu a cyklovali by vo väčších intervaloch.

ELEKTRODYNAMICKÁ BRZDA

Brzdenie turbíny skratovaním trojfázového statora PMG alternátorov sa dnes hojne používa ako jediná ochrana na celej čínskej produkcii malých vrtuliek z výkonom až do cca 3-5 kW. Na trhu je aj pomerne slušné množstvo takých regulátorov na rôzne napätia. Ja používam regulátor FW 1203-SHENZEN, ktorý zapína brzdú pri dosiahnutí napätia akumulátorov 15 Volt a vypína ju pri napätí 13,5 Volt. Systém je teda závislý na stave nabitia akumulátora. Pri vybitom akumulátore môže chvíľu trvať, kedy sa dosiahne spínacie napätie, pri nabitom to ide hore veľmi rýchle. Takto do regulačného reťazca vstupuje ďalší člen-akumulátor, ktorého kapacita by sa mala potrebám regulácie prispôbiť. Ja používam akumulátor 12 Volt 60 Ah, vtedy regulácia funguje k úplnej spokojnosti. 15-20 ampérový prúd zdvihne napätie takmer okamžite. Brzdenie drží turbínu na cca 20-30 ot/min aj pri vetre nad 20 m/s. Pri ručnom zabrzdzení skratom natvrdo otáčky klesnú na cca 5-10/min.

Pribrzdzenie zníži namáhanie od odstredivých síl, ale je tu ešte osový tlak na vrtuľu (a stožiar) Pri rýchlosti vetra 10 m/s je osový tlak asi 50 N/m^2 , pri externých rýchlostiach ako 20 m/s asi 210 N/m^2 , pri 25 m/s je to 330 N/m^2 (prenásobte vašou plochou).

Zaznamenal som aj názor, že na takýto účel by bol vhodný alternátor s riadeným budením, ktorý by sa mohol bohato predimenzovať a výkon by sa reguloval budením do rotora, čo by mala byť prínos najmä pri slabých vetroch. Nebolo tam uvedené ako by sa zapínalo to brzdenie a ako by sa ten signál dostal k statoru HAWT, ale to nie je podstatné.

Regulátor s riadením budenia vo väzbe na príkon od vetra sa určite dá vyvinúť. Nebude to však lacné riešenie, skôr prehnane drahé (elektronika, meranie okamžitej rýchlosti vetra pred vrtuľou, jeho napájanie pri kľudovom stave keď sa vrtuľa netočí, pripojenie alternátora k akumulátoru v momente keď sa dosiahne potrebné napätie apod.) a tak v konečnom dôsledku by u malých turbín (tzn. s menovitým výkonom do cca 1 kW) nepriniesol žiadne merateľné výnosy navyše, snaha o využitie okamžitých rýchlostí vetra pod 3-4 m/s je zbytočná, tam skoro žiadna energia nie je. Pri obyčajnom PMG menej (nákladov) skutočne znamená viac.

Zaznamenal som už aj riešenie keď sa dynamo pripájalo k akumulátoru pomocou ortuťového spínača (prasiatka) aktivovaného vertikálnou korúhvičkou. Takto jednoducho a elegantne (ale staromódne) by sa dala aktivovať aj ochrana elektrodynamickým brzdením.

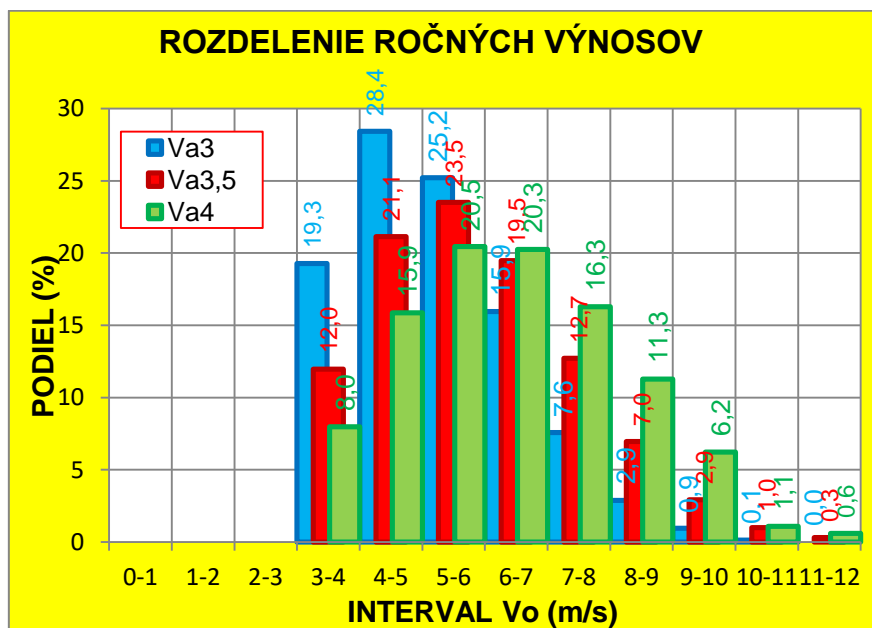
Pri malých turbínkach sa treba držať pri zemi, generátor s permanentnými magnetmi je ideálna voľba. Jeho výkonová charakteristika kopíruje krivku príkonu od správne navrhutej vrtule pri okamžitých rýchlostiach vetra medzi 3 až 9 m/s takmer ideálne, tam by nejaký regulátor budenia ani nemal čo regulovať. Aj nábeh nabíjania je automatický. Rozumným nastavením vzduchovej medzery medzi pólovým nastavcom statora (jadrom) a vhodnou voľbou rýchlobežnosti vrtule cca $5 \pm 0,5$ sa s PMG dostaneme na konštrukčne, ekonomicky a prijateľne efektívny kompromis.

A ak sa nedáme na slepú cestu s použitím „amerických“ bezjadrových generátorov (rozumej ťažkých, drahých a neúčinných s extrémne silnými a drahými magnetmi) tak ani nie je kde sa pomýliť. Pritom hmotnosť stroja je tiež jeden z prvkov, ktoré majú veľký vplyv na bezpečnosť. Jednak pri vztyčovaní stroja so stožiarom, jednak pri namáhaní celej sústavy prirodzeným aj vynúteným kmitaním.

EKONOMIKA

Pre tých, ktorí slovo „ekonomika“ neznášajú si dovoľujem pripomenúť, že ekonomika stroja je jedným zo základných kritérií k posúdeniu jeho technických kvalít. Alebo ináč povedané ak som niečo vyvinul a skonštruoval tak prvá otázka by mala byť či to má ten výkon a vlastnosti aký som očakával pri týchto nákladoch alebo či by to pri tomto výkone nemohlo byť lacnejšie (ľahšie, účinnejšie, jednoduchšie).

Ak je však kritériom spokojnosti a úspechu iba to, že sa stroj nejakým spôsobom točí tak je to síce v individuálnych prípadoch osobná vec, ale vydávať to za nejaký obecný princíp či dokonca za úspech je hlúposť až trúfalosť. Teda zamieňať osobný názor za fakt. Fakty sú obyčajne neúprosné a diletanti si o ne vždy rozbijú huby.



Graf hore názorne ukazuje podiel jednotlivých okamžitých rýchlostí vetra na celkovej výrobe v lokalitách s priemernou celoročnou rýchlosťou vetra od 3 do 4 m/s. Pri rýchlostiach vetra nad 10 m/s je výroba zanedbateľná aj v tých lepších miestach. Preto sa treba venovať tým nižším hodnotám, pri vetre nad 10 m/s je už treba príkon obmedziť.

TABUĽKA PODIELU VÝNOSOV				
V_o	V_a	3	3,5	4
3-4		19,3	12,0	8,0
4-5		28,42	21,14	15,86
5-6		25,2	23,5	20,46
SUMA 3-5		50,7	36,6	27,8
SUMA 3-6		75,9	60,1	48,3

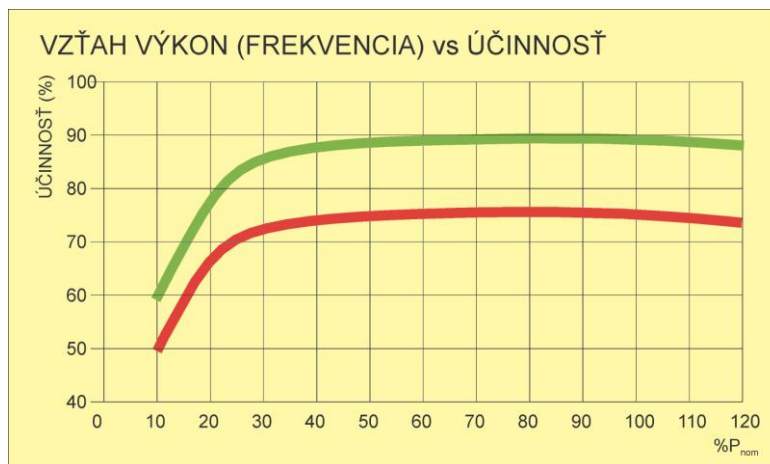
Z tabuľky vľavo si môžeme spočítať o čo dôjdeme ak nevyužijeme hlavne slabé vetry (údaje z grafu hore). Červeným sú zvýraznené polia, kedy by sme už hádam ani nemali pokračovať. Strata troch štvrtín možnej výroby v najslabších miestach alebo polovice v lepších miestach sa nedá tolerovať ani v prípade, že to berieme ako hobby...Takáto situácia však nastane vždy ak ku slabej vrtuli dáme neprimerane silný alternátor. V oblasti slabých vetrov bude vrtuľu zbytočne brzdiť a kaziť jej funkčnosť a účinnosť. Pri silnejších vetroch to už nebude také výrazné, ale tam už zasa toho

moc nevyrobí.

ÚČINNOSŤ GENERÁTOROV

Graf vpravo dolu znázorňuje približný priebeh účinnosti PM generátorov v závislosti na otáčkach. Zelená krivka platí pre profesionálne alternátory s plechmi z anizotropnej ocele, červená pre oceľové platne. Generátory dosiahnu maximálnu účinnosť až pri cca 30 a viac % nominálneho výkonu. V prípade pomalobežných PMG je to niekde pri frekvencii okolo 25-30 Hz. Použitím generátora s nadmerne vysokým

menovitým výkonom (napríklad 1000 Watt namiesto 300-400 Watt) dosiahneme len to, že tento plnej účinnosti dosiahne až pri výkone, ktorý bude mať len pár hodín v roku. V rozsahu malých príkonov netto do 300-400 Watt, ktoré pohonná vrtuľa so zametanou plochou cca 4m² bude schopná dodať pri V_0 do 10 m/s sa alternátor bude nachádzať v rozsahu nízkych účinností až do 30 % svojho zbytočne prehnaneho menovitého výkonu. So všetkými dôsledkami na zníženie výroby.



ZÁVER

Na záver príklad jednej z príčin, pre ktoré mešká moja dlho sľubovaná kniha. Neustále sa objavujú nové inšpirácie a podnety ktoré ju môžu obohatiť, znamenajú však neustále zásahy do jej obsahu so všetkými dôsledkami. Tu je príklad postupnej degradácie motívov:

1. Odpojíme sa od siete a rozvodným závodom ukážeme prostredník
2. Ušetríme za elektriku
3. Veď je to moje hobby nech to stojí čo to stojí
4. Už som predrbal peniaze aj oveľa horšie...

Ináč veľa šťastia a úspechov v Novom roku 2017 !!!

V Trnave 27.12.2016

Ernest Ježík

Nezávislý konzultant pre veternú energetiku

e-mail: renen.cons@stonline.sk

<http://www.male-veterne-turbinky.sk/>

Tel.: 033 5521 324

0907 522 148

Odborne spôsobilá osoba pre posudzovanie v procese EIA:

<https://www.enviroportal.sk/sk/eia/sposobile-osoby>