

REGULACIJA OBRITNOG MOMENTA ROTORA MALE VETRENJAČE

Veselin Batalović¹

Ključne reči: Vetrenjača, Vetar, Vetrogenerator, Pumpa.

SAŽETAK:

Prostori SR Jugoslavije su klimatskoj zoni sa dosta nepovoljnom strukturom vetrova pogodnih za efikasnu energetska transformaciju. I u oblastima gde se vetar javlja kao značajan činilac (košavsko područje) javljaju se problemi iskazani pre svega kroz: velike oscilacije brzine vetra, nestabilnost pravca vetra, neravnomernu zastupljenost vetra po godišnjim dobima, itd. Ove pojave značajno otežavaju mogućnost optimalnog korišćenja energije vetra.

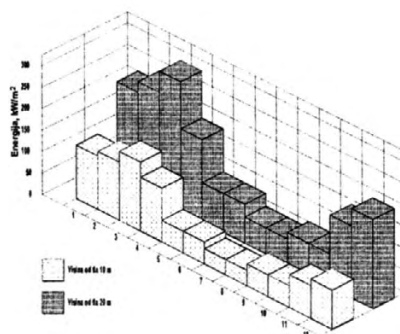
U ovom radu se predlaže jedno od mogućih rešenja za optimalnije korišćenje energije vetra. Posebno naglašen je problem rešavanja regulacije obrtnog momenta rotora vetrenjače a sa ciljem da se iskoriste i minimalne brzine vetra

1. UVOD

Bez pouzdanog i ekonomski opravdanog snabdevanja energijom nije moguće zamisliti bilo kakav napredak u bilo kojoj oblasti ljudske delatnosti. Činjenica je da su procesi dobijanja ekološki čiste energije složeni i da zahtevaju velika materijalna ulaganja, kako u naučnoistraživački rad tako i u razvoj i izradu nove opreme, pa je i stepen razvijenosti jednog društva mera primenljivosti ovih tehnoloških procesa.

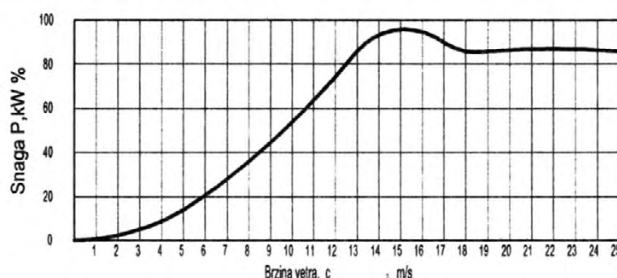
Energija vetra spada u grupu perspektivnih obnovljivih izvora energije, kako za proizvodnju električne energije tako i za vodosnabdevanje-odvodnjavanje. Za prostore Srbije i Crne Gore (mada nedovoljno istražene) i za šire okruženje može se reći da ne raspolažu nekim većim potencijalom energije vetra. Od većeg značaja su potencijali košavskih područja na severoistoku i područja južnih vetrova u primorskim oblastima zemlje. Lokalnog karaktera su planinske visoravni: Zlatibora, Durmitora, Kopaonika, Peštera, itd. Procenjuje se da su ipak najperspektivnije zone Podunavlja i južnog Banata sa očekivanim potencijalom od 1-2 MW/m²god. Neka istraživanja ovih područja ukazuju na: brze i nepredvidljive promene inteziteta i pravca strujanja vetra, neravnomernost brzine u kraćem (dnevnom) i dužem (godišnjem) vremenskom periodu, itd., Slika 1.

¹ Prof. dr Veselin Batalović, Rudarsko-geološki fakultet, Dušina 7, Beograd



Slika 1 Energija vetra košavskog područja (rejon Beograd) [2]

Transformacija energije vetra u vetrogeneratorima je veoma prisutna u svetu, sa značajnim trendom daljeg rasta. Brzine vetra, pogodne za transformaciju u vetrogeneratorima su od 4-25 m/s [2], [5], Slika 2.



Slika 2. Zavisnost izlazne snage vetrogeneratora od ulazne brzine vetra

Transformacija energije vetra u hidrauličku energiju je postupak poznat već nekoliko hiljada godina. Kada se kao radna mašina koristi pumpa sa hidrostatičkim prenosom snage [1] onda se ne postavljaju ograničenja u pogledu dubine (bušotine, bunara, vodotoka) sa koje se isumpava voda.

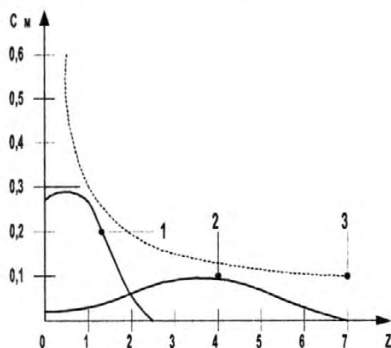
Za direktnu proizvodnju električne energije, vetrenjače sa pumpom se mogu koristiti u sistemu sa akumulacijom i malom hidroelektranom. Ovo je od posebnog interesa na lokacijama uz desnu obalu Dunava koju karakteriše prisustvo brojnih uvala pogodnih za formiranje mikroakumulacije. I mada su investicioni troškovi povećani ovo tehničko rešenje se odlikuje mogućnostima akumuliranja energije u širokom rasponu brzina vetra, mogućnostima višenamenskog korišćenja (proizvodnja električne energije, navodnjavanje poljoprivrednih površina, itd.).

2. IZBOR TIPA I REGULACIJA BROJA OBRTAJA VRATILA ROTORA VETRENJAČE

Male vetrenjače, snage do 100 kW, se na našim prostorima mogu koristiti, za proizvodnju električne energije, u kombinaciji sa malim akumulacijama i njima pripadajućim malim hidroelektranama. U uslovima dominirajuće zastupljenosti vetra skromnih brzina (2,5-8 m/s), sa povremenim naletima vetra brzine do i preko 15 m/s, posebnu pažnju treba posvetiti izboru tipa rotora vetrenjače. Brzohodost kola vetrenjače [4] definisana izrazom:

$$Z = \frac{r_v \omega_v}{c_v} \quad (1)$$

i dijagram, Slika 3., se koriste za izbor tipa kola vetrenjače. Za opsege brzine vetra od 2,5-8,0 m/s najpovoljnija su kola sa povećanim stepenom zapunjenosti lopaticama, Slika 4.



Slika 3 Zavisnost koeficijenta C_M od koeficijenta brzohodosti radnog kola vetrenjače
1. za radna kola sa velikom geometrijskom popunjenošću; 2. za radna kola sa malom geometrijskom popunjenošću; 3. granični kriterijum Betca

Da ova razmišljanja nisu bez osnova pokazuju i savremene tendencije u razvoju kola vetrenjača gde se sve više istražuju i usavršavaju kola sa većim stepenom zapunjenosti, [5].

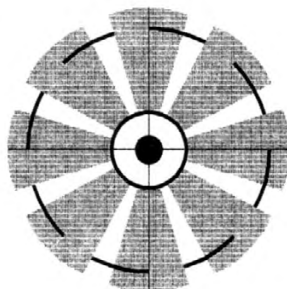
Sa ovako izabranom konstrukcijom radnog kola, u uslovima nestabilne brzine vetra, može doći do značajnih nestabilnosti rada pumpnog agregata sa radikalnim promenama stepena korisnosti. Optimalna vrednost obrtnog momenta, predata vratilu pumpnog agregata, mora biti u saglasnosti sa optimalnim, hidrauličkim, parametrima (protok, napor, snaga) pumpe. Kako je napor pumpe konstantna veličina cilj je da i protok bude optimalna veličina pri svim brzinama vetra, da snaga pumpe P_p , uvek bude jednaka snazi kola vetrenjače P_v , tj. cilj je da se pri svim brzinama vetra obezbedi protok pumpe.

$$P_p = M_p \omega_p = F_k r_k \frac{\pi n_p}{30}, W \quad (2)$$

$$P_v = M_v \omega_v = F_v r_v \frac{\pi n_v}{30}, W \quad (3)$$

gde su:

F_k, r_k - sila u klipnjači i poluprečnik kolena kolenastog vratila pumpe;
 F_v, r_v - sila na kolu i polupečnik kola vetrenjače.



Slika 5. Radno kolo sa velikim stepenom zapunjenosti lopaticama

Pri nepromjenjivim geometrijskim karakteristikama kola vetrenjače (r_v) i promjenjivoj sili F_v (brzini vetra c_v) kola vetrenjače važi:

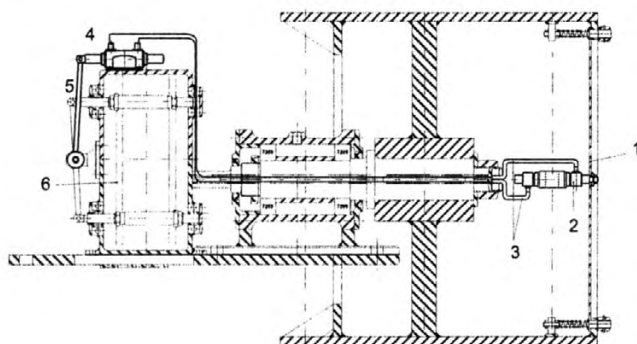
$$P_v = P_p \Rightarrow F_v r_v n_v = F_k r_k n_k \quad (4)$$

Održavanje protoka pumpe u optimalnim granicama, pri promjenjivom broju obrtaja vratila kola vetrenjače, je moguće ostvariti samo regulacijom broja obrtaja n_k (sile F_k) vratila pumpnog agregata.

Tehničko rešenje, koje se ovde predlaže-varijator brzine sa razdvojjim konusom, prilagođeno je specifičnostima konstrukcije rotora vetrenjače gde se ne može podešavati napadni ugao lopatica. To je najprostije i najefikasnije rešenje za promenu prenosnog odnosa pogonskog i gonjenog vratila (druga varijanta je sa hidrostatičkim varijatorom broja obrtaji i obrtnog momenta ali je komplikovanije konstrukcije i značajno skuplja).

Ulazni signal je brzina vetra, iskazana kroz veličinu dinamičkog pritiska ($p = \rho \frac{c^2}{2}$, Pa)

koji na ploči (1), Slika 6, formira silu F . Ova sila se prenosi na klip hidrauličkog cilindra (2) koji formira pritisak u cilindru. Pritisak se cevovodima (3) prenosi u prostor izvršnog cilindra (4). Sila, formirana na klipu cilindra (4) se preko poluge (5) prenosi na mehanizam za otvaranje-zatvaranje konusa varijatora (6). Otvaranjem-zatvaranjem konusa varijatora menja se prenosni odnos tj. menja se obimska brzina izlaznog vratila a posredno i sila na klipnjači plunđer pumpe (7). Opseg regulacije je definisan opsegom variranja brzine vetra tj. opsegom variranja broja obrtaja vratila klipne pumpe, potopljene u vodotok ili u bunar. Ovako formirani sistem regulacije obrtnog momenta i njegovog održavanja u optimalnim granicama se odlikuje prostom strukturom sa vrlo malo pokretnih elemenata, pouzdanim radom i malim troškovima održavanja (potrošni element je samo rebrasti kaiš). Radni fluid u hidrauličkom sistemu je voda što dodatno smanjuje troškove eksploatacija a i ekološki je mnogo prihvatljivije u poređenju sa hidrauličkim uljima.



Slika 6 Glavčina rotora vetrenjače sa uređajem za regulaciju obrtnog momenta

3. ZAKLJUČAK

Skromni potencijali energije vetra na prostorima Srbije i Crne Gore, mala prosečna brzina vetra (2,5-8 m/s) nameću potrebu kombinovanog korišćenja ove energije. Sistem u kojem su: vetrenjača sa pumpom, akumulacija i mala hidroelektrana je, po našem mišljenju, najpovoljnije rešenja na ovim našim prostorima. Mada su investiciona ulaganja povećana, smatramo da ovakvo tehničko rešenje može naći svoju ekonomsku opravdanost samo ako je vetrenjača sa pumpom sposobna da maksimalno iskoristi energiju vetra sa rasponima brzina od 2,5-25 m/s. Regulacijom obrtnog momenta vratila rotora vetrenjače i njegovim transferom na vratilo pumpnog agregata postiže se optimalna iskorišćenost energije vetra.

LITERATURA

- [1] Batalović V.: "Hidrostatički prenos snage od rotora vetrenjače do pumpe u bunaru", II Naučni skup Alternativni izvori energije i budućnost njihove primene, Budva 2001.
- [2] Rajković N.: "Vetrogeneratori DOO GOLD S", Beograd 2002.
- [3] Renewable energy world The global magazine for renewables, 11-12, 2002.
- [4] Tvajdell D.: "Vozobnovljemwe istočniki <nergii> nergoatomizdat", Moskva 1998.
- [5] Refokus The internatinal renewable energy magazine, Maj/Jun 2003.

CONTROL OF THE TORQUE OF THE ROTOR OF SMALL WINDTURBINE

ABSTRACT:

Wind energy is one of the most important factors for solution of energetic problems of mankind. The area of Serbia is mostly in a climatic zone unfit for using of wind energy. Even the zone, with a wind caled "koshava", important for a transformation in wind power station, have some bad characteristics such as: oscilation of wind velocity, alteration of wind direction, etc. This form a lot of problems for efective energetic transformation. One of the accseses, for solving these problems, is to regulate a ratio relation between the wind rotators shaft and pumps shaft.