



INOVIRANJE NASTAVNOG PROGRAMA T.O. UVOĐENJEM EOLSKE ENERGIJE

Slobodan Maksimović¹

Rezime: U ovom radu su izložene mogućnosti korišćenja eolske energije koja se još uvek nedovoljno koristi kod nas. Posebna pažnja je data nekim segmentima projektovanja eolskog postrojenja kao i opštem konstruktivnom rešenju koje se koriste u svetu. Nisu obuhvaćeni svi delovi projekovanja sistema već samo neki osnovni principi koji su potrebni za početak rada u edukativnom smislu. Na kraju dat je presek stanja na tržištu eolske energije u svetu, kao i cena el. energije dobijene iz eolske energije.

Ključne reči: eolska energija, turbina-generator, snaga, cena

INNOVATING TEACHING PROGRAMS OF POLYTECHNIC EDUCATION BY INTRODUCING WIND ENERGY

Summary: In this paper the possibilities of utilizing wind energy is exposed. He is still insufficiently exploited in SCG. Particular attention is paid to certain segments of projecting wind devices as well as global construction solutions which is in practice in the world. Not all parts of the projection system are enclosed. Only certain basic principals which is needed for the beginning of starting teaching in the educational sense. At the end there is the section of the situation on the world market of wind energy as well as the price of electrical energy obtained by the wind energy.

Key words: eolian energy, turbine-generator, power, cost

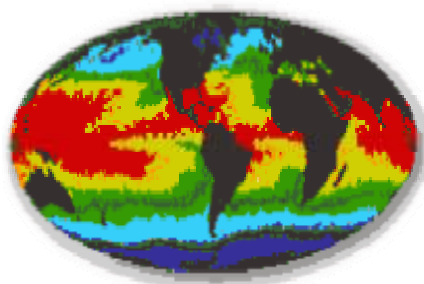
1. UVOD

Savremeni život se zasniva na širokoj primeni svih oblika energije. Nezamisliva je bilo koja oblast delatnosti koja ne koristi energiju. Potrebe za energijom stalno rastu po eksponencijalnoj krivi. Trošenje energetske resursa takođe rastu po eksponencijalnoj krivi. Izvori klasičnih energija polako se iscrpljuju i moraju se nalaziti alternativni izvori energije. Pošto su klasični izvori energije poznati i ima mnogo radova o njima (ugalj, nafta, gas, nuklearna energija), akcenat u ovom radu je dat na obnovljive ili alternativne izvore energije, prvenstveno na eolsku energiju.

¹ Slobodan Maksimović, prof. Tehničkog obrazovanja, O. Š. "Jovan Dučić", M. Popvića 16, Novi Beograd, E-mail: slobodanmaksimovic@yahoo.com

2. VETAR KAO IZVOR ENERGIJE

Tokom cele godine Sunce najviše zagreva delove Zemlje oko ekvatora. Ovi predeli sa toplim vazduhom su naznačeni sa toplim bojama (crvena, žuta i narandžasta) na infracrvenom snimku (slika 1) temperature Zemlje koji je sačinio NASA satelit 07. 07. 1984. godine.



Slika 1: Predeli sa toplim vazduhom na ZEMLJI

Pošto je topli vazduh lakši od hladnijeg on se podiže uvis sve dok ne postigne visinu od oko 10km. i prostiraće se na sever i jug. Da Zemlja ne rotira ovaj vazduh bi stigao do severnog i južnog pola i ponovo bi se vratio na ekvator. Zbog rotacije Zemlje svako kretanje na severnoj hemisferi je iskrivljeno na desno. Ova sila savijanja je poznata kao Koriolisova sila (Nazvana po francuskom naučniku Gustav Gaspard Coriolisu 1792-1843).

Na severnoj hemisferi vetar teži da rotira na stranu suprotnoj od kretanja kazaljki na satu kako se približava oblasti sa nižim pritiskom.

Na ekvatoru topli vazduh se uzdiže i pomera ka severu i jugu i višim atmosferskim slojevima. Na 30^o geografske širine na obe hemisfere Koriolisova sila sprečava vazduh da se kreće dalje. Na toj širini je oblast visokog pritiska jer vazduh tada počinje da se sleže. Ispod toplog vazduha na ekvatoru postoji oblast niskog pritiska tako da privlači vetar sa severa i juga. Na polovima preovlađuje visoki pritisak usled hlađenja vazduha.

Atmosfera ima debljinu samo 10km. U delu atmosfere poznat kao troposfera dešavaju sve meteorološke pojave. Vetrove koje smo dosad posmatrali su globalni vetrovi koji zavise od temperaturne razlike a veoma malo od površine planete. Ovi vetrovi preovlađuju iznad 1000 m, i njihova brzina se meri meteorološkim balonima. Površinski vetrovi duvaju na visinama do 100 m, gde njihova brzina i pravac zavise od površine zemlje. Kada postoji prepreka tu je vetar usporen. Kada govorimo o energiji vetra govorimo o površinskim vetrovima ali vetar je suma kako globalnih tako i lokalnih uticaja. U određenim oblastima u određeno vreme lokalni vetrovi imaju znatnu veću vrednost nego globalni pa zato razlikujemo više vrsta lokalnih vetrova.

3. SNAGA VETRA

Brzina vetra je od najveće važnosti u proračunu eolskih turbina. Energija koju sadrži vetar varira do trećeg stepena prosečne brzine vetra(slika 2). Snaga vetra koji prolazi normalno na kružnu površinu turbine je:

$$P = \frac{1}{2} \rho V^3 \pi^2 r^2$$

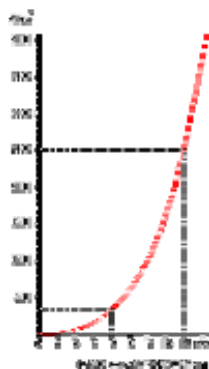
gde su:

P [W] – snaga vetra

ρ [kg/m^3] – gustina suvog vazduha (merena pri prosečnom atmosferskom pritisku na nivou mora i na temperaturi $15\text{ }^\circ\text{C}$)

v [m/s] – brzina vetra

r [m] – radijus rotora



Slika 2: Zavisnost snage (W/m^2) od brzine vetra (m/s)

4. VRSTE EOLSKIH TURBINA

Podelu turbina vršimo na osnovu položaja ose oko koje turbine rotiraju. Prema tome, delimo ih na horizontalne i vertikalne turbine (slika 3).



Slika 3: Horizontalna i vertikalna turbina

5. GLAVNI DELOVI EOLSKE TURBINE-GENERATORA

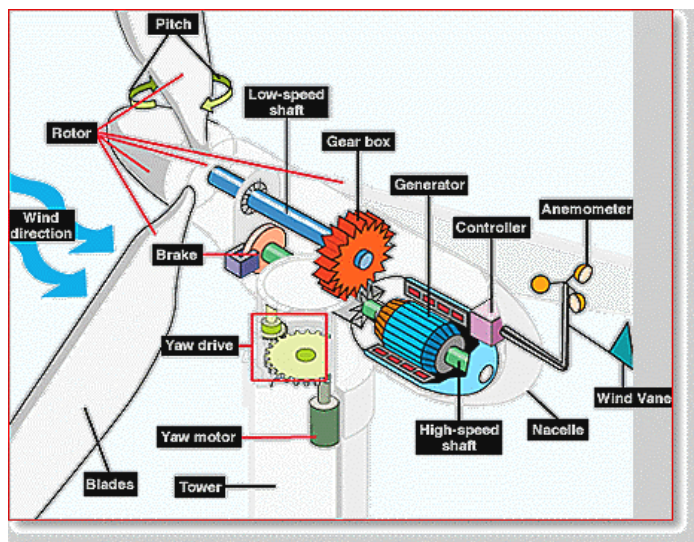
Anemometar (anemometer): Meri brzinu vetra i taj podatak prosleđuje do kontrolera.

Lopaticice (blades): Većina turbina ima dve ili tri lopaticice. Vetar duva preko lopaticice podižući ih, što dovodi do rotacije (jer su lopaticice pričvršćene jednim krajem).

Kočnica (brake): Disk kočnica koja služi da zaustavi rotor u slučaju opasnosti ili servisiranja i može biti mehanička, električna ili hidraulična. **Kontroler (controller):** Kontroler startuje mašinu pri brzini vetra od oko 13-26km/h i zaustavlja pri brzini od oko 100km/h. Turbina ne sme da bude u pogonu pri brzinama većim od 100km/h zbog mogućnosti pregrevanja.

Menjač (gear box): Povezuje zupčanicima osovinu male brzine sa osovinom velike brzine i ujedno povećava brzinu rotacije od 20-60 ob/min na otprilike 1200-1500 ob/min. koliko zahteva većina generatora za proizvodnju električne energije. Menjač je vrlo skup i težak deo turbine i istražuju se generatori koji rade na nižim rotacionim brzinama i ne zahtevaju menjače. **Generator:** Sinhroni ili asinhroni generatori. Koji je tip izabran zavisi od načina vezivanja generatora sa mrežom. **Osovina velike brzine (high-speed shaft):** Direktno pogoni generator **Osovina male brzine (low-speed shaft):** Direktno vezana na rotor i rotira od 20 do 60ob/min **Kućište:** Rotor je vezan za kućište, koje je postavljeno na toranj i u sebi sadrži: menjač, osovine velike i male brzine, generator, kontroler i kočnicu. Poklopac štiti komponente unutar kućišta. Neka kućišta su dimenzija dovoljnih da tehničar stoji unutar njih dok radi. **Pitch:** Lopatice se okreću od vetra i sprečavaju okretanje rotora pri brzinama prevelikim ili premalim za proizvodnju električne energije. **Rotor:** Lopatice i glavčina zajedno čine rotor. **Toranj (tower):** Tornjevi su napravljeni od cevastog čelika ili čelične mreže. Zbog povećanja brzine vetra sa visinom viši tornjevi omogućavaju turbini da "uhvati" više energije od vetra i generiše el. energiju. **Smer vetra (wind direction):** Na slici je prikazana tzv. "upwind" turbina, zato jer je pri radu okrenuta ka vetru. Druga vrsta turbina je "downwind", jer je okrenuta pri radu od vetra. **Vetrokaz (wind vane):** Određuje smer vetra i komunicira sa pogonom za skretanje radi ispravne orijentacije turbine u odnosu na vetar. **Pogon za skretanje (yaw drive):** Okreće upwind turbine prema vetru; služi da rotor uvek bude okrenut ka vetru bez obzira na smer duvanja. Downwind turbine ne zahtevaju pogon za skretanje. **Motor pogona za skretanje (yaw motor):** Pogoni skretanje kućišta (rotora).

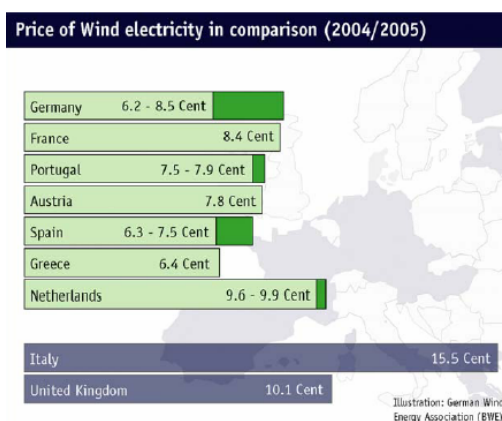
Slika 4: Glavni delovi eolske turbine-generatora



6. CENA ENERGIJE DOBIJENE IZ ENERGIJE VETRA

Cena el. energije u E.U. varira od zemlje do zemlje (slika 5). Uglavnom, postoje dva sistema obračuna cene. Prvi, najčešći je sistem minimalne cene, koje koriste zemlje označene zelenom bojom, i sistem kvota koje koriste zemlje označene sivom bojom.

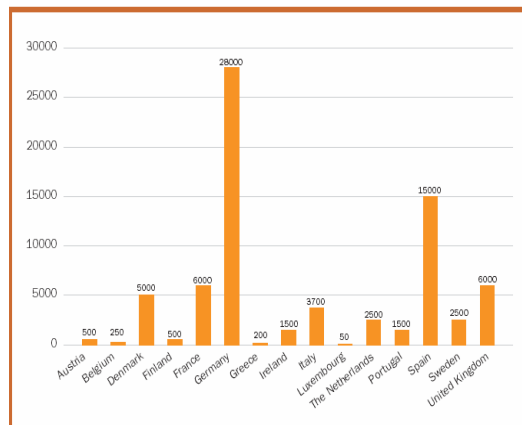
Dalji pad cena uslovljen je izgradnjom novih kapaciteta. (Slika 6) E.U. planira da u 2010g. instalira 40.000MW snage postrojenja da bi u 2020g dostigle 180.000MW instaliranih kapaciteta. To je tek 12.1% od svih potreba E.U. u 2020g.



Slika 5

Primena eolske energije uslovila je da se godišnje smanji emisija CO₂ za 109 miliona tona/ godišnje što iznosi više od 30% kvote koju je prihvatila E.U. po Kjoto protokolu.

Figure 1.2
Projected Installed Wind Power Capacities in the EU-15 by 2010^a



Slika 6: Projekcija instaliranih kapaciteta u 2010g

7. ZAKLJUČAK

Energetske krize su usloville bolan i finansijski skup prelazak na nove izvore energije. Jedan od alternativnih izvora energije je i energija vetra. Mada se ona koristila i ranije (vetrenjače) tek sada se ozbiljnije prišlo iskorišćavanju ovog izvora energije. Loša strana je ta što intezitet duvanja vetra nije konstantan. Ulaganja su velika u ovom segmentu energetike ali se pokazalo da je i isplativo. U SCG osim deklarativnih izjava državnih institucija nema ozbilnog pristupa ovoj materiji i sve svodi na pokušaje pojedinaca i nekih organizacija.

8. LITERATURA

- [1] www.windpower.org
- [2] [www.wind – energie.de](http://www.wind-energie.de)
- [3] www.britishwindenergy.co.uk
- [4] www.eere.energy.gov
- [5] www.vestac.com
- [6] www.ewea.org
- [7] [www.wikipedia.org/wiki/wind turbine.](http://www.wikipedia.org/wiki/wind_turbine)
- [8] <http://ees.etf.bg.ac.yu>