

ECONOMIC, ENERGETICAL AND ECOLOGICAL ADEQUACY OF PRODUCING EOL ELECTRIC ENERGY WITH OVERVIEW ON EASTERN CROATIA

EKONOMSKA, ENERGETSKA I EKOLOŠKA OPRAVDANOST PROIZVODNJE EOLSKE ELEKTRIČNE ENERGIJE S OSVRTOM NA ISTOČNI DIO REPUBLIKE HRVATSKE

LACKOVIC, Zlatko

Abstract: *The manufacturing of the wind gained electricity is the imperative of the nowadays. That is because of the need for the exchangeable source of the energy and the bigger claim as well as the restriction regarding ecology. This paper considers the way of the manufacturing, advantages, disadvantages and problems, as well as the economical and ecological effectiveness of the wind gained energy. The implementation of the mentioned idea refers to the east part of Croatia.*

Key words: *energy, economy, ecology, electric power plant, wind*

Sažetak: *Proizvodnja eolske električne energije je imperativ vremena zbog potrebe za zamjenjivim izvorima energije i sve većih zahtjeva i ograničenja glede ekologije. U tom smislu članak razmatra način proizvodnje, prednosti, nedostatke i probleme, te ekonomsku i ekološku učinkovitost energije dobivene iz vjetra. Implementacija same ideje se odnosi na istočni dio Republike Hrvatske.*

Ključne riječi: *Energija, ekonomija, ekologija, elektrana i vjetar*



Authors' data: Zlatko Lacković, prof.dr.sc., Građevinski fakultet Osijek, Osijek, zlackovic@gfos.hr

1. Uvod

Energija uz hranu, u svjetskim razmjerima, postaje jedan od glavnih interesa razmatranja svih stručnih, znanstvenih i političkih relevantnih struktura. Uvažavajući jedan od bitnih ekonomskih zakona „da treba pomiriti sve veće ljudske potrebe sa sve manjim resursima“, energetičari se okreću prema novim i obnovljivim izvorima energije. Osim toga, sve veći zahtjevi i ograničenja glede ekologije, postavljaju nove zahtjeve u proizvodnji energije. U sklopu praktičnosti se na kraju razmatraju elementi implementacije koji se prostorno odnose na, za sada najmanje interesnom prostoru a to je istočni dio Republike Hrvatske.

2. Energija vjetra

Energija vjetra nastaje zagrijavanjem zemlje oko ekvatora, te okretanjem zemlje nastaje poznata Coriolisova sila (Horvath, 2008), koja se koristi pomoću djelovanja vjetra na turbina pretvara u električnu energiju. Količina energije koju vjetar predaje preko rotora vjetroelektrane ovisi o gustoći zraka, brzini vjetra i površini rotora. Ako je oznaka volumena zraka u sekundi V m³/sek a v brzina vjetra ispred rotora elektranae u m/sek, te p gustoća zraka koja pretpostavljeno iznosi 1,225 kg/m³, onda se snaga strujanja izračunava po sljedećem obrascu (Horvath, 2008):

$$P_s = 1/2 * p * V * v^2 \text{ (W)} \quad \text{odnosno} \quad P_s = 1/2 * p * 1,25 * V \text{ (W)} \quad (1)$$

Ako se pretpostavi da zrak, uz uobičajenu vlažnost i atmosferski pritisak ima težinu 1,225 kg/m³, te tipičnu vjetroelektranu promjera rotora od 43-44 m, onda je površina rotora cca 1500 m², koja se povećava kvadratom promjera, snaga strujanja se može izračunati na sljedeći način:

$$P_s = 0,625 * A * v^3 \text{ (W)} \quad (2)$$

Prema Betz-ovom zakonu od idealnog iskorištenja 100 %, maksimalno iskorištenje iznosi 16/27 od idealnog, pa iskoristiva snaga iznosi:

$$P_o = 0,371 * A * v^3 \text{ (W)} \quad (3)$$

U prethodno navedeni obrazac treba uzeti u obzir i čimbenik povećanja brzine rastom nadmorske visine koja je proporcionalna petom korijenu odnosa visina smještaja postrojenja u odnosu na nadmorsku visinu po sljedećem obrascu:

$$V = V_o \sqrt[5]{\frac{h}{h_0}} \quad \text{a uz 65\%-75\% gubitaka} \quad P_{meh.} = 0,26 * A * v^3 \text{ (W)} \quad (4)$$

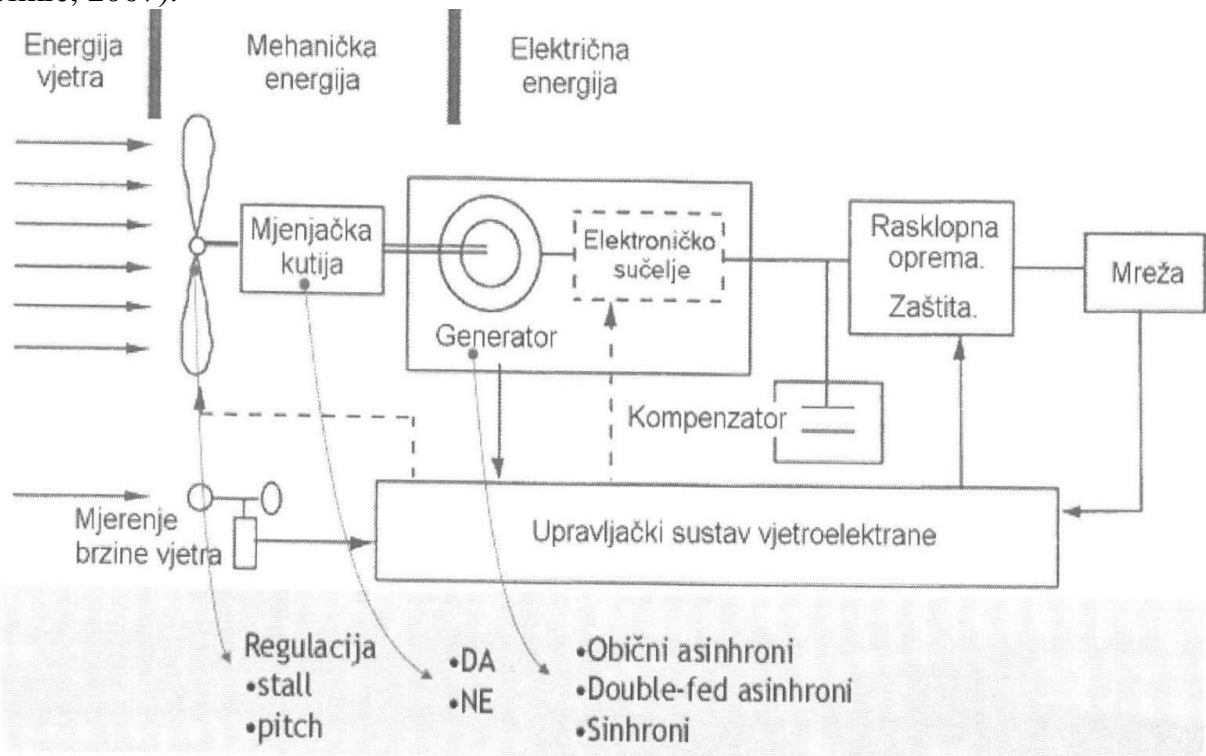
Uz pretpostavku da je stupanj iskorištenja generatora cca 80-85 %, konačna snaga pretpostavljene elektrane iznosi :

$$P_{el.} = 0,21 * A * v^3. \quad (5)$$

3. Funkcioniranje proizvodnje eolske energije

Proizvodnja eolske energije polazi od činjenice da se energija vjetra na rotoru turbine pretvara u mehaničku, te pokretanjem generatora u električnu energiju, s tim da se

moraju se uvažavati sljedeći tehnički aspekti odnosno problemi kod priključenja, kao što su regulacije napona i frekvencije, stabilnost napona, pouzdanost, kvaliteta i raspoloživost. Jedan od uobičajenih praktičnih pristupa funkcioniranja vjetroelektrane u kombinaciji sa potrošnjom i prijenosnom mrežom prikazuje slika 1. (Šljivac & Šimić, 2007).



Slika 1. Općenita shema djelovanja vjetroelektrane

4. Prednosti, nedostaci i problemi

Vjetroelektrane imaju komparativnu prednost koja proizlazi iz činjenice da se radi o obnovljivoj energiji. Što se tiče same ekologije, do sada nije argumentirano dokazano bilo kakvo štetno djelovanje na ljudsku radnu i životnu sredinu, te nema također nekih posrednih štetnih sekundarnih djelovanja. Vjetroelektrane imaju određene sitnije nedostatke koje se svode na sljedeće (Elektrotehnički fakultet u Beogradu, 2008):

- Vjetroelektrane imaju nepredvidljivu proizvodnju ovisnu o brzini i intenzitetu vjetra,
- U okolini vjetroelektrane je moguće i buka lopatica rotora pri kretanju kroz zrak, te zauzimaju određenu površinu zemlje,
- Mehaničke vibracije i moguća ometanja elektromagnetskih valova.

Iz analiziranih nedostataka se može zaključiti da su to zanemarivi problemi, osim stohastičnosti proizvodnje. Zato sustav vjetroelektrana može biti samo u funkcije generalne proizvodnje koja ulazi u energetske sustav a vršne energetske problemi se moraju rješavati putem elektrana koje se brzo i učinkovito uključuju u rad.

5. Ekonomska učinkovitost

Cijena vjetroelektrane sastoji se od više vrsta troškova gdje treba razlikovati troškove izgradnje od troškova funkcioniranja. Investicijski troškovi ovise o veličini elektrane pa imamo sljedeću strukturu ulaganja (Šljivac & Šimić, 2007):

1. Male elektrane do 30 kW koštaju 1500 do 3000 EUR/kW ,
2. Srednje elektrane do 1500 kW koštaju od 900 do 1300 EUR/kW,
3. Velike elektrane (Pučina) od 2000 kW i više koštaju cca 2000 EUR/kW.

Navedeni izvor podataka prognozira da će cijena izgradnje vjetroelektrane padati za 8-10 % za svako udvostručenje proizvodnje.

6. Perspektiva s osvrtom na istočni dio Republike Hrvatske

Republika Hrvatska je tek na početku ozbiljnog razvoja proizvodnje električne energije pomoću snage vjetra. Posebno je područje Istočne Hrvatske puno slabije opterećeno vjetrom nego južna područja, te brzina vjetra 22 m/sek je duplo sporija nego na obalnom pojasu.

Ali treba dodati činjenicu da se brzina vjetra povećava nadmorskom visinom na kojoj je smješteno postrojenje. U tom slučaju postoje područja brdskih djelova Slavonije i Baranje gdje bi se mogle postaviti vjetroelektrane.



Slika 2. Ilustracija vjetroelektrana na području Požeštine

Slika 2. pokazuje da, osim energetike, vjetroelektrane treba proučavati i kao dio promjene krajobrazu, što treba biti predmet multidisciplinarnih istraživanja.

7. Zaključak

Iz prethodnih razmatranja proizlazi generalni zaključak da će se u budućnosti svaki elektroenergetski sustav jednim djelom oslanjati na proizvodnju električne energije iz vjetroelektrana. To vrijedi za čitavu Republiku Hrvatsku pa i njezin istočni dio bez obzora na nešto slabiju kvalitetu vjetra.

Naime, ako se uzmu u obzir zanemarivi ekološki problemi, te sve skuplja energije i evidentan nedostatak, doći će do sve većeg ulaganja u izgradnju vjetroelektrana. Uz to, tehnologija proizvodnje i montaža postrojenja će relativno biti jeftinija pa su vjetroelektrane svakako dio elektroenergetske budućnosti cijele Republike Hrvatske.

8. Literatura

Elektrotehnički fakultet u Beogradu (2008). *Dostupno na:* http://ees.etf.bg.ac.yu/Predmeti/EG5OE/online-materija/energija_vjetra.php.

Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu (2008). Hrvatskaprednorma, HRN ENV 1991-2-4, Karta pregleda opterećenja vjetrom na teritoriju Republike Hrvatske *Dostupno na:* <http://www.gradst.hr>

Horvath, L. (2008). Vjetar, *Dostupno na:* www.eihp.hr/hrvatski/vjetar1.htm

Lacković, Z.(2005). *Management tehničkih sustava*, Elektrotehnički fakultet Osijek

Mađerić, M. (2007). Modeliranje rizika u projektima vjetroelektrana, *CIGRE, 8.savjetovanje HRO CIGRE*, Cavtat

Šljivac, D. & Šimić, Z. (2007). *Obnovljivi izvori energije s osvrtom na štednju*, Elektrotehnički fakultet, Osijek.