

UTICAJ VJETROELEKTRANA NA CIJENU ELEKTRIČNE ENERGIJE U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE

IMPACT WIND PARKS ON THE PRICE OF ELECTRICITY IN THE FEDERATION OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Elvir Zlomušica
Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru

Miralem Čampara
Energy3, Mostar

Željko Doleček
IntradeEnergy, Sarajevo

Suad Zalihić
Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru

REZIME

U ovom radu je opisan uticaj vjetroelektrana (VE) na cijenu električne energije sa aspekta osiguranja otkupa električne energije u slučaju primjene feed-in tarife, kao jednog od bitnih faktora perspektive razvoja vjetroenergetike u BiH. Radi razumijevanja problema opisani su i neki aspekti sistemskog uticaja rada VE na elektroenergetski sistem Bosne i Hercegovine (EES BiH). Također, u radu je data analiza mogućnosti kako da se bez nekih većih problema prihvati veća instalisana snaga VE u EES-u BiH u odnosu na planiranu prema „Akcionom planu za korištenje obnovljivih izvora energije u FBiH do 2020. godine“ (APOEF) od 230 MW, odnosno kakav to uticaj može imati na cijenu električne energije ukoliko dođe do povećanja instalisane snage vjetroelektrana u EES-u na 400 MW u FBiH (200 MW u RS), odnosno 600 MW na nivou BiH.

Ključne riječi: cijena električne energije, subvencije, vjetroelektrane, elektroenergetski sistem

ABSTRACT

This paper describes the impact of wind energy on electricity prices in terms of ensuring redemption of electricity in the the case of applying feed-in tariffs, as one of the important factors prospects of development of wind energy in BiH. For better understanding the problem have been described and some aspects of the systemic impact of wind power plant on the power system of Bosnia and Herzegovina (EES BiH). Also, the paper presents an analysis possibilities how without some major problems accepting greater installed capacity of wind power in the power system in BiH than planned under the „Action Plan for the use of renewable energy sources in the Federation until 2020“ (APOEF) of 230 MW, and what impact it may have on the price of electricity in case of an increase in installed capacity of wind power in the power system at level of 400 MW in FBiH (200 MW in RS), i.e. 600 MW at the state level.

Keywords: electricity price, subsidies, wind power plant, power system

1. UVOD

Bosna i Hercegovina (BiH) raspolaže značajnim potencijalima obnovljive energije [1-6]. To se posebno odnosi na hidroenergiju, energiju vjetara te energiju biomase. Prema kalkulacijama Energetske zajednice Jugoistočne Evrope, BiH ima realnu mogućnost da poveća udjele korištenja obnovljivih izvora energije (OIE) u ukupnom energetsom bilansu sa 26,5%, koliko

je bilo 2005. godine, na 33% do 2020. godine, [7]. Proizvodnja električne energije na prenosnoj mreži u BiH u 2013. godini iznosila je 15 711 GWh, od čega iz termoelektrana (TE) 8 740 GWh i hidroelektrana (HE) 6 971 GWh [8].

Utjecaj proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora na cijenu električne energije, se ogleda u povećanju neto troškova i na veoma važan aspekt njihove integracije u elektroenergetski sistem (EES). Općenito, kada su u pitanju elektrane na obnovljive izvore energije njima se ne može upravljati kao sa elektranama na fosilna goriva (neobnovljivi izvori), jer njihova proizvodnja zavisi od raspoloživosti resursa koji su u osnovi intermitentni (promjenljivi), što je slučaj i kod vjetroelektrana (VE), koje praktično ne sudjeluju u primarnoj i sekundarnoj regulaciji snage/frekvencije. Ukoliko bi se koristile VE za regulaciju snage u sistemu direktno bi se uticalo na ekonomiju VE zbog mogućeg neiskorištenja vjetra, zbog čega je za integraciju VE u EES koji funkcioniše u zavisnosti od karakteristika svake pojedinačne elektrane u sistemu, neophodno obezbijediti uslove za njihovu maksimalnu proizvodnju i iskorištenje.

Glavni nedostatak rada VE u sistemu predstavlja problem balansne energije, koja se regulira na način da određene elektrane iz sistema moraju povećavati ili smanjivati svoju planiranu proizvodnju, što za posljedicu VE imaju dodatne troškove. Problem regulacije kod integracije VE u sistemu rješava se osiguranjem rezerve u „baznim“ elektranama što zavisi od ukupnog udjela VE u sistemu. Jedno od rješenja koja se koriste u svrhu balansiranja obnovljive energije je međusobno povezivanje proizvođača električne energije iz VE u tzv. balansne grupe, a putem Operatora za obnovljivu energiju.

U odnosu na proizvodnu strukturu EES-a u BiH, termoelektrane na uglj, kao temeljne elektrane, imaju mogućnost da rade sa konstantnom snagom, dok akumulacione hidroelektrane, kao vršne elektrane mogu brzo ulaziti u pogon i mijenjati snagu prema zahtjevima EES-a. Ove elektrane mogu učestvovati i u primarnoj i sekundarnoj regulaciji.

Prema studijskim zadacima iz „Analiza integracije vjetroelektrana u elektroenergetski sistem i tržišna pravila“ [9], visok udio akumulacijskih hidroelektrana u EES BiH može bez problema pokriti VE čak i u slučaju njihove značajnije integracije u EES BiH. S obzirom da u BiH nije izgrađena nijedna vjetroelektrana (uskraćeni za vlastito iskustvo), za indicaciju ciljeva kod izrade i donošenja APOEF-a, pretpostavlja se da su korištena iskustva drugih zemalja prilikom donošenja plana, koji se odnose na aspekte mogućnosti priključaka na mrežu i aspekte godišnjih iznosa visine subvencija.

Ovdje će se razmotriti mogućnost kako s obzirom na tehničke aspekte prenosne mreže BiH (planiranje investicija), obrađene u zadacima studije u [9], povećati instalisanu snagu VE u BiH do 2020. godine na 600 MW (FBiH 400 MW i RS 200 MW), u odnosu na snagu vjetroelektrana od 230 MW planiranu prema dokumentu „Akcioni plan za korištenje obnovljivih izvora energije u FBiH - Indikativni ciljevi po tehnologijama do 2020. godine“ [10].

2. MATERIJAL I POSTUPCI

Otkupne cijene električne energije proizvedene u vjetroelektranama do sada se svugdje u svijetu zasnivaju na nekom obliku subvencija [11]. Najčešće korišteni način subvencije je sistem fiksnih tarifa (*feed-in tariffs*), primijenjen i u BiH. Na ovaj način se neovisnim proizvođačima električne energije iz obnovljivih izvora energije garantira u vremenskom periodu od 12 godina u FBiH (15 godina u RS) fiksna otkupna cijena, tzv. *garantovana cijena*, koja u osnovi treba da pokriva i prihvatljivu stopu rizika i dobiti. Za izračunavanje iznosa visine subvencija korišteni su raspoloživi podaci vezani za referentnu cijenu koji se odnose na postojeću proizvodnju u strukturi EES-a i podaci utvrđeni za garantovanu cijenu za vjetroelektrane u FBiH u datom periodu.

Otkupna cijena izračunata od strane Regulatorne komisije za energiju u Federaciji Bosne i Hercegovine (FERK) bazirana je na pretpostavkama utvrđivanja prosječne proizvodne cijene

kao rezultata postojeće strukture proizvodnje u sistemu (TE, HE) i cijena koje obuhvataju sve komponente troškova izgradnje nove elektrane (kapitalni troškovi, održavanje i dr.). Tako se prema *Pravilniku* [12], FERK utvrđuje otkupne cijene električne energije iz postrojenja koja koriste obnovljive izvore i kogeneraciju, čija se proizvodnja ne podstiče, a koristi se za utvrđivanje naknada koje se plaćaju za obnovljive izvore energije i efikasnu kogeneraciju (OIEiEK). U *Pravilniku* se također navodi: „Referentna cijena električne energije se utvrđuje kao proizvod ponderisane ostvarene cijene trgovine električnom energijom u FBiH u periodu od 12 mjeseci imaoca FERK-ove dozvole za snabdijevanje električnom energijom - dozvole II reda i koeficijenta podsticaja električne energije iz obnovljivih izvora. Referentnu cijenu električne energije najkasnije do 31.10. tekuće godine za narednu godinu utvrđuje FERK, a koja je za 2014. godinu iznosila 0,105696 KM/kWh [12].

Prema *Pravilniku* [13], „Garantovana cijena otkupa električne energije (G_c) je vrijednost dobivena množenjem referentne cijene električne energije (R_c) i pripadajućeg tarifnog koeficijenta (C) za određenu vrstu OIEiEK ($G_c = R_c \times C$), gdje tarifni koeficijent (C) predstavlja brojčanu vrijednost pridruženu svakoj vrsti i grupi postrojenja za proizvodnju električne energije iz OIE i koji se usklađuje jednom u 18 mjeseci u skladu sa zakonom“. Proračun tarifnog koeficijenta (C) zasniva se na ekonomskim pretpostavkama cijene kapitala i ponderisane prosječna stope povrata na vlastita i pozajmljena sredstva u periodu povrata od 12 godina, te visine iznosa garantovane cijene (G_c), datih u prilogu *Pravilnika* [13].

U zemljama sa većim udjelom VE i složenijom strukturom energije u sistemu za izračunavanje uticaja energije iz VE na cijenu električne energije, koriste se odgovarajući programski paketi. Primjereno datim ograničenjima u FBiH, u postupku izračunavanja uticaja vjetroelektrana korišteni su podaci za ukupno ostvarenu proizvodnju električne energije iz 2013. godine u FBiH, važeća referentna cijena električne energije utvrđena za 2014. godinu i garantovana cijena za vjetroelektrane za 2014. godinu, preuzeti iz relevantnih zvaničnih dokumenata u FBiH. Također se za ove proračune pošlo od pretpostavki da će godišnji rast instalisane snage vjetroelektrana teći linearno po godinama (4x100 MW), tako da bi u 2020. godini bilo integrirana maksimalno planirana snaga VE. Dakle, u 2020. godini bio bi i najveći uticaj vjetroelektrana kako na sistem tako i na cijenu električne energije, što predstavlja referentnu godinu za utvrđivanje mogućeg nivoa uticaja. Također se ovim postupkom mogu izračunavati i uticaji za svaku godinu pojedinačno počevši od 2016. godine.

Uticaj na cijenu električne energije sa ekonomskog aspekta, predstavljen kumulativno u valutnoj vrijednosti (KM), kao ukupno potreban iznos subvencije za proizvedenu električnu energiju iz svih vjetroelektrana i procentualno (%), kao vrijednost dijela povećanja cijene električne energije po jedinici (kWh), uz pretpostavku da se za cijeli period kada se vrši postupak ocjene uticaja, ukupna količina i struktura proizvodnje električne energije /TE + HE) u EES zadržava kao iz 2013. godine. Bez obzira na ove pretpostavke u svijetlu poznavanje situacije u energetsom sektoru u BiH teško da može biti izgrađeno bilo koje značajnije termo ili hidro postrojenje u periodu do 2020. godine.

3. REZULTATI

Za proračun uticaja povećanog udjela električne energije iz VE (u obzir su uzete samo velike VE) pošlo se od sljedećih ulaznih podataka:

- priključenje 400 MW vjetroelektrana kao dodatne energije u sistem FBiH do 2020.,
- linearni godišnji rast instalirane snage 100 MW,
- referentna cijena električne energije važeća za 2014. (0,105696 KM/kWh) [11],
- garantovana cijena električne energije iz VE za 2014. (0,1476678 KM/kWh) [14].
- ukupna proizvodnja električne energije iz „baznih“ izvora na godišnjem nivou u FBiH u periodu 2016. - 2020. godine od 10 137 823 MWh/god

Procjena proizvodnje električne energije iz vjetroelektrana i njena vrijednost u novčanim

iznosima, koristeći garantovanu cijenu za 2020. godinu:

- $400 \text{ MW} \times 2350^1 \text{ h} = 940\,000 \text{ MWh/god}$,
- $940\,000 \text{ MWh} \times 147,6678 \text{ KM/MWh} = 138\,807\,730 \text{ KM/god}$

Procjena novčanih iznosa za ukupno ostvarenu proizvodnju električnu energiju u FBiH u 2013. godini i po godinama u periodu 2016 - 2020:

- $10\,137\,823 \text{ MWh} \times 105,696 \text{ KM/MWh} = 1\,071\,527\,300 \text{ KM/god}$

Procjena ukupnih novčanih iznosa iz izvora u 2020. godini uključujući i vjetroelektrane:

- $1\,071\,527\,300 \text{ KM/god} + 138\,807\,730 \text{ KM/god} = 1\,210\,335\,030 \text{ KM/god}$

Proračun udjela proizvedene električne energije na osnovu procjena proizvodnje električne energije u 2020 godini prema ulaznim podacima:

- Postojeći izvori (TE + HE) = $10\,137\,823 \text{ MWh}$ (~91,5%)
- Vjetroelektrane (VE) = $940\,000 \text{ MWh}$ ili ~8,5%
- Ukupna proizvodnja kao zbir (TE+HE+VE) = $11\,077\,823 \text{ MWh}$

Proračun udjela u novčanim iznosima u 2020. godini na osnovu gornje procjene proizvodnje:

- Postojeći izvori (TE + HE) = $1\,071\,527\,300 \text{ KM/god}$ (~88,6%)
- OIE (VE) = $138\,807\,730 \text{ KM/god}$ (~11,4%)
- Ukupni novčani iznosi vrijednosti proizvodnje = $1\,210\,335\,030 \text{ KM/god}$

Procjena ukupnih novčanih iznosa iz izvora u 2020. godini u slučaju da dođe do povećanja proizvodnje u količini od $940\,000 \text{ MWh}$ iz nekog drugog novog konvencionalnog izvora koji zamjenjuje proizvedenu energiju planiranu iz vjetroelektrana po jednakoj referentnoj cijeni od $105,696 \text{ KM/MWh}$:

- $940,000 \text{ MWh} \times 105,696 \text{ KM/MWh} = 99\,354\,240 \text{ KM/god}$
- $1\,071\,527\,300 \text{ KM/god} + 99\,354\,240 \text{ KM/god} = 1\,170\,881\,540 \text{ KM/god}$

Razlike procjene vrijednosti u novčanim iznosima za ukupnu proizvodnju iz svih izvora u 2020. godini u slučaju integracije vjetroelektrana sa subvencioniranim cijenama (TE + HE + VE) i ukupno ostvarenih novčanih iznosa za električnu energiju u slučaju krištenja nekog drugog novog konvencionalnog izvora sa referentnim cijenama, dobiju se vrijednosti koji pokazuju brojčane veličine uticaja na cijenu električne energije.

- visinu iznosa subvencioniranja vjetroelektrana u 2020. godini iznosi:
 $1\,210\,335\,030 \text{ KM/god} - 1\,170\,881\,500 \text{ KM/god} = 39\,453\,500 \text{ KM/god}$, i
- povećanje cijene proizvedene električne energije po kWh u procentima iznosi:
 $1\,170\,881\,500 \text{ KM/god} / 1\,210\,335\,030 \text{ KM/god} = 3,2\%$.

4. DISKUSIJA

Uticaj VE na cijenu električne energije sagledan je za period korištenja garantovane otkupne cijene, pošto se situacija bitno mijenja nakon prestanka perioda važenje garantovane cijene, jer se od tog perioda računaju samo troškovi održavanja po MWh prema godišnjoj proizvodnji. Kako bi proizvodna cijena električne energije bila ista u toku cijele godine, ovi troškovi se svode na varijabilne troškove, slično kao i kod elektrane na fosilna goriva, stim da za razliku od njih VE nemaju troškove goriva.

Prema dostupnim informacijama i proizvodnim kapacitetima prijavljenim za indikativni plan proizvodnje 2015.–2024. raspored lokacija VE je na prostoru južnog dijela BiH, što sa aspekta

¹ broj sati rada za vjetroelektrane u BiH procjenjuje se na 2 350 h/god

EES-a treba biti puno povoljnije u odnosu na centralnu koncentraciju postrojenja, kada je u pitanju sama regulacija.

Iskustva iz razvijenih tržišta [15], kod kojih je veći udio vjetroelektrana u sistemu, pokazuje da u satima kada je proizvodnja iz OIE veća dolazi do smanjenja cijena električne energije, a kada je proizvodnja iz OIE manja dolazi do povećanja cijene električne energije. To je pokazatelj da postoje uslovi za mogućim korištenjem pomjeranja potrošnje električne energije u sate kada dolazi do porasta proizvodnje iz OIE, jer se tada smanjuje potrebe za energijom iz „baznih“ elektrana. Da bi se koristile mogućnosti ovih pozitivnih efekata potrebno je dobro organizirano tržište električne energije, što još uvijek nije slučaj u BiH.

Na osnovu pokazatelja iz Studije [9], iz zadataka vezanih za strukturu i tehničke karakteristike EES BiH, povećanje udjela vjetroelektrana u EES BiH na 600 MW ne može imati značajniji uticaj na sistemske probleme, obzirom da su u ovoj studiji obrađivani scenariji povećanja snage integracije VE u sistem od 300 MW, 600 MW i 900 MW, sa prijedlogom investicija u pojačanje mreže. Pri tome je utvrđeno da potrebe za regulacijom snage i frekvencije postojećih elektrana u sistemu mogu biti dovoljne da obezbijede regulaciju i novih VE, obzirom i na mogućnost ograničenih doprinosa VE u Q/U regulaciji.

5. ZAKLJUČAK

U radu je izložena mogućnost, kako da se bez većih problema prihvati veća instalisana snaga vjetroelektrana u EES BiH u odnosu na planiranu od 230 MW u FBiH do 2020. godine, odnosno kakav uticaj to može izazvati na proizvodnu cijenu električne energije. Za slučaj povećanja instalisane snage vjetroelektrana u FBiH na 400 MW (BiH 600 MW), izračunat je iznos povećanja proizvodne cijene električne energije u 2020. godini, kao godini kada bi uticaj mogao biti najizraženiji. Za postupak izračunavanja koristili su se ulazni podaci: godišnja proizvodnja električne energije u sistemu na bazi 2013. i važeća referentna i garantovana cijena iz 2014. godine, pri čemu se vodilo računa o ravnoteži između proizvodnje i potrošnje električne energije u sistemu, te nužnost osiguranja ravnoteža novčanih tokova. Na osnovu usvojenih parametara i primjenom datih postupaka, izračunat je kumulativni iznos subvencije za ukupni udio VE od 400 MW u sistem FBiH za 2020. godinu u visini od 39 453 500 KM. Iznos dobijene novčane vrijednosti subvencije koja se odnosi na ukupnu potrošnju električne energije u FBiH može uticati na povećanje jedinične cijene proizvedene električne energije u visini od $\approx 3,2\%$. Uzimajući u obzir društvene okolnosti i stanje EES-a u BiH ovo povećanje može biti prihvatljivo. Ne smije se ispustiti iz vida da integracija većih snaga vjetroelektrana u EES BiH osim ekološkog opravdanja, praćenja trendova i zahtjeva EU, može imati i značajnu razvojno-ekonomsko funkciju.

6. LITERATURA

- [1] Lekić, A.: Energy Sector in Bosnia and Herzegovina: in Current Status and Plans: Sustainable Energy Technologies, Options and prospects, edited by K. Hanjalic, R. Van De Krol and A. Lekic, Springer, Dordecht, 2008, pp. 321-329.
- [2] Smajević, I.; Bašić, A.; Vučina, S.; Ninković, N.; Knežević, A.; Petrović, S.; Čizmić, E.; Kazagić, A. & Hadžiomerović-Šutović, M.: Strateški plan i program razvoja energetskog sektora u F BiH, Federalno ministarstvo energije, rudarstva i industrije, Sarajevo, 2009.
- [3] Studija energetskog sektora u BiH, Energetski institut Hrvoje Požar - Hrvatska, Soluziona - Španija, Ekonomski institut Banjaluka - BiH, Rudarski institut Tuzla – BiH, 2008.
- [4] Zlomisica, E.: Wind Energy Resources in Bosnia and Herzegovina, Thermal Science 14(1), 255 2010.
- [5] Energy in the Western Balkans: The Path to Reform and Reconstruction, International Energy Agency in co-operation with the United Nations Development Program, (International Energy Agency, Paris, 2008), pp. 157-191.

- [6] Pilot studija o upotrebi kotlova na biomasu u seoskim zgradama ili za upotrebu lokalnog drvnog otpada u seoskoj proizvodnji u Bosni i Hercegovini, United Nations Development Program, 2006.
- [7] Energy Community, Study of the Implementation of the New EU Renewables Directive in the Energy Community, 2010. Preuzeto sa www.energy-community.org
- [8] Indikativni plan razvoja proizvodnje, 2015-2024, NOS BiH, Sarajevo, 2014.
- [9] Analiza integracije vjetroelektrana u elektroenergetski sistem i tržišna pravila, za NOS BiH Economic Consulting Associates Limited, 2011.
- [10] Odluka o donošenju plana za korištenje obnovljivih izvora energije u Federaciji Bosne i Hercegovine, Sl. novine FBiH 48/14.
- [11] Design and Operation of Power Systems with - IEA Wind <https://www.ieawind.org/.../25%20SysOpsEWEC20...>
- [12] Pravilniku o metodologiji za utvrđivanje referentne cijene električne energije, Sl. novine FBiH 50/14
- [13] Pravilnika o metodologiji o načinu utvrđivanja garantovanih otkupnih cijena električne energije iz postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije, Sl. novine FBiH 50/14
- [14] Odluka o usvajanju i izračun garantovanih otkupnih cijena električne energije iz postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije, FERK 01-07-555-01/14, od 7.7.2014.
- [15] Kotur, D.; Dobrić, G.; Rajaković, N.: Uticaj obnovljivih izvora energije na dinamičko tarifiranje u realnom vremenu, INFOTEH-JAHORINA. Vol. 14, 2015., pp. 271-275