

# DOPRINOS VJETROENERGIJE UKUPNOJ ENERGETSKOJ BILANCI REPUBLIKE HRVATSKE

---

**Živalj, Antonia**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic of  
Sibenik / Veleučilište u Šibeniku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:143:907164>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-29**

*Repository / Repozitorij:*

[VUS REPOSITORY - Repozitorij završnih radova  
Veleučilišta u Šibeniku](#)



**VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU**  
**ODJEL MENADŽMENTA**  
**PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MENADŽMENT**

ANTONIA ŽIVALJ

**DOPRINOS VJETROENERGIJE UKUPNOJ ENERGETSKOJ**  
**BILANCI REPUBLIKE HRVATSKE**  
**ZAVRŠNI RAD**

ŠIBENIK, 2016.

VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU  
ODJEL MENADŽMENTA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MENADŽMENT

**DOPRINOS VJETROENERGIJE UKUPNOJ ENERGETSKOJ  
BILANCI REPUBLIKE HRVATSKE  
ZAVRŠNI RAD**

**Kolegij:** Upravljanje okolišem

**Mentor:** mr.sc. Tanja Radić Lakoš, v.pred.

**Student:** Antonia Živalj

**Matični broj studenta:** 13782121

**ŠIBENIK, rujan 2016.**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. RAZVOJ ENERGIJE VJETRA</b> .....	3
2.1. Povijest energije vjetra .....	3
2.2. Razvoj energije vjetra u Republici Hrvatskoj .....	4
2.2.1. Vjetroelektrana Ravna .....	4
2.2.2. Vjetroelektrane Trtar-Krtolin, Orlice i Crno brdo .....	5
2.2.3. Vjetroelektrana Vrataruša.....	6
2.2.4. Ostale vjetroelektrane na području Republike Hrvatske.....	8
2.3. Perspektive daljnjeg razvoja vjetroelektrana.....	10
<b>3. ENERGETSKA BILANCA REPUBLIKE HRVATSKE</b> .....	12
3.1. Energetska statistika .....	12
3.2. Struktura potrošnje električne energije u RH .....	14
3.3. Doprinos vjetroenergije ukupnoj energetskej bilanci.....	14
3.4. Potencijal vjetroenergije u Republici Hrvatskoj.....	15
<b>4. DOPRINOSI VJETROENERGIJE RAZLIČITIM PODRUČJIMA</b> .....	17
4.1. Utjecaj energije vjetra na gospodarstvo Hrvatske .....	17
4.2. Smanjenje stope nezaposlenosti .....	18
4.3. Razvoj lokalne zajednice .....	18
4.4. Smanjenje negativnih utjecaja na okoliš .....	19
4.5. Nedostatci vjetroelektrane .....	19

4.6. Poticanje obnovljivih izvora energije .....	20
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	21
Popis literature .....	22

Veleučilište u Šibeniku

Odjel menadžmenta

Preddiplomski stručni studij Menadžment

## **DOPRINOS VJETROENERGIJE UKUPNOJ ENERGETSKOJ BILANCI REPUBLIKE HRVATSKE**

Antonia Živalj

Put Sv. Križa 14, Trogir, [antoniaaaz94@gmail.com](mailto:antoniaaaz94@gmail.com)

Tema ovog rada odnosi se na prikaz doprinosa i koristi od upotrebe energije vjetra kao jednog od oblika obnovljivih izvora energije. Razvoj energije vjetra seže daleko u povijest, još od početaka plovidbe jedrenjacima kada su ljudi spoznali da pomoću pogona vjetra mogu putovati, tj. ploviti. S vremenom upotreba vjetra počinje se intenzivnije koristiti za proizvodnju energije pa je u RH u posljednjim godinama izgrađeno nekoliko vjetroelektrana. Razvoj vjetroelektrana i upotreba energije koju proizvode u energetske bilanci RH iz godine u godinu zauzima sve veći udio. Iz toga proizlazi doprinos energije vjetra, odnosno svijest o očuvanju okoliša upotrebom obnovljivih izvora. Najznačajnije doprinose energija vjetra ima u gospodarskoj slici zemlje, odnosno smanjenju uvoza i zadovoljavanja domaćih potreba za energijom ali i u smanjenju štetnih utjecaja na okoliš budući da ne stvara negativne učinke koji narušavaju prirodu.

(23 stranica / 4 slike / 1 tablica / 25 literarnih navoda / jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u: Knjižnici Veleučilišta u Šibeniku

Ključne riječi: energija vjetra, vjetroelektrane, doprinos energije vjetra

Mentor: mr. sc. Tanja Radić Lakoš, v.pred.

Rad je prihvaćen za obranu:

Polytechnic of Šibenik

Department of Management

Professional Undergraduate Studies of Management

## **THE CONTRIBUTION OF WIND ENERGY TO OVERALL ENERGY BALANCE OF THE REPUBLIC OF CROATIA**

Antonia Živalj

Put Sv. Križa 14, Trogir, [antoniaaaz94@gmail.com](mailto:antoniaaaz94@gmail.com)

This paper refers to present contributions and benefits of wind power use as one of the forms of renewable energy. The development of wind energy goes back into history, since the people realized that using the wind energy can help them to sail and travel. Over time, the use of wind is intensively used for energy production and in Croatia in, past few years, was built several wind farms. The development of wind power and the use of energy produced by the energy balance of the Republic of Croatia every year have an increasing share. Consequently, the contribution of wind energy and environmental awareness by using renewable resources is very important. The most significant contribution wind energy has in the economic picture, and the reduction of imports and meeting domestic energy needs but also in reducing the harmful impact on the environment since it does not create negative effects that distort the nature.

(23 pages / 4 figures / 1 tables / 25 references / original language: Croatian)

Stored in: Library of Polytechnic in Šibenik

Keywords: wind energy, windmills, energy balance

Mentor: Tanja Radić Lakoš MSc, S.lec.

Work accepted:

# 1. UVOD

U svijetu suvremenih tehnologija i napretka čovječanstva u pogledu razvoja informacijskih znanosti i umjetne inteligencije, raste potražnja ali i potreba za održivim sustavima energije i njihovoj intenzivnoj prilagodbi. Kako su prirodni resursi znatno iskorišteni te njihovo daljnje iskorištavanje i iscrpljivanje ozbiljno šteti okolišu i eko sustavu ali i opstanku čovječanstva, neophodna je promjena i prelazak na obnovljive izvore energije. Procjene znanstvenika i stručnjaka iz područja energetike predviđaju znatni porast potražnje koja će se teško nadomjestiti iz postojećih izvora. Ozbiljna prijetnja nestašici energije uvjetovat će rast cijena i borbu za ostatak, već sada, nedovoljnih izvora energije.

Racionalno iskorištavanje resursa i održivi razvoj preduvjet su za poboljšanje energetske učinkovitosti ali i njenog opstanka. Jedan od značajnih obnovljivih izvora energije je i energija vjetra koja ima utjecaj na očuvanje okoliša, budući da koristi obnovljivi izvor i ne iscrpljuje ograničene resurse. Korištenjem energije vjetra za proizvodnju ostalih oblika energije značajno se smanjuje utjecaj tvari koje su štetne za okoliš, ali i proizvodi koristi u raznim sektorima gospodarstva.

U posljednjih nekoliko godina na području Republike Hrvatske značajno je porasla potražnja za ovim oblikom energije. Podizanjem brojnih vjetroelektrana, Hrvatska se smjestila među zemlje koje podižu svijest o obnovljivim izvorima energije. Osim toga, ova vrsta energije jedan je od pristupačnijih obnovljivih izvora energije na ovom području budući da postoje brojna područja koja su pogodna za podizanje vjetroelektrana. Zbog toga je njen doprinos važan ne samo u ekološkom smislu već i u gospodarskom. Ipak, postojeći kapaciteti hrvatskog sustava za proizvodnju električne energije ne zadovoljavaju trenutne potrebe i gradnja novih elektrana prijeko je potrebna.

Cilj ovog rada je prikazati značaj energije vjetra i njen doprinos i značaj za cjelokupno gospodarstvo i društvenu zajednicu kao i ukazati na činjenicu da Hrvatska ima i može upotrijebiti taj potencijal te tako osigurati domaće potrebe za energijom.



U prvom dijelu rada opisan je razvoj energije kroz povijest, odnosno od prve upotrebe vjetra u svrhu energije te je kronološki prikazana izgradnja vjetroelektrana na području Republike Hrvatske.

Nadalje, analizirana je ukupna energetska bilanca Republike Hrvatske, odnosno podatci prema kojima je vidljiv udio pojedinih oblike energije u ukupnoj energetskej bilanci. Osim toga, prikazan je i doprinos energije vjetra u ukupnoj bilanci.

Na temelju iznesenih činjenica u prethodnim poglavljima, naposljetku je prikazan doprinos energije vjetra različitim područjima, odnosno gospodarstvu.

## 2. RAZVOJ ENERGIJE VJETRA

Povijest vjetroelektrana i korištenja energije vjetra seže u doba kada su ljudi prvi puta postavili jedra na brodove i time omogućili daleka putovanja. Čovjek se „oduvijek koristio energijom vjetra. Prije izuma parnog stroja sva je svjetska trgovina išla morskim putovima, odnosno jedrenjacima.“<sup>1</sup>

### 2.1. Povijest energije vjetra

Prva nastojanja da se „tehnologija energije vjetra, koja ima minimalne utjecaje na okoliš i ne crpi snagu iz konačnih resursa, ponovno oživi, došla su u 50-im godinama 20.-og stoljeća. Tek su naftna kriza i 70-e i pojačana svijest o zaštiti okoliša pridonijeli novom oživljavanju zanimanja za ovu vrstu obnovljive energije.“<sup>2</sup>

Prvi zapisi o „primjeni vjetra za dobivanje mehaničkog rada zabilježen je u Perziji između 500.-e i 900.-e godine nove ere. Izgrađena vjetrenjača je služila za ispumpavanje vode i mljevenje žita. Prva vjetrenjača koja se pojavila u Europi oko 1270.-e godine imala je horizontalnu osovinu i četiri lopatice. Stotinama godina mali sustavi s promjerom rotora od jednog do nekoliko metara uglavnom su služili za mehaničko ispumpavanje vode. Prva upotreba vjetrenjače, koje su proizvodile električnu energiju, kasnije nazvane vjetroturbine, izradio je Carles Brush u Ohio-u, 1888.g. Za vrijeme Drugog svjetskog rata u Danskoj je izrađena turbina s tri lopatice, koje su koristile uzgonsku silu vjetra. Sve ove turbine su proizvodile jednosmjernu struju. Tek 1950.-e J.Juul postaje prva osoba koja razvija vjetroturbinu koja proizvodi naizmjeničnu struju. Nakon Drugog svjetskog rata dugi period prati niska cijena čvrstog goriva koja traje do kraja 1973. Energetska kriza poslije toga stvara uvjete za brži razvoj vjetroturbina, naročito nakon 1986.godine“<sup>3</sup>

Moderno iskorištavanje energije vjetra, kakvo poznajemo i danas, je počelo u 1970-tim godinama kao odgovor na spomenutu svjetsku naftnu krizu 1973.

---

<sup>1</sup> Potočnik, V. (2002): Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Republici Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb, str. 34.

<sup>2</sup> Ibid.

<sup>3</sup> Korištenje vjetra i energije vjetra kroz povijest, <http://vjetar.blogger.index.hr/post/koristenje-vjetra-i-energije-vjetra-kroz-povijest/2338871.aspx>, (05.09.2016.)

## 2.2. Razvoj energije vjetra u Republici Hrvatskoj

Vjetroelektrane u Hrvatskoj su započele svoj razvoj još 1988., kada je Končar postavio prvi vjetroagregat u brodogradilištu Uljanik, koji se i danas tamo nalazi, no onda je razvoj istoga obustavljen. Danas, Končar „ima postavljen prvi prototip svog modernog vjetroagregata na lokaciji Pometeno brdo u blizini Splita i pokušava uhvatiti korak s ostalim renomiranim proizvođačima vjetroagregata.“<sup>4</sup> Tek od 2004.-e godine kreće intenzivni razvoj vjetroelektrana na području Republike Hrvatske, a posebice u Šibensko-kninskoj županiji gdje ih je izgrađeno najviše.

### 2.2.1. Vjetroelektrana Ravna

Vjetroelektrana Ravna prva je vjetroelektrana u Hrvatskoj, a nalazi se na predjelu Ravna na otoku Pagu iznad paške solane. Sastavljena je i montirana 2004.-e godine te ima nazivnu snagu 5,95 MW koju proizvodi sedam generatora pojedinačne snage 850 kW. Izgrađena je na inicijativu HEP-a<sup>5</sup> kao prvi komercijalni projekt korištenja energije vjetra u proizvodnji električne energije. Za cjelokupnu realizaciju projekta bilo je potrebno sedam godina, a gradnja je trajala četiri godine. Godine 1998. na Ravnama su postavljeni mjerni instrumenti za praćenje smjerova i brzine vjetra. Rezultati su pokazali da na Pagu ima oko 1600 vjetrovitih sati godišnje, da je godišnji prosjek brzine vjetra između 6 i 6,5 m/s, tj. središnje su se brzine vjetra pokazale dovoljne za komercijalnu izgradnju vjetroelektrana.

Izgradnja vjetroelektrane Ravna sastojala se od tri stupnja. Radovi na terenu su trajali tri dana jer je „sva oprema prethodno proizvedena u tvornici. U prva dva dana su izvedeni mehanički sklopovi, a zadnjeg dana su povezani sa kablovima (upravljačkim i energetske). U prvom stupnju Izgrađena je veoma široka i duga cesta kako bi olakšala prilaz teškim kamionima te su iskopani temelji koji su ojačani sa čelikom. Postolje tornja čini glomazan prsten kao sastavni dio temelja. U drugom stupnju u iskopane kanale su ugrađeni kabeli te je postavljena kućica sa transformatorom. U njoj se transformira električna energija prethodno dobivena u vjetrogeneratoru na napon distribucijske mreže. Distribucijska mreža prima električnu energiju vjetroelektrane na temelju elektroenergetske suglasnosti distribucijskog područja

---

<sup>4</sup> Energija vjetra, <http://www.vjetroelektrane.com/povijest?start=3>, (05.09.2016.)

<sup>5</sup> Hrvatska elektroprivreda

Elektra Zadar. Sva potrebna oprema i dijelovi se u trećem stupnju donose te se podiže vjetroagregat pomoću dvije dizalice za montažu.“<sup>6</sup>

### 2.2.2. Vjetroelektrane Trtar-Krtolin, Orlice i Crno brdo

Vjetroelektrana Trtar-Krtolin je „druga najstarija vjetroelektrana u Hrvatskoj. Izgrađena je na brdima Trtar i Krtolin iznad Šibenika. U pogonu je od lipnja 2006. Vlasnik je tvrtka WPD EnerSys d.o.o., koja je dio njemačke multinacionalne kompanije. Vjetroelektrana se sastoji od 14 vjetrenjača. Promjer rotora vjetrenjača je 48 m, visina stupa 50 m. Nazivna snaga jedne vjetrenjače je 0,8 MW, dok ukupna snaga vjetroelektrane iznosi 11,2 MW. Elektrana u 2450 sati rada godišnje proizvodi 28 GWh struje. Promjer lopatica vjetroagregata je 48 metara, a visina osi 50 metara. U 2007. vjetroelektrana je proizvela oko 28 GWh električne energije.“<sup>7</sup>

Slika 1. Vjetroelektrana Trtar – Krtolin.



Izvor: *Obnovljivi izvori energije – energija vjetra*, <http://www.gradimo.hr/clanak/obnovljivi-izvori-energije-energija-vjetra/39671>

Vjetroelektrana Orlice je „puštena u pogon i u proizvodnji je od ljeta 2009., kada je dovršena njena izgradnja. Sastoji se od vjetroagregata, i to 3 pojedinačne nazivne snage 800 kW i 8 E-44 pojedinačne nazivne snage 900 kW, što ukupno daje 9.6 MW instalirane snage.“<sup>8</sup>

<sup>6</sup> <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji/234-vjetroelektrana-ravne-1-pag>, (05.09.2016.)

<sup>7</sup> Vjetroelektrana Trtar-Krtolin, <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji>, (05.09.2016.)

<sup>8</sup> Vjetroelektrane u regiji", [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com), (05.09.2016.)

Vjetroelektrana Orlice je „treća vjetroelektrana u Hrvatskoj u operativnoj uporabi. Nalazi se u okolici Šibenika, otprilike desetak kilometara zračne udaljenosti od vjetroelektrane Trtar-Krtolin. Interesantno je primijetiti da je planiranje ova dva projekta započeto u isto vrijeme još 2000. Trtar-Krtolin je ostvarena kao pilot projekt, dok je Orlice stavljena nekoliko godina na čekanje, do dovršenja zakonskog okvira. No, ni donošenjem svih potrebnih zakonskih akata 2007. nije se baš olakšao postupak ostvarenja projekata, štoviše, ima se dojam da je situacija još složenija. Tijekom ishođenja potrebne dokumentacije, u vrijeme realizacije i po dovršenju projekta uočene su mnoge nedorečenosti i nedostaci. Obzirom da je zakonski okvir već godinama u uporabi, da se na brojne uočene nedostatke ukazuje i da se praktično nije učinilo ništa na njegovoj promjeni i poboljšanju, stječe se dojam da je deklarirani interes Republike Hrvatske za obnovljive izvore energije ipak samo deklarativan. U prilog tome govori veliki raskorak između prijavljenih projekata u Registru OIE i stvarno dovršenih vjetroelektrana u operativnom pogonu.“<sup>9</sup>

Još jedna izgrađena vjetroelektrana na području Šibensko-kninske županije je vjetroelektrana Crno Brdo koja se nalazi u blizini Šibenika. Puštena je u pogon 2011. godine i sastoji se od 7 vjetroagregata (vjetrenjača). Predviđena godišnja proizvodnja električne energije ove vjetroelektrane je 27 GWh.<sup>10</sup>

### **2.2.3. Vjetroelektrana Vrataruša**

Godine 2009.-e izgrađena je vjetroelektrana Vrataruša koja se nalazi u blizini Senja, na obroncima Velebita. Vjetroelektrana je izgrađena još 2009., „ali je dobila sve dozvole i u punom pogonu je od 2011.-e godine, zbog dugog perioda probnog pogona. To je ujedno i prva vjetroelektrana u Hrvatskoj priključena na prijenosnu mrežu, na 110 kV. Isto tako je trenutno i najveća hrvatska vjetroelektrana sa ukupno instaliranih 42 MW. Sastoji se od 14 vjetroagregata, pojedinačne nazivne snage 3 MW.“<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> Samardžić, Ž. (2010): Realizacija projekta i iskustva iz dosadašnjeg rada VE Orlice, WPD ENERSYS d.o.o. Inženjering obnovljivih izvora energije, [www.ho-cired.hr](http://www.ho-cired.hr), (05.09.2016.)

<sup>10</sup> Vjetroelektrana Crno Brdo, [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com), (05.09.2016.)

<sup>11</sup> <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji>, (05.09.2016.)

**Slika 2.** VE Vrataruša.



Izvor: <http://mapcarta.com/18720324/Gallery/51776256>

U proljeće 2009. počela su „ispitivanja funkcionalnog rada na vjetroelektrani Vrataruša, a probni rad i opsežniji ispitni pogon uslijedili su početkom 2010. U prvom dijelu ispitnog rada vjetroelektrana nije dosegla instaliranu snagu, pa su za puni rad svih agregata rađene simulacije. Radi se o do sada najvećoj vjetroelektrani priključenoj na mrežu 110 kV u Hrvatskoj. Sadašnji privremeni priključak ostvaren je između dva čvorišta 110 kV. Jednostavno rečeno, jedna grana priključka vodi u transformatorsku stanicu Crikvenica i potom u HE Vinodol, a druga u HE Senj. Elektrana se nalazi između HE Vinodol i Senj, pa neizostavno utječe na njihov rad.“<sup>12</sup>

Najveći dio proizvedene energije, kako su pokazale analize, „vjetroelektrana Vrataruša u mrežu predaje dalekovodom 110 kV Vrataruša - Crikvenica – Vinodol. U hidrološki povoljnom razdoblju, taj pravac je značajno opterećen energijom iz hidroelektrana na jugu i bez dodatnog unosa energije iz nove vjetroelektrane. Rad VE Vrataruša punom snagom može zahtijevati ograničenje proizvodnje hidroelektrane Senj, koja zbog povećanih dotoka vode i mogućnosti poplava, mora ostvariti maksimalnu proizvodnju. Istodoban maksimalan rad HE Senj i VE Vrataruša u hidrološki povoljnim prilikama pokazuje se složenim, jer može rezultirati preopterećenjem i ispadom dionice 110 kV. Plasman energije iz VE Vrataruša

---

<sup>12</sup> <http://www.em.com.hr>, (05.09.2016.)

postaje upitan za slučaj bilo kakvog trajnog kvara okolnih dijelova mreže i postrojenja. Dio poteškoća i preopterećenja vezanih uz plasman pune proizvodnje iz nje može se operativno smanjiti prilagodbom topologije mreže.<sup>13</sup>

#### 2.2.4. Ostale vjetroelektrane na području Republike Hrvatske

Vjetroelektrana Velika Popina je „vjetroelektrana koja se nalazi se na području općine Gračac, a u pogon je puštena u siječnju 2011. Vjetroelektrana se sastoji od četiri *Siemensove* vjetrenjače, čija ukupna snaga iznosi 9,2 MW. Siemensove turbine proizvedene su patentiranom tehnologijom *IntegralBlade*, što podrazumijeva izradu lopatica u jednom komadu od epoksidne smole pojačane staklenim vlaknima, a njihov vanjski dizajn predstavlja najmoderniju aerodinamiku vjetroturbina. Područje Velika Popina jedno je od najvjetrovitijih područja, s najkvalitetnijim vjetrom što su pokazali rezultati višegodišnjih mjerenja. Za prvu godinu dana proizvelo se prosječno 3000 sati u maksimalnom opterećenju, što bi bilo dovoljno energije od 15 do 20 tisuća kućanstava, ako uzmemo da je prosječna potrošnja domaćinstva u Hrvatskoj oko 1000 kWh.“<sup>14</sup>

Vjetroelektrana Bruška ili VE Bruška je „vjetroelektrana koja se ustvari vodi kao dvije vjetroelektrane - VE ZD2 i VE ZD3, svaka snage 18,4 MW, ukupno 36,8 MW. Nalazi se u blizini mjesta Bruška, sjeveroistočno od Benkovca, na oko 600 metara nadmorske visine. Status povlaštenog proizvođača električne energije ova vjetroelektrana dobila je u veljači 2012., a priključena je na prijenosnu mrežu HEP-OPS-a. Sastoji se od 16 vjetroagregata Siemens SWT-93 pojedinačne snage 2,3 MW, što ukupno čini 36,8 MW. Promjer lopatica vjetroagregata je 93 metra, a zbog posebno ugrađenih krilaca na svakom krilu, nema gotovo nikakve buke. Godišnje se predviđa proizvodnja od 122 GWh. To je dovoljno struje za 40 tisuća kućanstava.“<sup>15</sup>

Vjetroelektrana Pometeno Brdo „projekt je na kojem su po prvi puta korišteni vjetroagregati koji su proizvedeni i dizajnirani u Hrvatskoj, odnosno vjetroagregati tvrtke Končar. Vjetroelektrana se nalazi kraj Konjskog, u blizini Dugopolja. Ukupno je postavljeno 16 vjetroagregata snage 17.5 MW. Riječ je o 15 vjetroagregata KončarKO - VA 57/1 snage 1

---

<sup>13</sup> Utjecaj vjetroelektrana na pogon elektroenergetskog sustava, [www.hro-cigre.hr](http://www.hro-cigre.hr)

<sup>14</sup> Vjetroelektrana Velika Popina, [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com)

<sup>15</sup> Vjetroelektrana Bruška, [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com)

MW i jednog novog Končarovog vjetroagregata K 80 snage 2.5 MW, čime se prati svjetski trend ponude sve snažnijih i učinkovitijih vjetroagregata. U izgradnji vjetroelektrane sudjelovale su uglavnom hrvatske tvrtke, odnosno 14 tvrtki Končara i 15 kooperanata iz Hrvatske. Vjetroagregat KO-VA 57/1 ima snagu od 1 MW, promjer rotora od 57 metara, a radi na brzinama vjetra od 2.5 m/s što je ujedno i brzina vjetra pri uključivanju, pri čemu nazivnu snagu ostvaruje kod vjetra brzine 12 m/s. Veći vjetroagregat, K 80 ima snagu 2.5 MW, promjer rotora od 92 metra, brzina vjetra pri uključivanju je kao i kod modela KO - VA 57/1, odnosno 2.5 m/s, dok nazivnu snagu ostvaruje na brzinama vjetra od 12.5 m/s. Procijenjena godišnja proizvodnja iznosi 30,083 GWh električne energije.<sup>16</sup>

Vjetroelektrana Ponikve se nalazi na poluotoku Pelješcu, u mjestu Ponikve kraj Stona i „prva je vjetroelektrana sagrađena u Dubrovačko-neretvanskoj županiji. VE Ponikve je svečano otvorena 17. svibnja 2013. Vjetroelektrana Ponikve ima instaliranu snagu 36.8 MW, a koristi 16 Enerconovih E - 70 vjetroagregata snage 2.3 MW. Devet od tih vjetroagregata je na visini osi od 64 metra, a sedam na 85 metara. Promjer rotora iznosi 70 metara. Cjelokupna investicija iznosila je 46 milijuna eura. Godišnja proizvodnja njezinih 16 vjetroagregata može zadovoljiti potrebe za 26 tisuća kućanstava.“<sup>17</sup>

Vjetroelektrana Jelinak je vjetroelektrana u trogirskom zaleđu (na području Općine Marina i Općine Seget). Ima instaliranu snagu 30 MW, sastoji se od 20 vjetroagregata tehnologije Acciona Windpower (svaki snage 1.5 MW). Planira se da će vjetroelektrana Jelinak godišnje proizvoditi 81 milijun KWh električne energije, što bi pokrivalo potrebe oko 30 tisuća kućanstava. Gradnja je započela početkom ožujka 2012., a dovršena je krajem studenog 2012.

Vjetroelektrana Kamensko-Voštane je izgrađena na području Grada Trilja u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Puštena je u pogon 2013.-e godine s pripadajućom trafostanicom Voštane 20/110 kV i priključnim dalekovodom  $2 \times 110$  kV. Na istu trafostanicu također je već spojena i vjetroelektrana Voštane snage 20 MW. Njihova ukupna proizvodnja iznosi 114 GW h električne energije godišnje, što bi trebalo zadovoljiti potrebe za oko 38 tisuća kućanstava.

---

<sup>16</sup> <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji/1284-vjetroelektrana-pometeno-brdo>

<sup>17</sup> <http://www.bank.hr/hrvatska/otvorena-vjetroelektrana-ponikve-kod-stona>



Vjetroelektrana Danilo ili VE Danilo je vjetroelektrana izgrađena u blizini sela Danilo u Šibensko-kninskoj županiji. VE Danilo se nalazi oko 15 kilometara od obale Jadranskog mora i grada Šibenika. Svih 19 vjetroagregata ENERCON E-82 (svaki pojedinačne snage 2.3 MW), s ukupnom instaliranom snagom od 43.7 MW, proizvodit će oko 100 GWh električne energije godišnje, te obnovljivom energijom opskrbljivati oko 22 tisuće kućanstava u Hrvatskoj. Nakon službenog završetka testiranja pogona vjetroelektrane Danilo (Velika Glava, Bubrig i Crni Vrh), vjetroelektrana je puštena se u rad 7. lipnja 2014.

U RP Globalu<sup>18</sup> tvrde da ovaj 70 milijuna eura vrijedan projekt ima veliki utjecaj na smanjenje emisije stakleničkih plinova na razini smanjenja od 33.300 tona emisija CO<sub>2</sub> godišnje pri tome opskrbljujući oko 22 tisuće kućanstava s čistom energijom. RP Global je naveo kako će Danilo povećati proizvodnju energije dobivene iz vjetra u Hrvatskoj za 20 posto, a 19 vjetroturbinskih generatora ENERCON E-82 s ukupnom instaliranom snagom od 43,7 MW proizvodi 100 GWh električne energije godišnje.

### **2.3. Perspektive daljnjeg razvoja vjetroelektrana**

Energetska strategija RH je postavila cilj izgradnje 1200MW vjetroelektrana do 2020. godine.<sup>19</sup> ako danas u Hrvatskoj u punom pogonu ima 14 vjetroelektrana ukupne instalirane snage 254,25 MW. U probnom pogonu su još dvije vjetroelektrane ukupne snage 85 MW, a još dva projekta su pred izgradnjom. Osim toga još sedam vjetroelektrana ima potpisan ugovor o otkupu električne energije, kao i ishođene sve dozvole za izgradnju, ali su na listi čekanja u kvoti HEP-a.

Vjetroelektrane su se na političkoj osnovi „našle u raskoraku između još uvijek važeće Energetske strategije i Nacionalnog akcijskog plana koji je u osnovni nelegalan. S druge strane HOPS (Hrvatski operator prijenosnog sustava) ni nakon 7 godina nije poduzeo konkretne korake i mjere da omogući daljnju integraciju vjetroelektrana u sustav, iako im je to trebala biti strateška odrednica i iako mnogi stručnjaci tvrde da tehničkih ograničenja nikada zapravo nije ni bilo. Trenutno se ipak radi na studiji koja bi trebala pokazati mogućnost veće integracije vjetroelektrana u sustav, no konkretnih pomaka ili naznaka rezultata te studije još

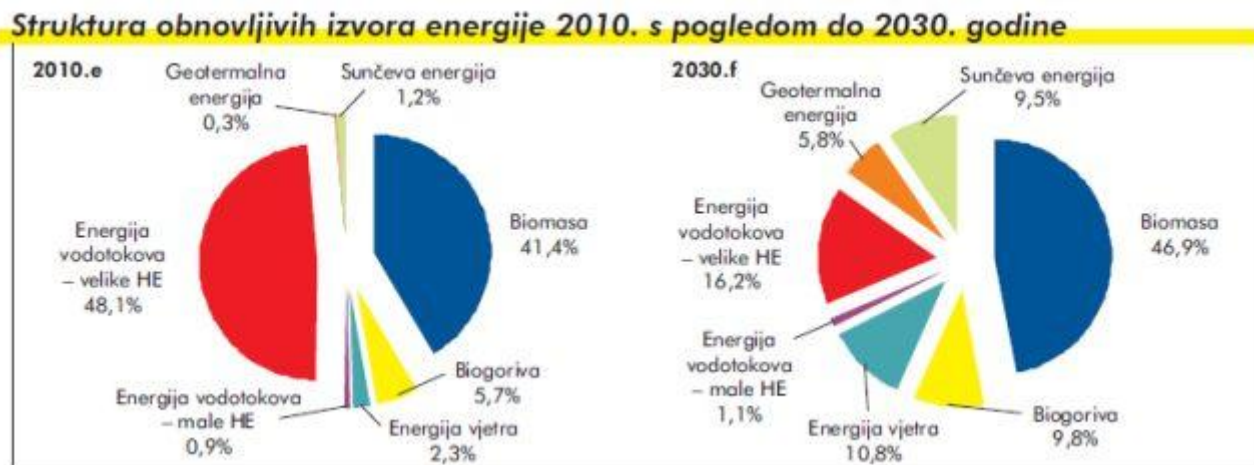
---

<sup>18</sup> <http://www.rp-global.com/>

<sup>19</sup> Energetska strategija RH, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_10\\_130\\_3192.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html), (18.09.2016.)

nema. S druge strane, novom direktivom EU se pak ograničava daljnje poticanje vjetroelektrana *feed-in-tarifom*, te se propisuje približavanje svih obnovljivih izvora energije tržišno konkurentnim modelima poslovanja.<sup>20</sup>

Slika 3. Struktura obnovljivih izvora energije do 2030. godine.



Izvor: <http://www.poslovnipuls.com/2011/10/27/hrvatska-energetika/>

<sup>20</sup> <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1729-vjetroelektrane-u-hrvatskoj-2014>

### 3. ENERGETSKA BILANCA REPUBLIKE HRVATSKE

Energetska bilanca podrazumijeva „statistiku posebnog tipa kojom se prate tokovi energije od njezine pojave u energetskej privredi promatranog područja do konačne predaje neposrednim potrošačima, odnosno pretvorbe u korisnu energiju u potrošačkim postrojenjima i aparatima. Svrha izrade energetske bilance je prikladan i pregledan prikaza iskorištavanja prirodnih oblika energije, energetske pretvorbe, iskorištavanje pretvorbenih oblika energije, uvoz i izvoz prirodnih i pretvorbenih oblika energije, energije za pogon energetskih postrojenja, gubici energije u transportu i distribucije, te iskorištavanje pojedinih oblika energije za opskrbu neposrednih potrošača (industrije, prometa i opće potrošnje). Cilj izrade energetske bilance je analiza strukture proizvodnje, pretvorbi i potrošnje energenata u nekom području na osnovu kojih se može planirati potrebni razvoj i eventualno restrukturiranje kapaciteta za proizvodnju, pretvorbe, transport i distribuciju energije.“<sup>21</sup>

#### 3.1. Energetska statistika

Metodološka osnova za prikupljanje podataka za sastavljanje godišnje statističke energetske bilance Republike Hrvatske i drugih država jest Metodologija UN-a i Europske unije.

Tablica 1. Statistička energetska bilanca RH 2014.

OPIS	Loživo ulje	Ostali rafinerijski proizvodi	Ukapljeni plin	Prirodni plin	Električna energija	Para, topla i vrela voda
	tis.t/'000 t			10m <sup>3</sup>	GWh	TJ
<b>Ukupna proizvodnja</b>	397	473	240	1747	13159	9553
<b>Rafinerije</b>	397	473	189			
<b>Degazolinaža</b>			51			
<b>Hidroelektrane</b>					9087	
<b>Termoelektrane</b>					2172	
<b>Javne toplane</b>					818	7560
<b>Industrijske toplane</b>					320	
<b>Javne kotlovnice</b>						1993
<b>Industrijske kotlovnice</b>						
<b>Vjetroelektrane</b>					727	
<b>Ostali izvori</b>					35	
<b>UVOZ</b>	29	343	44	1133	10898	
<b>IZVOZ</b>	309	126	132	434	6945	
<b>UKUPNA POTROŠNJA</b>	163	740	154	2444	17112	9553

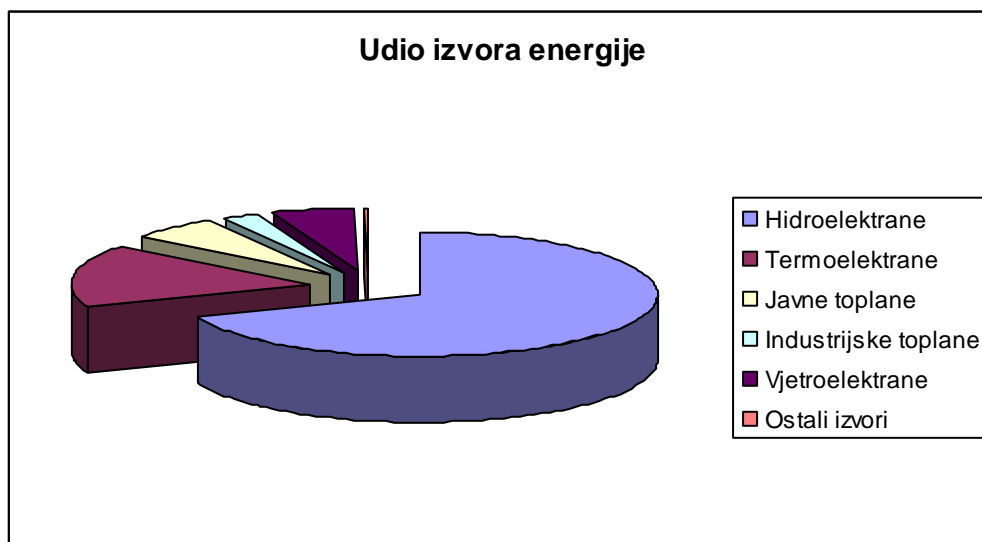
Izvor: [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)

<sup>21</sup> <http://marjan.fesb.hr/~rgoic/oe/p4.pdf>

U prethodnoj tablici prikazan je dio energetske bilance, odnosno energetske statistike za Republiku Hrvatsku prema posljednjem dostupnom izvješću Državnog zavoda za statistiku (DZS).<sup>22</sup> Prema statističkim rezultatima, ukupno proizvedena električna energija, kao najzastupljeniji oblik energije, iznosi 13159 GWh (gigavatsati). Najviše električne energije na području RH crpi se iz hidroelektrana. Slijede termoelektrane, javne toplane te vjetroelektrane sa 727 GWh proizvedene električne energije u 2014.-oj godini. U odnosu na prethodnu godinu, u 2014.-oj godini vjetroelektrane su proizvele 213 GWh više, dok je ukupno proizvedena električna energija manja za 501 GWh (2013.-e godine ukupno je proizvedeno 13660 GWh električne energije).

Zastupljenost energije vjetra u ukupnoj energetskej bilanci, promatrajući isključivo proizvodnju električne energije, iznosi tek 5,52%.

**Slika 4.** Udio izvora energije u ukupno proizvedenoj električnoj energiji 2014.



Izvor: [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)

Najveći udio izvora energije u dobivanju električne energije imaju hidroelektrane sa 69,06%, slijede termoelektrane sa 16,50%, javne toplane 6,22%, vjetroelektrane 5,52%, industrijske toplane 2,43% te ostali izvori sa 0,27%.

Iz statističkih podataka je vidljivo kako je zastupljenost i iskorištavanje energije vjetra u Hrvatskoj na vrlo niskoj razini te bi bilo poželjno povećati udio vjetroelektrana kao primarnog izvora električne energije.

<sup>22</sup> Državni zavod za statistiku, [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)

### 3.2. Struktura potrošnje električne energije u RH

Potrošnja energije u Hrvatskoj, „poput potrošnje energije u ostalim zemljama, ovisna je o globalnim i nacionalnim utjecajima. Osim izravnih i neizravnih šteta hrvatski proizvođači izgubili su tržišta republika bivše države uz istovremenu nemogućnost uključivanja u nove gospodarske tokove. To je uzrokovalo propasti, do tada tradicionalnih gospodarskih, prvenstveno proizvodnih grana i potpuno restrukturiranje gospodarstva uz postupnu dominaciju sektora usluga i trgovine. Takvi trendovi morali su se odraziti i na potrošnju energije.“<sup>23</sup>

U sektoru električne energije, „ukupna potrošnja električne energije hrvatskog elektroenergetskog sustava u 2014. godini iznosila je 16,9 TWh, što predstavlja pad od 2,6% u odnosu na 2013. godinu i nastavak petogodišnjeg trenda pada ukupne potrošnje električne energije u Republici Hrvatskoj. Elektrane na teritoriju Republike Hrvatske u 2014. godini proizvele su ukupno 12,2 TWh električne energije kojom je podmireno 72% domaćih potreba. Povoljna je okolnost da je u hidroelektranama proizvedeno 8,4 TWh električne energije, najviše u zadnjih 10 godina, što je približno 69% ukupno proizvedene električne energije na teritoriju Republike Hrvatske u 2014. godini. Ostatak domaćih potreba (28%) pokriven je uvozom, pri čemu je 3,0 TWh (15% ukupnih potreba) podmireno proizvodnjom električne energije u Nuklearnoj elektrani Krško.“<sup>24</sup>

Iz podataka iz tablice 1. vidljivo je kako je Republika Hrvatska imala veći uvoz električne energije od izvoza dok je ukupna potrošnja iznosila 17112 GWh. Prema energetske bilanci, najviša potrošnja zabilježena je upravo u električnoj energiji.

### 3.3. Doprinos vjetroenergije ukupnoj energetske bilanci

Kada se promatra ukupna energetska bilanca Republike Hrvatske, vidljivo je kako najveći udio u proizvodnji energije ima električna energija koja se u najvećoj mjeri proizvodi putem hidroelektrana. Podatak o većem uvozu električne energije od izvoza govori o povećanim

---

<sup>23</sup> Potrošnja energije u Hrvatskoj, <https://www.fkit.unizg.hr>

<sup>24</sup> [http://www.croenergo.eu/Stanje-hrvatske-energetike-u-2014-godini-Uvoz-elektricne-energije-13-plina-417;-godinu-obiljezio-daljnji-pad-potrosnje-\(skraceno-izvjesce-po-svim-sektorima\)-27466.aspx](http://www.croenergo.eu/Stanje-hrvatske-energetike-u-2014-godini-Uvoz-elektricne-energije-13-plina-417;-godinu-obiljezio-daljnji-pad-potrosnje-(skraceno-izvjesce-po-svim-sektorima)-27466.aspx)

potrebama za električnom energijom, odnosno o nemogućnosti dovoljne proizvodnje koja bi zadovoljila potrebe tržišta. Tržište je samo po sebi zahtjevno i sastoji se od niza korisnika koji imaju različite potrebe – kućanstva, industrija, transport, promet i sl.

Tako veliki rast potreba za električnom energijom zahtjeva uporabu obnovljivih izvora energije, odnosno prebacivanje sa standardnog iscrpljivanja, sada već iscrpljenih resursa, na nove, obnovljive izvore. Korištenjem obnovljivih izvora stvara se sigurnost opskrbe energijom, odnosno javlja se mogućnost njenog skladištenja.

Ipak, prelazak na obnovljive izvore energije zahtijeva i značajne investicije i ulaganja, međutim, i takvi iznosi su nemjerljivi u usporedbi s učincima koje stvaraju obnovljivi izvori energije i doprinosima koje imaju na cjelokupno gospodarstvo. Osim toga, Europska unija zahtjeva korištenje takve energetske politike koja će smanjiti potrošnju energije i povećati korištenje obnovljivih izvora.

Prema tome, doprinos vjetroenergije ukupnoj energetskej bilanci javlja se u obliku nekolicine pozitivnih učinaka i to:<sup>25</sup>

- doprinos povećanju proizvodnje energije;
- doprinos povećanju sigurnosti opskrbe;
- doprinos stabilizaciji klime;
- inovacije i ulaganja – gospodarski rast i razvoj;
- smanjenje nezaposlenosti – otvaranje novih radnih mjesta.

### **3.4. Potencijal vjetroenergije u Republici Hrvatskoj**

Energija sunca i vjetra su potencijali za koje je dakle teško odrediti konačni potencijal, za razliku od ostalih obnovljivih izvora energije.

Izračunati potencijal udjela vjetra u ukupnoj proizvodnji energije je „tehnički i ne uzima u obzir odredbe Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i gradnje koje zabranjuju

---

<sup>25</sup> Potočnik, V. (2002): Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Republici Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb

gradnju i planiranje svih novih vjetroelektrana (također i kamenoloma, skladišta, tvornica, itd.) na lokacijama na otocima i onim lokacijama koje se nalaze manje od 1000 metara od mora.<sup>26</sup>

Energija vjetra u praktičnom smislu je „neograničeni resurs kojim se mogu nadomjestiti ne samo aktualni manjkovi proizvodnje električne energije već i kompenzirati eventualno povećanje potrošnje električne energije u budućnosti. No, za prihvata i korištenje velikih količina električne energije proizvedene u vjetroelektranama potrebno je bez odlaganja:

- prihvatiti raspoloživa svjetska i europska rješenja;
- uključiti se u daljnji razvoj istih;
- eliminirati zakonske i ostale barijere koje sprječavaju veću primjenu energije vjetra za proizvodnju električne energije.<sup>27</sup>

Za gradnju vjetroagregata najpovoljnija su područja u kojima puše jak i konstantan vjetar. Trenutno, „ukupni potencijal proizvodnje električne energije iz vjetroenergije u Hrvatskoj sastoji se od kopnenog i morskog potencijala. Raspoloživi podaci o brzinama vjetra iz mreže meteoroloških stanica DHMZ-a nisu dovoljni za pouzdanije procjene potencijala vjetroenergije u Hrvatskoj, pa su za određeni broj potencijalnih vjetroelektrana obavljena specijalna mjerenja na visinama 30 metara od tla.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> <http://www.ieee.hr/download/repository/ZR09TBenkovic.pdf>

<sup>27</sup> [http://www.amcham.hr/files/151/Znacaj\\_OIE\\_na\\_emisije\\_CO2.pdf](http://www.amcham.hr/files/151/Znacaj_OIE_na_emisije_CO2.pdf)

<sup>28</sup> Potočnik, V. (2002): Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj

## **4. DOPRINOSI VJETROENERGIJE RAZLIČITIM PODRUČJIMA**

Energija vjetra potiče svijest ljudi o koristi obnovljivih izvora energije. Učinci i doprinosi korištenja energije vjetra postoje u svim granama gospodarstva i industrije. Mnogi svjetski ekonomski stručnjaci smatraju ulaganja u energiju vjetra pozitivnima i jednim od glavnih uvjeta izlaska iz krize i oporavka globalnog tržišta. Osim toga, najveći doprinos energija vjetra svakako ima za ekosustav, odnosno okoliš budući da vjetroelektrane ne proizvode štetne tvari i ne zagađuju okoliš.

### **4.1. Utjecaj energije vjetra na gospodarstvo Hrvatske**

Potražnja tržišta za obnovljivim izvorima energije može imati značajan utjecaj na cjelokupno gospodarstvo, odnosno na BDP. Iako je Hrvatsko tržište malo, njegove potrebe mogle bi se pokriti iz domaće proizvodnje vjetroenergenata. Međutim, „Hrvatska trenutno nema proizvođača vjetroagregata, te dok Končar ne isporuči svoje prve komercijalno i tehnološki konkurentne vjetroagregate privatnim firmama ili na neko strano tržište, doprinos BDP-u će se dešavati negdje drugdje. Dapače, Končar mora i dokazati da se uopće isplati biti veliki i značajan proizvođač vjetroagregata na malom tržištu kakvo je Hrvatska. No što se ostalih sektora tiče, proizvodnja komponenti je nešto u što bi se Hrvatska mogla upustiti vrlo brzo i sa praktički postojećom tehnologijom (npr. stupovi, generatori, transformatori u vjetroagregatima, SCADA sustavi, pa do šarafa, matica i drugih sitnih dijelova) – štoviše, prvi stupovi su već proizvedeni u trogirskom brodogradilištu za projekt VE Jelinak. A primjer iz Subotice sa proizvodnjom generatora je također put kojim bi se moglo krenuti. Naime, 2010.-e godine lokalna tvornica integrira se u kompaniju Siemens koja širi proizvodne pogone dotadašnje proizvodnje generatora i povećava broj zaposlenika. Većinu generatora koje proizvode izvoze pretežito na europsko ali i američko tržište. Što se servisnih usluga tiče, one se već dešavaju u Hrvatskoj i mogu se već danas gotovo 100% dešavati u domaćoj izvedbi. Dapače, kroz hrvatske tvrtke će se možda proširiti i na regiju. Uzmemo li u obzir da se razvoj projekata događa kroz tvrtke registrirane u Hrvatskoj, zaposlene lokalne stručnjake, te da su u većini trenutno izgrađenih vjetroelektrana suvlasnici i ljudi s prebivalištem u Hrvatskoj koji tu rade, pokreću projekte i plaćaju poreze, sasvim je jasno da se isplati ulagati i stvarati domaće tržište. Uključenjem u proizvodnju komponenti svaka vjetroelektrana bi mogla biti 75%



domaći proizvod, a dok se to ne desi, svaka može biti 60% domaći proizvod kroz svoj doprinos lokalnom BDP-u.<sup>29</sup>

## 4.2. Smanjenje stope nezaposlenosti

Proizvođači vjetroagregata, „osim direktnog doprinosa BDP-u kroz prodaju također indirektno doprinose i kroz naručivanje opreme i usluga od drugih pod-sektora. I iako su troškovi povezani sa zaposlenicima proizvođača niži nego u drugim pod-sektorima (posebno proizvodnje vjetroagregata i komponenti, kao i od sektora izgradnje), ipak s instalacijom vjetroelektrana raste i broj zaposlenih u pogonu i održavanju koji su trošak proizvođača (no oni su naravno i ti koji indirektno zapošljavaju).“<sup>30</sup>

Iako se mnogi često hvataju za argument kako je „vjetroelektrana kao radno niskointenzivnih projekata, na kojima se ostvaruje relativno malo zaposlenih u odnosu na proizvedenu dobit (monetarnu i energetska), treba imati na umu da su to istovremeno mahom izuzetno kvalitetni i dobro plaćeni poslovi koji onda mogu prehranjivati cijele obitelji, a ne samo pojedince. Također, informatizacijom se cijeli svijet kreće u smjeru manje količine rada za ukupno veću novo stvorenu vrijednost korištenjem modernih tehnologija – u takvu sliku svijeta energija vjetra se sasvim dobro uklapa.“<sup>31</sup>

## 4.3. Razvoj lokalne zajednice

Izgradnjom vjetroelektrana se, osim svega navedenog „pomaže i razvoj lokalne, ali i šire zajednice plaćanjem poreza i doprinosa. Konkretno, osim uobičajenih poreza na dobit, davanja na plaće radnika, i ostalih komunalnih i drugih davanja, vjetroelektrane u Hrvatskoj lokalnoj zajednici prema zakonu moraju isplaćivati 11/kWh proizvedene električne energije. U slučaju nekih zajednica taj iznos premašuje njihove godišnje budžete, a sve se više javljaju u slučajevi partnerstva sa zajednicama kojima se onda investitori za njihovu suradnju obvezuju

---

<sup>29</sup> Jerkić, E. (2012): Zeleni rast: utjecaj energije vjetra na zaposlenost i ekonomiju, <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1086-zeleni-rast-utjecaj-energije-vjetra-na-zaposlenost-i-ekonomiju-2> (08.09.2016.)

<sup>30</sup> Jerkić, E. (2012): Zeleni rast: utjecaj energije vjetra na zaposlenost i ekonomiju, <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1086-zeleni-rast-utjecaj-energije-vjetra-na-zaposlenost-i-ekonomiju-2>

<sup>31</sup> Ibid.

izdvajati i više od propisanih iznosa. Naravno, kontra argument bi mogao biti da istu ili čak i veću naknadu plaćaju termoelektrane, međutim treba imati na umu da vjetroelektrane pri tome ne zagađuju okoliš i ne utječu negativno na cijene nekretnina i zemljišta, a ukoliko su isprojektirane i planirane sukladno pravilima struke, ne utječu ni na koji način na kvalitetu života lokalne zajednice. Dapače, brendiraju tu zajednicu kao zelenu i obnovljivu, što je u današnje vrijeme izuzetno pozitivno.<sup>32</sup>

#### **4.4. Smanjenje negativnih utjecaja na okoliš**

Vjetroelektrane su „poželjan oblik obnovljivog izvora energije, one ne troše gorivo i ne zagađuju okoliš. Osim toga, pomažu u borbi protiv globalnog zatopljenja, budući da pri svom radu ne proizvode štetne stakleničke plinove. Instaliranjem vjetroelektrana umjesto termoelektrana na fosilna goriva, sprječava se emisija ugljikovog dioksida, a zemlje koje obiluju povoljnim vjetrovima i koje su se odlučile uložiti u izgradnju vjetroparkova uvelike su smanjile nacionalnu ovisnost o uvozu fosilnih goriva. Resursi se troše samo prilikom proizvodnje vjetroelektrane. Materijali poput čelika, betona i aluminijskih moraju se obraditi, a pri tom procesu koriste se fosilni izvori energije koji nepovoljno utječu na okoliš. Vjetroelektrane su sve popularnije među stanovnicima Europske Unije koji su svjesni činjenice da proizvodnja električne energije iz vjetra smanjuje potrošnju fosilnih goriva i pomaže u očuvanju okoliša.<sup>33</sup>

#### **4.5. Nedostatci vjetroelektrana**

Koliko će neka vjetroelektrana biti efikasna „ovisi ponajviše o meteorološkim karakteristikama područja na kojem se nalazi. Vjetroelektrane moraju biti povezane sa elektroenergetskim sustavom što mnogi navode kao jedan od nedostataka ovog obnovljivog izvora energije s obzirom da ne postoji efikasan način da se učinkovito akumulira veća količina energije za razdoblje bez vjetra. Troškovi održavanja znaju činiti značajnu stavku u cijeni dobivene energije vjetra, a osim navedenog mnogi navode tzv. nagrđivanje prirode kao

---

<sup>32</sup> Jerkić, E. (2012): Zeleni rast: utjecaj energije vjetra na zaposlenost i ekonomiju, <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1086-zeleni-rast-utjecaj-energije-vjetra-na-zaposlenost-i-ekonomiju-2>

<sup>33</sup> Prednosti i nedostatci vjetroelektrana, <http://zelenipartner.eu/art/prednosti-i-nedostaci-vjetroelektrana> (09.09.2016.)

jedan od negativnih osobina vjetroelektrana. Jedan od najvećeg problema nekada je bila buka koju stvaraju vjetroelektrane prilikom vrtnje propelera i pogonskog mehanizma generatora koji je smješten u gondoli. Danas buka, sa sve savršenijim tehnološkim rješenjima zvučne izolacije je smanjena kao problem.<sup>34</sup>

#### **4.6. Poticanje obnovljivih izvora energije**

Vrlo uspješan model poticanja obnovljivih izvora temelji se na „principu zajamčenih tarifa (eng. feed-in tariffs). Proizvođač električne energije iz obnovljivih izvora treba ishoditi status povlaštenog proizvođača, kako bi mogao primati poticajnu cijenu za svoju proizvodnju. Poticajna cijena financira se iz posebnih naknada za obnovljive izvore, koju svi kupci električne energije plaćaju na svojim mjesečnim računima. Organizaciju cjelokupnog sustava provodi Hrvatski operator tržišta energije (HROTE), koji je zadužen za prikupljanje i raspodjelu poticaja povlaštenim proizvođačima. HROTE ima obvezu otkupa sve električne energije iz postrojenja koja imaju status povlaštenog proizvođača (a samim time i pravo na poticajnu cijenu). S druge strane, povlašteni proizvođači imaju obvezu dostave godišnjih i mjesečnih planova proizvodnje HROTE-u. HROTE prikuplja podatke i dostavlja ih Ministarstvu rada i poduzetništva (MINGORP), gdje se oni koriste za utvrđivanje udjela obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji električne energije za tu godinu.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> Prednosti i nedostaci vjetroelektrana, <http://www.zelenipartner.eu/>, (10.09.2016.)

<sup>35</sup> Benković, T. (2009): Procjena potencijala energije vjetra u RH, Završni rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, str. 6.

## 5. ZAKLJUČAK

Prevelika potrošnja energenata u svijetu u posljednje vrijeme zahtjeva korištenje i prelazak na obnovljive izvore energije. Naime, tržišna potražnja uvelike nadmašuje ponudu, odnosno, prevelike količine energenata se crpe iz prirodnih resursa i time se narušava okoliš i ekosustav te je stoga nužna upotreba obnovljivih izvora energije.

Jedan od najpopularnijih obnovljivih izvora energije za dobivanje električne energije je energija vjetra. Izgradnjom sustava vjetroelektrana na lokaciji koja je pogodna za takav izvor energije, omogućava se napajanje električnom energijom i po nekoliko tisuća kućanstava. Osim toga, smanjuje se ovisnost o energiji dobivenoj isključivo iz hidroelektrana te se na taj način zadovoljava dio povećanih tržišnih potreba.

Energetska struktura bilance u Republici Hrvatskoj ukazuje na činjenicu da smo još uvijek veći uvoznici električne energije nego li što je izvozimo. Prirodni potencijal i položaj na moru omogućuju Hrvatskoj razvoj vjetroelektrana na takvoj razini koja će biti dovoljna da zadovolji domaće tržišne potrebe.

Iz upotrebe energije vjetra proizlaze i brojne prednosti među kojima su svakako najznačajnije smanjenje negativnog utjecaja na okoliš, povećana proizvodnja energije i smanjenje uvoza te utjecaj na gospodarstvo na raznim segmentima.

## LITERATURA

1. Benković, T. (2009): Procjena potencijala energije vjetra u RH, Završni rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
2. Energija vjetra, <http://www.vjetroelektrane.com/povijest?start=3>
3. Jerkić, E. (2012): Zeleni rast: utjecaj energije vjetra na zaposlenost i ekonomiju, <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1086-zeleni-rast-utjecaj-energije-vjetra-na-zaposlenost-i-ekonomiju-2>
4. Korištenje vjetra i energije vjetra kroz povijest, <http://vjetar.blogger.index.hr/post/koristenje-vjetra-i-energije-vjetra-kroz-povijest/2338871.aspx>
5. Potočnik, V. (2002): Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Republici Hrvatskoj, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb
6. Potrošnja energije u Hrvatskoj, <https://www.fkit.unizg.hr>
7. Prednosti i nedostaci vjetroelektrana, <http://zelenipartner.eu/art/prednosti-i-nedostaci-vjetroelektrana>
8. Samardžić, Ž. (2010): Realizacija projekta i iskustva iz dosadašnjeg rada VE Orlice, WPD ENERSYS d.o.o. Inženjering obnovljivih izvora energije, [www.ho-cired.hr](http://www.ho-cired.hr)
9. Utjecaj vjetroelektrana na pogon elektroenergetskog sustava, [www.hro-cigre.hr](http://www.hro-cigre.hr)
10. Vjetroelektrana Trtar-Krtolin, <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji>
11. Vjetroelektrane u regiji, [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com)
12. Vjetroelektrana Crno Brdo, [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com)
13. Vjetroelektrana Velika Popina, [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com)
14. Vjetroelektrana Bruška, [www.vjetroelektrane.com](http://www.vjetroelektrane.com)
15. <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji/234-vjetroelektrana-ravne-1-pag>
16. <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji>
17. <http://www.em.com.hr>

18. <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-u-regiji/1284-vjetroelektrana-pometeno-brdo>
19. <http://www.banka.hr/hrvatska/otvorena-vjetroelektrana-ponikve-kod-stona>
20. <http://www.rp-global.com/>
21. <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1729-vjetroelektrane-u-hrvatskoj-2014>
22. <http://marjan.fesb.hr/~rgoic/oe/p4.pdf>
23. [http://www.croenergo.eu/Stanje-hrvatske-energetike-u-2014-godini-Uvoz-elektricne-energije-13-plina-417;-godinu-obiljezio-daljnji-pad-potrosnje-\(skraceno-izvjesce-po-svim-sektorima\)-27466.aspx](http://www.croenergo.eu/Stanje-hrvatske-energetike-u-2014-godini-Uvoz-elektricne-energije-13-plina-417;-godinu-obiljezio-daljnji-pad-potrosnje-(skraceno-izvjesce-po-svim-sektorima)-27466.aspx)
24. [http://www.ieee.hr/\\_download/repository/ZR09TBenkovic.pdf](http://www.ieee.hr/_download/repository/ZR09TBenkovic.pdf)
25. [http://www.amcham.hr/files/151/Znacaj\\_OIE\\_na\\_emisije\\_CO2.pdf](http://www.amcham.hr/files/151/Znacaj_OIE_na_emisije_CO2.pdf)