

Andreja Stefanović

JP Direkcija za urbanizam – Kragujevac, Kragujevac

Dušan Gordić

Fakultet inženjerskih nauka, Univerziteta u Kragujevcu

UDC: 620.9 : 621.311.24 "2112"

Pregled globalnog stanja obnovljivih energija sunca, vetra i okeana u 2012. godini

REZIME

Poslednjih nekoliko decenija upotreba obnovljivih izvora energije postala je najznačajniji način rešavanja problema klimatskih promena i energetske krize. Ovaj rad daje pregled globalnog stanja tehnologija i instaliranih kapaciteta solarne energije, energije vetra i energije okeana, uz osvrt na određene dileme iz članka pod nazivom „10 Renewable Energy Myths“, objavljenom na web site-u <http://www.energybusinessdaily.com/>, 2009. godine. U radu je pokazano da je većina nedoumica vezana za ove obnovljive izvore energije već prevaziđena. Globalni energetska sektor je došao do perioda u kome se više ne postavlja pitanje korišćenja obnovljivih izvora energije, već samo načina na koje to može biti efikasnije, efektivnije, još jeftinije i tržišno konkurentnije.

Ključne reči: energija, sunce, vetar, okean, kapaciteti.

ABSTRACT

In recent decades the use of renewable energy sources has become a major way for solving the problem of climate change and the energy crisis. This paper provides an global state overview of the technology and installed capacity of solar, wind and ocean energy, with specific reference to the dilemma from the article entitled "Renewable Energy 10 Myths," published on the website <http://www.energybusinessdaily.com/>, in 2009. The paper has shown that most of the concerns related to these renewable energy sources are already outdated. Global energy sector has come to a period in which the question is no longer of use of renewable energy sources, but only the way in which it can be more efficient, effective, cheaper and more market competitive.

Keywords: energy, solar, wind, ocean, capacity.

1. UVOD

Od 70-ih godina prošlog veka, i energetske krize, do danas svet prolazi kroz proces preispitivanja osnova i principa energetskeg sektora. Ogroman skok cena, nesigurnost isporuke, suočavanje sa mogućnošću nestanka nalazišta neobnovljivih goriva, kao i promene klime usled emisije gasova sa efektom staklene bašte, uticali su na formiranje jednog novog načina shvatanja i tretiranja energetskeg problema. U celoj novoj održivoj koncepciji novi i obnovljivi izvori energije imaju centralno mesto.

Može se reći da poslednjih nekoliko decenija postoje dva suprostavljena energetska segmenta, koja će još dugo uporedo obezbeđivati energiju i zadovoljavati globalne energetske potrebe. To su segmenti koji se zasnivaju na konvencijalnim neobnovljivim i obnovljivim izvorima energije.

Ovaj dualitet, uz sve veći proboj obnovljive energije na tržište, bio je i ostao je tema mnogih analiza, rasprava, radova i članaka.

Jedan od takvih članaka je izašao 2. aprila 2009. godine na Web site-u <http://www.energybusinessdaily.com/>, pod nazivom „10 Renewable Energy Myths“ [1], i koji je kroz formu mitova postavio pitanja na neke nedoumice koje su tada, pre nešto više od tri godine, postojale, a ticale su se izvora obnovljive energije.

Ovaj rad je pokušaj da se pomoću najnovijih dostupnih podataka izvrši analiza tri „mita“ iz pomenutog rada: 1) Solarna energija je previše skupa da bi se koristila; 2) Energija vetra je nepouzdana; 3) Energiju okeana je nemoguće iskoristiti, i isprate promene koje su se u međuvremenu desile kao i trendovi razvoja ovih obnovljivih izvora energija koji su pomenuti u originalnom članku.

2. SOLARNA ENERGIJA

Sistemi za korišćenje energije sunca mogu biti pasivni i aktivni.

Kod pasivnih sistema ne postoji poseban sistem uređaja, već objekat radi kao kolektor sunčevog zračenja. Ovi sistemi koriste konvencionalne elemente objekata koji preuzimaju funkcije skupljanja, skladištenja i raspodele energije.

Neki od ovih elemenata su nadstrešnice, staklenici, vodeni zid, Trombeov zid.

Aktivni sistemi su:

1. Solarni kolektori, koji pretvaraju sunčevu energiju u toplotnu energiju, koja se najčešće koristi za grejanje sanitarne vode ili grejanje.

2. Fotonaponski sistemi, koji koriste fotonaponski efekat za generisanje električne energije, transformacijom sunčevog zračenja u električnu energiju jednosmerne struje u poluprovodnicima.

Fotonaponski sistemi se mogu podeliti na sisteme priključene i nepriključene na električnu mrežu.

Fotonaponski sistemi priključeni na lokalnu električnu mrežu mogu da generisanu električnu energiju isporučuju u mrežu.

Ovi sistemi mogu biti sistemi instalisani na stambenim, poslovnim i javnim objektima, sa jedne i veliki industrijski fotonaponski sistemi koji generišu ogromne količine električne energije na jednoj lokaciji.

Fotonaponski sistemi koji nisu priključeni na mrežu su najčešće opremljeni baterijama za skladištenje energije i inverterima za dobijanje naizmjenične struje potrebne za korišćenje uređaja. Ovi sistemi se koriste u oblastima koje su udaljene od postojećih mreža, i mogu biti industrijski ili sistemi za elektrifikaciju udaljenih, najčešće ruralnih naseljenih oblasti.

Fotonaponske ćelije se sve više koriste i u svakodnevnim električnim napravama i servisima koji se oslanjaju na individualne fotonaponske sisteme.

Tehnologije proizvodnje fotonaponskih panela svrstane su u tri generacije. [2] Tehnologija prve generacije zasniva se na kristalima silikona, tehnologija druge generacije na tankim filmovima, dok tehnologija treće generacije obuhvata ćelije visoke koncentracije, ogranske solarne ćelije i ostale tehnologije koje još nisu dovoljno komercijalizovane.

3. Sistemi koncentrisane solarne energije ("Concentrated solar power" - CSP), koji koriste ogledala koja reflektuju i koncentrišu svetlost sunca ka prijemnicima koji sakupljaju solarnu energiju i prevode je u toplotu. Ova toplotna energija se onda koristi za proizvodnju električne energije.

Tri vrste sistema koncentrisane solarne energije su: [3]

- sistemi paraboličnih kolektora, koji koriste ogledala koja reflektuju i fokusiraju svetlost sunca u prijemnik linijske cevi. Prijemnik sadrži fluid kojeg zagreva svetlost sunca i koristi se da stvori superzagrejanu paru koja pokreće generator električne energije

- sistemi reflektujućih sudova, koji koriste parabolične sudove ogledala koji usmeruju i koncentrišu sunčevu svetlost ka centralnom generatoru električne energije.

- sistemi tornjeva snage koriste mnogobrojna ogledala koja reflektuju sunčeve zrake do primaoca koje je smešten na vrhu tornja koji je lociran u centru. Zagrejani fluid u primaocu se koristi za generisanje pare, koja se koristi u konvencionalnoj turbini za proizvodnju električne energije.

Instrumenti za podršku proizvodnji električne energije iz solarne energije su feed-in tarifa, feed-in premija, zeleni sertifikati, tenderi, subvencije i druge fiskalne mere podrške. [4]

Danas je o ekonomskoj strani primene solarne energije gotovo nemoguće govoriti bez spominjanja feed-in tarife, gde je „dobro primenjena feed-in tarifa uopšteno najefikasnija i najefektivnija podsticajna šema za promociju električne struje dobijene iz obnovljivih izvora energije“. [4]

Feed-in tarifa je mehanizam dizajniran tako da ubrzava investiranje u tehnologije koje koriste obnovljive izvore energije, tako što nude dugoročne ugovore proizvođačima električne energije iz obnovljivih izvora, obično zasnovano na ceni proizvodnje za svaku od tehnologija.

Cilj ovih tarifa je da se ponudi proizvođačima električne energije iz obnovljivih izvora kompenzacija zasnovana na ceni koštanja, omogućujući garantovan pristup mreži, sigurnost prodajne cene i dugoročne ugovore kojim se pomažu ulaganja u obnovljivu energiju. Ovo omogućuje da se razvijaju različite tehnologije tako što se omogućuje razuman period povratka investicije.

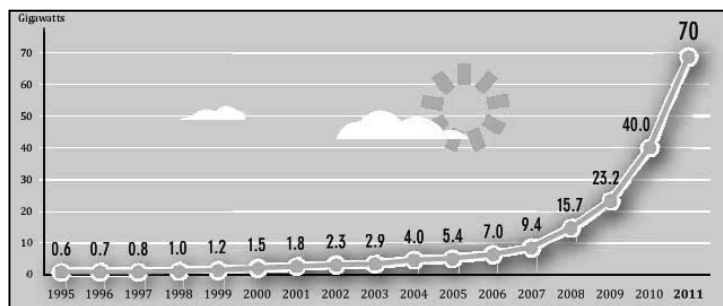
Skoro 30 GW novih solarnih fotonaponskih kapaciteta je postalo operativno u 2011. godini i tako je ukupni kapacitet ovih sistema dosegao skoro 70 GW (*Slika 2.1*). Sa ukupno 51 GW do kraja 2011. godine u EU se nalazi skoro tri četvrtine instalisanog svetskog kapaciteta. Po prvi put solarni fotonaponski sistemi proizvode najviše električne energije u odnosu na sve ostale dodatne kapacitete tehnologija za proizvodnju električne energije, i to 47% novih kapaciteta proizvodnje električne struje u EU u 2011. godini. [5]

U 2011. godini više od 450 MW sistema koncentrisane solarne energije je instalirano što je povećalo ukupni globalni kapacitet za 35% i sada iznosi oko 1760 MW (*Slika 2.2*).

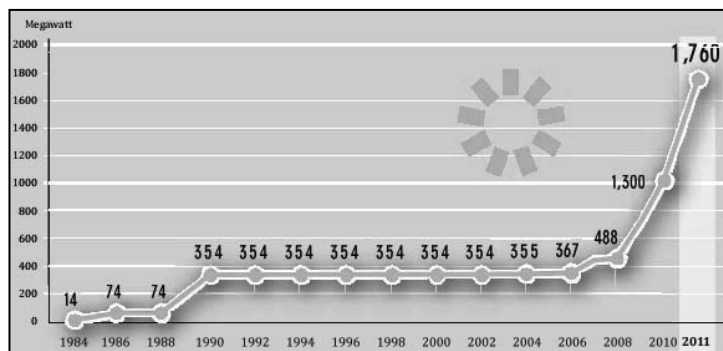
U isto vreme dramatična smanjenja cena fotonaponskih modula predstavljaju veliki izazov sistemima koncentrisane solarne energije, tako da dolazi i do redizajniranja projekata i zamene sistema koncentrisane solarne energije fotonaponskim tehnologijama. [6]

Globalni instalisani kapacitet za solarno grejanje sanitarne vode, i grejanje i hlađenje prostora povećao se za 27% u 2011. godini i sada iznosi oko 232 GW_{th}. [5]

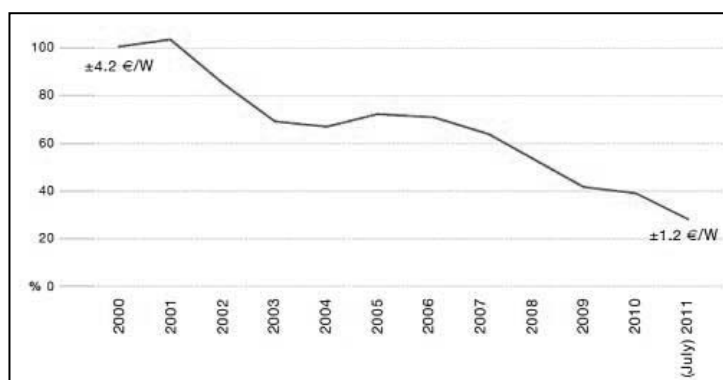
Cena fotonaponskih sistema je u padu već decenijama i sada se približava konkurentnoj ceni. U proteklih 20 godina cena fotonaponskih modula je opadala



Slika 2.1. - Ukupni svetski kapacitet fotonaponskih sistema 1995–2011 [5]



Slika 2.2. - Ukupni svetski kapacitet sistema koncentrisane solarne energije 1984-2011 [5]



Slika 2.3. - Evolucija prosečne cene fotonaponskog modula u Evropi [7]

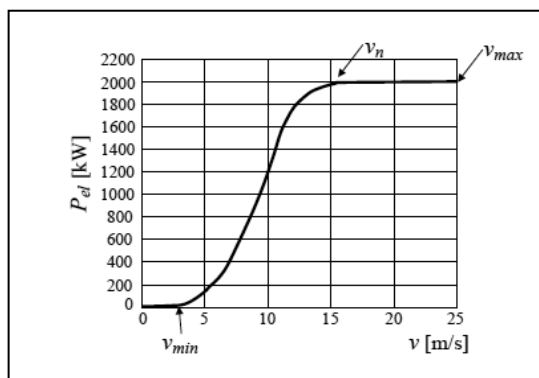
za 20% svaki put kada bi se broj prodatih modula udvostručio. U julu 2011. godine prosečna cena fotonaponskog modula u Evropi bila je 1.2 €/W, što je za 70% niže nego pre 10 godina (Slika 2.3).

Očekuje se da dalji pad cena fotonaponskih sistema uz istovremeni porast cene električne energije dovede do pune konkurentnosti sa cenom električne struje iz mreže do 2020. godine, na tržištima zemalja sa razvijenim tržištima i efikasnim šemama podrške. [7]

3. ENERGIJA VETRA

Vetar je čist i održiv izvor energije, koji ne stvara emisiju gasova koji izazivaju efekat staklene bašte i ne može nestati, pošto se stalno iznova stvara usled energije od sunca.

Aeroturbina pretvara kinetičku energiju kretanja vazduha u energiju rotacije vratila turbine, koja se zatim pretvara u električnu energiju.



Slika 3.1. - Karakteristika aeroturbine [9]

Pošto se brzina vetra menja u velikom broju vremenskih opsega – od sekundi do sati, dana i meseci, količina električne energije koja se generiše iz vetra stalno varira. Ponekad aeroturbina uopšte ne proizvodi električnu energiju.

Većina aeroturbina počinje da generiše električnu energiju na brzinama vetra oko 3-4 m/s, maksimalnu energiju generišu na brzini od oko 15 m/s i prestaju sa radom da bi se sprečila šteta na 25 m/s ili više. [8] Karakteristika aeroturbine prikazana je na Slici 3.1.

Faktor kapaciteta je odnos stvarno proizvedene energije u određenom periodu i hipotetičke maksimalne moguće energije, tj kada bi vetrogenerator radio sve vreme na nazivnoj snazi.

Energija vetra ima niži faktor kapaciteta od mnogih drugih tehnologija, i tipični faktor kapaciteta turbina na vetar iznosi 20-40%. [10]

Kada se govori o pouzdanosti aeroturbina treba imati na umu da se one najčešće grade kao farme aeroturbina, a ne kao pojedinačne aeroturbine.

Promenljivost vetra opada što je veći broj aeroturbina i vetroelektrana raspoređeno u oblasti. Veće oblasti pokrivene vetrogeneratorima takođe smanjuju broj časova nulte produkcije.

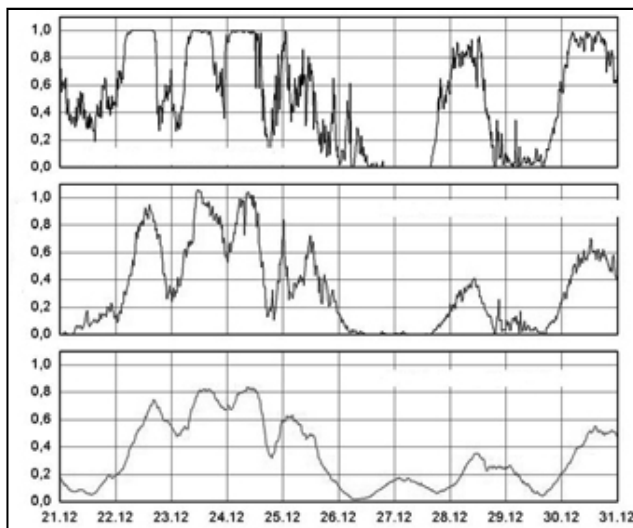
Veliki broj turbina smanjuje uticaj prekida rada bilo zbog prestanka vetra ili održavanja.

Zbog prostorne varijacije vetra od turbine do turbine u vetroelektrani i u još većem stepenu od vetroelektrane do vetroelektrane, trenutni nestanak energije u sistemu usled nestanka vetra nije realan i ostvarljiv događaj.

Veličina područja i način na koji su vetroelektrane raspoređene je presudan, kao i predeo u kome su raspoređene. U priobalnom području energija vetra je više koherentna i time se povećava pouzdanost u poređenju sa sličnom energijom vetra na kopnu.

Pošto produkcija električne energije iz energije vetra može da varira u dužim vremenskim periodima, prognoza produkcije postaje veoma značajna.

Vremenske serije normalizovane izlazne snage jedne, grupe i svih aeroturbina u Nemačkoj u periodu 21-31.12.2004. godine prikazane su na Slici 3.2.



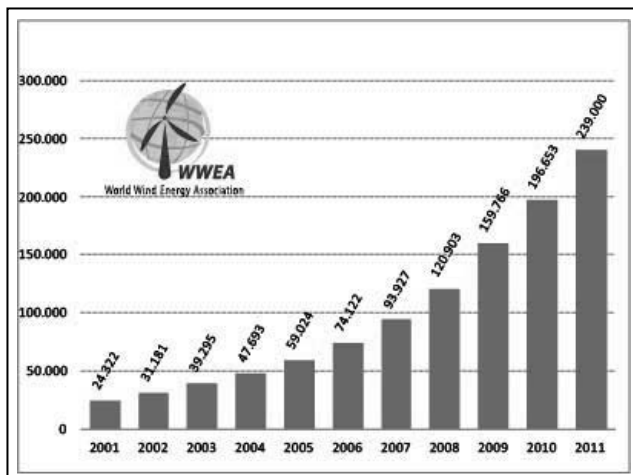
Slika 3.2. - Primer vremenskih serija normalizovane izlazne snage jedne, grupe i svih aeroturbina u Nemačkoj za period 21-31.12.2004. [11]

Ispitivanja o promenama energije vetra u Nemačkoj, Danskoj i Finskoj pokazuju da 90% vremena oscilacije energije generisane iz rasutih vetrogeneratora, u okviru jednog sata su manje od 5% instalisanog kapaciteta vetra. [12]

Operativni podaci iz postrojenja na vetar u Danskoj i Nemačkoj pokazali su da maksimum oscilacija snage unutar jednog sata nikada nije prelazilo 20% instalisanog kapaciteta. [12]

Treba napomenuti i da padovi u generisanoj struji iz energije vetra nisu trenutni, kakvi znaju da budu kvarovi konvencionalnih elektrogeneratora. Zbog geografskog diverziteta povezanog sa velikim brojem aeroturbina, potrebno je više od sata da brze promene vetra zaustave velike količine generacije aeroturbina.

Što se tiče rezervi u sistemu, one već postoje da bi nadoknadile neočekivane promene u potražnji i generisanju električne energije, pa u mnogim regionima velike količine energije dobijene iz vetra mogu biti dodate u mrežu bez povećanja totalne količine rezervi koje su potrebne.



Slika 3.3. - Ukupni instalisani kapacitet aeroturbina u svetu [14]

Neka od ispitivanja procenjuju da dodatne rezerve potrebne za sistem generacije energije iz vetra, predstavljaju samo nekoliko procenta instalisanog kapaciteta. One se povećavaju sa količinom vetra i dostižu do 20% kapaciteta vetra kada je 30 GW povezano na sistem. [13]

U toku 2011. godine instalirano je rekordnih 42 GW kapaciteta novih aeroturbina, što je porast za 20% u odnosu na prethodnu godinu, i u 2011. godini ukupni instalirani kapacitet dostigao je 239 GW (Slika 3.3).

Kada se koristi zajedno sa ostalim tradicionalnim izvorima energije, energija vetra je efektivni način da se dobije pouzdana, čista i dostupna energija.

Vetar smanjuje emisiju ugljenika i ostalih gasova i unosi širi stepen diverziteta u mrežu, koja tako manje trpi od velikog uticaja obezbeđivanja potrebnih resursa za proizvodnju struje.

U instalisanim svetskim kapacitetima iz obnovljivih izvora energije (u kojima nije sadržana hidroenergija) energija vetra ima više oko 60% [15] i time predstavlja najkorišćeniji resurs obnovljive energije.

Male aeroturbine definišu se kao aeroturbine sa kapacitetom manjim 100 kW [16], iako definicija nije univerzalna i podložna je promeni.

Do kraja 2010. godine ukupni sistemi malih aeroturbina su generisali preko 382 GWh u godišnjoj proizvodnji energije u svetu, i to je predstavljalo rast za 26% u odnosu na 2009. godinu. [17]

4. ENERGIJA OKEANA

Resursi energije okeana su sadržani u:

- Talasima okeana,
- Plimi i oseci (podizanje i spuštanje),
- Plimskim strujama,
- Okeanskim strujama,
- Termalnoj energiji okeana,
- Salinitetu. [18]

Procenjeni globalni resursi energije okeana prikazani su u tabeli 4.1.

Talasi nastaju usled duvanja vetrova preko površine okeana.

Snaga talasa koristi kinetičku i potencijalnu energiju talasa okeana da bi se generisala električna energija. Zbog različite prirode resursa talasa verovatno neće postojati jedan koncept uređaja koji se koristi, već nekoliko različitih tipova uređaja koji iskorišćuju različite resurse talasa okeana.

Prema [18], tipovi uređaja koji mogu da se koriste su:

- Atenuatori, koji su generalno duge plutajuće strukture postavljene paralelno sa smerom talasa, koji apsorbuju talase. Njihovo kretanje se može koristiti za proizvodnju električne energije.
- "Overtopping" uređaji. Ovi sistemi se sastoje od rampe preko koje se talasi prelivaju u podignute rezervoare za skladištenje.
- Oscilujući vodeni stub, gde se stub vode pomera gore i dole sa kretanjem talasa, i ponaša se kao klip

Tabela 4.1. - *Procenjeni globalni resursi energije okeana [19]*

Oblik energije okeana	Procenjeni globalni resursi (TWH/god)
Plima i oseka	300
Talasi	80 000
Plimske struje	800
Termalna energija	10 000
Salinitet	2 000

koji sabija i širi vazduh. Ovaj vazduh se zatim koristi u vazdušnoj turbini.

- Tačkasti apsorber, koji je plutajuća struktura koja apsorbira energiju iz svih pravaca kretanja talasa zahvaljujući svojoj maloj veličini u poređenju sa talasnom dužinom.

- Oscilujući konverter talasa, koji koristi energiju iz kretanja talasa. Ovi uređaji su najčešće montirani na morsko dno u blizini obale.

Iskorišćenje energija plime i oseke može biti zasnovano na potencijalnoj energiji razlike visine vode plime i oseke.

Plimske brane rade na principu zahvatanja vode u branu kad je plima, i ispuštanju vode kroz hidro turbine kada je oseka.

Smatra se da je razlika u visini od najmanje 4.5 m potrebna za isplativo funkcionisanje. [20]

Snaga plimskih struja koristi kinetičku energiju kretanja vode plime i oseke. Nekoliko različitih koncepata tehnologija pretvaračkih uređaja su razvijeni poslednjih godina. Glavna razlika je metod obezbeđivanja turbine u poziciji, broj lopatica i kako su kontrolisane. Ovi uređaji su generalno modularni i koriste se u nizu pri komercijalnoj upotrebi da bi se dobila kombinovana izlazna energija.

Tipovi uređaja za korišćenje plimske struje su:

- Turbine sa horizontalnom osom. Ovi uređaji imaju horizontalno postavljene dve ili tri lopatice koje formiraju radno kolo. Kinetička energija plimske struje pomera lopatice i radno kolo koje se okreće i proizvodi električnu energiju.

- Turbine sa vertikalnom osom. Ovi uređaji imaju obično dve ili tri lopatice postavljene na verikalnom vratilu koje formiraju radno kolo. Kretanje vode uzrokuje podizanje lopatica i okretanje radnog kola koje proizvodi električnu energiju.

- Oscilujući zakretni hidromotor. Ovaj uređaj funkcioniše kao krilo aviona ali u vodi. Kontrolni sistemi menjaju ugao uređaja prema struji vode i tako stvaraju sile usled kojih uređaj osciluje. [18]

Okeanske struje su stalni tokovi vode u okeanima. Ove struje se uvek kreću u istom smeru i pokreću ih vetar, temperatura vode, salinitet vode, gustina i ostalo. Tehnologije energije okeanskih struje su razvijene da koriste kinetičku energiju koju nosi stalni tok vode. Okeanske struje su veće i stalnije od plimskih, ali se

relativno sporo kreću (1 m/s) [21] i zato zahtevaju različitu tehnologiju u odnosu na plimske struje.

Primarni koncept uređaja je zvanovano na vodenim turbinama, poredanim u nizu.

Konverzija termalne energije okeana je tehnologija koja koristi termalnu energiju iz dubine okeana. Ova tehnologija zahteva temperaturnu razliku od najmanje 20 °C [1] između tople površine vode i hladne vode u dubini, i zato ju je moguće koristiti u samo određenim područjima sveta. Ključne koristi ove tehnologije su proizvodnja električne energije, desalinizacija vode, obezbeđivanje grejanja i hlađenja.

Snaga gradijenta saliniteta je zasnovana na razlici u koncentraciji soli između sveže i slane vode. Ovo može biti iskorišćeno na mestima gde se reke ulivaju u okeane i gde se sveža voda meša sa slanom. Postoje dve tehnologije razvijene za pretvaranje ove energije u električnu: razlika pritiska osmoze i obrnuta elektro-dijaliza.

Instaliran kapacitet snage okeana u svetu je oko 526 MW, dok je u procesu instalisanja još 18 MW. Od ovog kapaciteta više od 95% je energija plime i oseke koja je do kraja 2010. godine jedina dosegla nivo komercijalne upotrebe. [22]

Relativna nezrelost tehnologija energije okeana je dovela do toga da različiti uređaji vode trku da dostignu spremnost za komercijalnu upotrebu.

Uz prednosti energije okeana kao što su konstantna snaga, odsustvo zagađenja, korišćenje obnovljivih izvora energije, efikasnost i zaštite obala postoje i nedostaci koji su prepoznati kao kvarovi postrojenja usled specifičnih uslova rada, loši uticaji na morski život, visoki inicijalni troškovi, smanjena upotreba mora i buka, i uz ograničenost komercijalne upotrebe ovih postrojenja i procene da je primena energije okeana 15-25 godina [23] iza energije vetra, potpuni razvoj i komercijalna implementacija ovog sektora je još uvek neizvesna.

5. ZAKLJUČAK

Nedoumice koje su možda postojale u vreme nastajanja članka [1], a tiču se obnovljive energije sunca i vetra, možemo konstatovati da realno više ne postoje. Naime, podaci pokazuju da je u 2011. godini ukupni kapacitet solarnih fotonaponskih sistema dosegao skoro 70 GW [5], dok je ukupni instalisani kapacitet energije vetra dostigao 239 GW [14] i predstavlja najkorišćeniji resurs obnovljive energije.

Ipak, obnovljiva energija okeana je vrlo malo iskorišćena, sa 526 MW [22] instalisane snage okeana u svetu, uz gotovo jedino korišćenje energije plime i oseke. Iako tehnologije još nisu tržišno uobličene, postoje konstruktivna rešenja koja obećavaju komercijalnu upotrebu obnovljive energije okeana.

Zaključak je da je način, na koji su koncipirana ova tri "mita", u članku "10 Renewable Energy Myths" [1], na sajtu <http://www.energybusinessdaily.com/>, danas, nakon samo tri godine, relativno zastareo i da je većina nedoumica vezanih za ove obnovljive izvore energije

već prevaziđena. To je zato što je globalni energetska sektor došao do perioda u kome se više ne postavlja pitanje korišćenja obnovljivih izvora energije, već samo načina na koje to može biti efikasnije, efektivnije, još jeftinije i tržišno konkurentnije. Poziciju obnovljivih izvora energije kao sastavnog dela globalnog energetske sektora potvrđuje predikcija da će se do 2035. godine obnovljivi izvori energije približiti uglju kao primarnom globalnom izvoru električne energije. [24]

REFERENCE

- [1] "10 Renewable Energy Myths", Dostupno na <<http://energybusinessreports.com/freepdf/10RenewableMyths.pdf>>. [pristupljeno 27.08.2012.].
- [2] Photovoltaic technologies: The sun is rising, Dostupno na <http://www.huawei.com/ilink/de/about-huawei/publications/communicate/HW_110961?dInID=53737&dInDocName=HW_110978&relatedID=53731&relatedName=HW_110977>. [pristupljeno 27.07.2012.].
- [3] Renewable Energy Source: Solar, Dostupno na <http://fwec.org/energyforkeeps-pdfs/eforkeeps_ch3_solar.pdf>. [pristupljeno 27.07.2012.].
- [4] The support of electricity from renewable energy sources, Directive Of The European Parliament And Of The Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, Brussels, 23.1.2008.
- [5] REN21. 2012. Renewables 2012, Global Status Report, (Paris: REN21 Secretariat).
- [6] REN21. 2011. Renewables 2011, Global Status Report, (Paris: REN21 Secretariat).
- [7] Solar Photovoltaics Competing in the Energy Sector—On the road to competitiveness, European Photovoltaic Industry Association, September 2011.
- [8] Wind Turbine Technology, BWEA Briefing Sheet, sep 2005
- [9] 10. Vetrogeneratori, Dostupno na <<http://www.tfb.edu.mk/files/rezultati/4a31809e4415f.pdf>>. [pristupljeno 26.07.2012.].
- [10] Wind power: Capacity factor, Intermittency, and what happens when the wind doesn't blow?, Renewable Energy Research Laboratory, University of Massachusetts at Amherst, Dostupno na <http://www.umass.edu/windenergy/publications/published/communityWindFactSheets/RERL_Fact_Sheet_2a_Capacity_Factor.pdf>. [pristupljeno 26.07.2012.].
- [11] Design and operation of power systems with large amounts of wind power, Final report, IEA WIND Task 25, Phase one 2006-2008
- [12] Wind Power and Intermittency: The Facts, The British Wind energy association, BWEA Briefing Sheet, sep 2005.
- [13] Wind Power and Variability, Fact Sheet 02, Renewable UK, June 2010.
- [14] World Market recovers and sets a new record: 42 GW of new capacity in 2011, total at 239 GW, Dostupno na <http://www.wwindea.org/home/index.php?option=com_content&task=view&id=345&Itemid=43>. [pristupljeno 26.07.2012.].
- [15] REN21. 2012. Renewables 2012, Global Status Report, (Paris: REN21 Secretariat).
- [16] 2011 U.S. Small Wind Turbine Market Report, American Wind Energy Association, 2011.
- [17] 2012 Small Wind World Report, Summary, WWEA, 2012.
- [18] Huckerby, J., Jeffrey, H., Jay, B., An international vision for Ocean Energy, Ocean Energy Systems, October 2011
- [19] Ocean Energy Technology Overview, Prepared for the U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Federal Energy Management Program, Federal Energy Management Program, July 2009
- [20] Renewable Energy - What can we do?, Dostupno na <<http://www.ipe.cuhk.edu.hk/Intranet/kdd/presentation%20files/Renewable%20Energy%20-%20What%20can%20we%20do.pdf>>. [pristupljeno 26.07.2012.].
- [21] Huckerby, J., An International Vision for Ocean Energy, An IEA OPEN Energy Technology Bulletin, Article Issue No. 81, December 2011
- [22] Implementing Agreement on Ocean Energy Systems, Annual report 2011, The Executive Committee of Ocean Energy Systems, 2011
- [23] REN21. 2011. Renewables 2011 Global Status Report (Paris: REN21 Secretariat).
- [24] World Energy Outlook 2012, Executive Summary, OECD/IEA, 2012