

Uloga obnovljivih izvora energije u procesu tranzicije ka održivom gospodarstvu RH

Kuzmić, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:197613>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet ekonomije i turizma
„Dr. Mijo Mirković“

KRISTINA KUZMIĆ

**ULOGA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U PROCESU TRANZICIJE
KA ODRŽIVOM GOSPODARSTVU HRVATSKE**

Diplomski rad

Pula, 2016.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet ekonomije i turizma
„Dr. Mijo Mirković“

KRISTINA KUZMIĆ

**ULOGA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U PROCESU TRANZICIJE
KA ODRŽIVOM GOSPODARSTVU HRVATKE**

Diplomski rad

JMBAG:	621-ED, izvanredni student
Studijski smjer:	Ekonomija
Predmet:	Ekonomika okoliša
Znanstveno područje:	Društvene znanosti
Znanstveno polje:	Ekonomija
Znanstvena grana:	Opća ekonomija
Mentorica:	doc.dr.sc. Kristina Afrić Rakitovac

Pula, listopad 2016.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Kristina Kuzmić, kandidat za magistra ekonomije ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

U Puli, 20.10.2016. godine.

IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Kristina Kuzmić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „Utjecaj obnovljivih izvora energije na održivi razvoj u Republici Hrvatskoj“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 20.10.2016.

Potpis

Sadržaj:

1. UVOD	1
2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE	3
2.1. Energija Sunca	6
2.2. Energija vjetra	9
2.3. Energija biomase	11
2.3.1. <i>Biogoriva</i>	13
2.3.2. <i>Bioplin</i>	15
2.3.3. <i>Drvena biomasa</i>	16
2.4. Geotermalna energija	17
2.5. Energija vode – hidroenergija	21
2.5.1. <i>Energija valova</i>	22
2.5.2. <i>Energija plime i oseke</i>	23
2.6. Vodik	24
3. UTJECAJ UVOĐENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA ODRŽIVI RAZVOJ U REPUBLICI HRVATSKOJ	26
3.1. Prednosti korištenja obnovljivih izvora energije	26
3.2. Nedostaci korištenja obnovljivih izvora energije	30
3.3. Stanje u zemljama Europske unije	33
3.4. Stanje u Republici Hrvatskoj	35
3.4.1. <i>Energetski potencijal biomase</i>	38
3.4.2. <i>Energetski potencijal geotermalne energije</i>	40
3.4.3. <i>Energetski potencijal hidroenergije</i>	41
3.4.4. <i>Energetski potencijal sunca i vjetra</i>	43
3.5. Obnovljivi izvori energije u funkciji održivog razvoja	48
4. ENERGETSKA POLITIKA U REPUBLICI HRVATSKOJ	51
4.1. Strategija energetskog razvoja	53
4.2. Poticanje energetske učinkovitosti	56
5. OTOK KRK KAO PRIMJER DOBRE PRAKSE ENERGETSKI UČINKOVITOG KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	61
5.1. Obilježja otoka Krka	61
5.2. Energetska zadruga Otok Krk	63
5.3. Intervju s ekološkim aktivistom Vjeranom Piršićem	66
6. ZAKLJUČAK	71

LITERATURA	74
POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA	78
SAŽETAK	79
SUMMARY	80

1. UVOD

Povećanje emisija stakleničkih plinova pokazuje veliku prijetnju klimatskim promjenama, s potencijalno katastrofalnim posljedicama za ljude. Korištenje tehnologija za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije, zajedno s poboljšanjem energijske efikasnosti u neposrednoj upotrebi može doprinijeti smanjenju potrošnje primarne energije, ublažavanju emisija stakleničkih plinova, i tako spriječiti opasne klimatske promjene.

Energetska politika suvremenih razvijenih zemalja kao bitnu odrednicu ima programe energetske učinkovitosti te supstituciju energetskih izvora baziranih na fosilnim gorivima obnovljivim izvorima energije. Europska unija ima za cilj ostvariti proizvodnju 20% primarne energije do 2020. godine što podrazumijeva značajna ulaganja u nove obnovljive izvore energije i transportne sustave kojima se energija prenosi do krajnjih korisnika.

Međutim, kako u Republici Hrvatskoj tako i u svijetu, implementacija obnovljivih izvora velike snage nailazi na tehnološke probleme te probleme osiguravanja dovoljne razine investicija u nadogradnju već postojećih transportnih mreža i proizvodnih sustava. Evidentno je da obnovljivi izvori energije koštaju, i da društvo mora biti spremno podnijeti trošak njihovog uvođenja u relativnom kratkom roku, kako bi se na vrijeme pripremilo za razdoblje u kojem će izvori fosilnih goriva, naročito nafte, presušiti. Slijedom navedenog države moraju biti spremne na neminovan porast cijene energije u relativno kratkom roku.

Hrvatska je relativno bogata obnovljivim izvorima, jer njihov potencijal iznosi preko 60% potrošnje primarne energije. Njihovim aktiviranjem moguće je znatno povećati zaposlenost i gospodarski razvoj zemlje, te dati doprinos energetske neovisnosti. Tom cilju pojedina vrsta obnovljivih izvora ne daje isti doprinos, što ovisi o raspoloživom prirodnom kapacitetu, razvoju domaće tehnologije i karakteristikama pojedinog obnovljivog izvora.

Cilj ovoga rada je istražiti i utvrditi utjecaj obnovljivih izvora energije na održivi razvoj u Republici Hrvatskoj te njihovu ulogu u procesu tranzicije ka održivom gospodarstvu kao i osigurati informacije o mogućem poboljšanju pojedinih čimbenika proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

Rad je podijeljen u pet međusobno povezanih tematskih cjelina. Nakon uvoda, u drugom dijelu ovoga rada opisuju se i pojašnjavaju pojmovi obnovljivih izvora energije odnosno alternativnih oblika energije pri čemu se posebno razmatraju „novi“ ili „održivi“ obnovljivi izvori energije – Energija Sunca, vjetra, biomase, geotermalna energija te hidroenergija.

U trećem poglavlju ovoga rada posebno se ističu prednosti i nedostaci korištenja obnovljivih izvora energije u proizvodnji električne energije, te analizira stanje udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije zemalja Europske Unije i Hrvatske. Također se elaborira energetska potencijal obnovljivih izvora energije u RH te prezentiraju rezultati istraživanja. Na kraju trećeg poglavlja, obnovljivi izvori energije sagledavaju se u kontekstu postizanja održivog razvoja iz ekonomske, društvene i ekološke perspektive.

Četvrto poglavlje ovoga rada odnosi se na energetska politiku Republike Hrvatske i usvajanje Strategije energetskog razvoja kroz poticanja energetske učinkovitosti raznim projektima i programima Vlade RH, kako bi povećali udio obnovljivih izvora energije, povećali uštedu energije i poboljšali energetska učinkovitost.

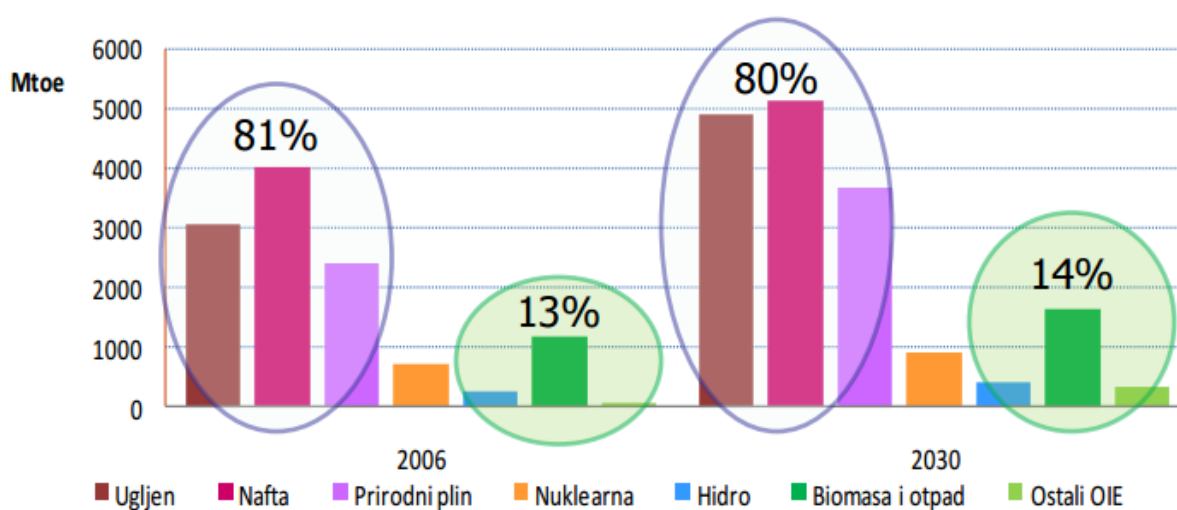
Posljednji, peti dio ovoga rada predstavlja prikaz otoka Krka kao primjer dobre prakse učinkovitog korištenja obnovljivih izvora energije kroz udruživanje u energetska zadrugu „Otok Krk“. Na kraju ovog poglavlja prikazati će se intervju s ekološkim aktivistom, osnivačem i predsjednikom udruge „Eko Kvarner“ te članom zadruge „Otok Krk“ Vjeranom Piršićem, nakon čega slijedi jezgrovit zaključak.

U znanstvenom istraživanju, formuliranju i prezentiranju rezultata istraživanja ovog diplomskog rada koristi se kombinacija standardnih znanstvenih metoda kao što su induktivna i deduktivna metoda, metoda analize i sinteze, metoda deskripcije, grafička, statistička i matematička metoda, metoda kompilacije i povijesna metoda radi preuzimanja tuđih spoznaja te ostale metode.

2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Obnovljivi ili neiscrpivi izvori energije su izvori koji su Zemlji na raspolaganju u neograničenim količinama. Iako se procesima pretvorbe troše, njihove se količine samo privremeno iscrpljuju, odnosno uvijek se mogu nadoknaditi ili obnoviti. Nazivaju se i alternativnim izvorima energije. Obnovljive izvore energije možemo podijeliti u dvije glavne kategorije: tradicionalne obnovljive izvore energije poput biomase i velikih hidroelektrana, te na takozvane "nove obnovljive izvore energije" poput energije Sunca, energije vjetra, geotermalne energije, energije valova i energije plime i oseke. Iz obnovljivih izvora energije dobiva se 18% ukupne svjetske energije (2006), ali je većina od toga energija dobivena tradicionalnim iskorištavanjem biomase za kuhanje i grijanje - 13 od 18%. Od velikih hidroelektrana dobiva se dodatnih tri posto energije.

Slika 1. Usporedba iskorištavanja tradicionalnih i „novih“ izvora energije



Izvor: Šimić, Z., *Obnovljivi izvori energije, Najvažniji izvori, potencijal i tehnologija*, Zagreb FER, 2010, [online]. Dostupno na: <http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/OIE%20Uvod%20prezentacija.pdf> (pristupljeno: 21.10.2016.)

Kad se izuzmu tradicionalni obnovljivi izvori energije vidljivo je da takozvani "novi izvori energije" proizvode samo 2,4% ukupne svjetske energije, 1,3% otpada na instalacije za grijanje vode, 0,8% na proizvodnju električne energije i 0,3% na biogoriva. Taj udio u budućnosti treba znatno povećati jer neobnovljivih izvora energije ima sve manje, a i njihov štetni utjecaj sve je izraženiji u zadnjih nekoliko

desetljeća. Sunce isporučuje Zemlji 15 tisuća puta više energije nego što čovječanstvo u sadašnjoj fazi uspijeva potrošiti, ali usprkos tome neki ljudi na Zemlji se smrzavaju. Iz toga se vidi da se obnovljivi izvori mogu i moraju početi bolje iskorištavati i da ne trebamo brinuti za energiju nakon fosilnih goriva.

Razvoj obnovljivih izvora energije (osobito od vjetra, vode, sunca i biomase) važan je iz nekoliko razloga:

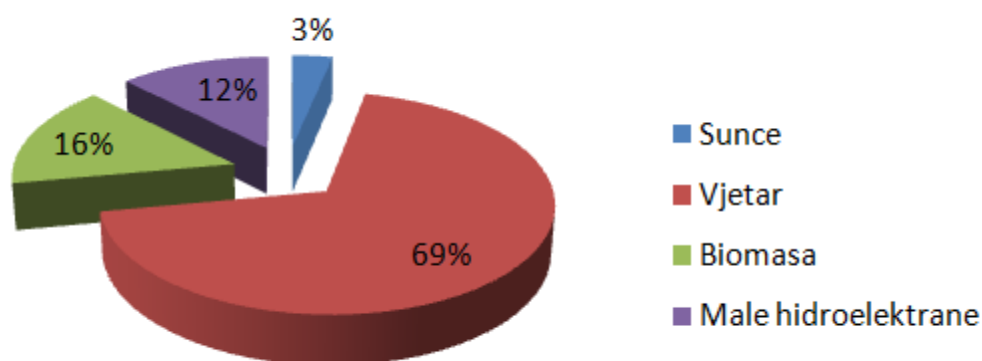
- **obnovljivi izvori energije** imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljičnog dioksida (CO₂) u atmosferu. Smanjenje emisije CO₂ u atmosferu je politika Europske unije, pa se može očekivati da će i Hrvatska morati prihvatiti tu politiku.
- povećanje udjela **obnovljivih izvora energije** povećava energetske održivosti sustava. Također pomaže u poboljšavanju sigurnosti dostave energije na način da smanjuje ovisnost o uvozu energetske sirovine i električne energije.
- očekuje se da će **obnovljivi izvori energije** postati ekonomski konkurentni konvencionalnim izvorima energije u srednjem do dugom razdoblju.¹

Veliki udio u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora rezultat je ekološke osviještenosti stanovništva, koje usprkos početnoj ekonomskoj neisplativosti instalira postrojenja za proizvodnju "čiste" energije. Europska zajednica imala je strategiju udvostručavanja upotrebe obnovljivih izvora energije do 2010. godine u odnosu na 2003. godinu. To znači da bi se ukupni udio obnovljivih izvora energije povećao na 12% 2010. godine. Taj plan je sadržavao niz mjera kojima bi se potaknule privatne investicije u objekte za pretvorbu obnovljivih izvora energije u iskoristivu energiju (najvećim dijelom u električnu energiju). Dodatno, države Europske unije zadale su si još jedan ambiciozan cilj da povećaju udio obnovljivih izvora energije 20% cjelokupne potrošnje energije u EU do 2020. godine. Zbog trenutne financijske krize u kojoj su se našle najveće države u Europskoj uniji, vjerojatno je da plan neće biti proveden u potpunosti.

¹ B. Labudović, *Obnovljivi izvori energije*, Zagreb, Energetika marketing, 2002., str. 32

Obnovljivi izvori energije u Republici Hrvatskoj koriste se za proizvodnju toplinske i električne energije. Za proizvodnju električne energije najviše se iskorištava energija vjetra, dok se ostali izvori relativno malo koriste, posebno sunce i biomasa. U 2014. godini je proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora činila 7,8 posto ukupne proizvodnje, uz izuzetak velikih hidroelektrana.

Grafikon 1. Proizvodnja električne energije iz OIE u Hrvatskoj 2014.godine



Izvor: Izrada autora prema MINGO (2014), Godišnji energetske pregled, *Energija u Hrvatskoj 2014.*, Ministarstvo gospodarstva, [online]. Dostupno na: http://www.mingo.hr/public/energetika/EuHR_2014_finalna.pdf (pristupljeno: 04.11.2016.)

Prilikom proučavanja obnovljivih izvora energije umjesto pojmova rezervi i resursa definiraju se sljedeći potencijali koje ovi izvori energije posjeduju:

- Teoretski potencijal koji označava njihovu fizičku prisutnost (kinetička energija)
- Tehnički potencijal koji proizlazi iz teoretskog uz uvažavanje postojećih ograničenja
- Ekonomski potencijal koji uz teoretske i tehničke u obzir uzimaju i ekonomske čimbenike.

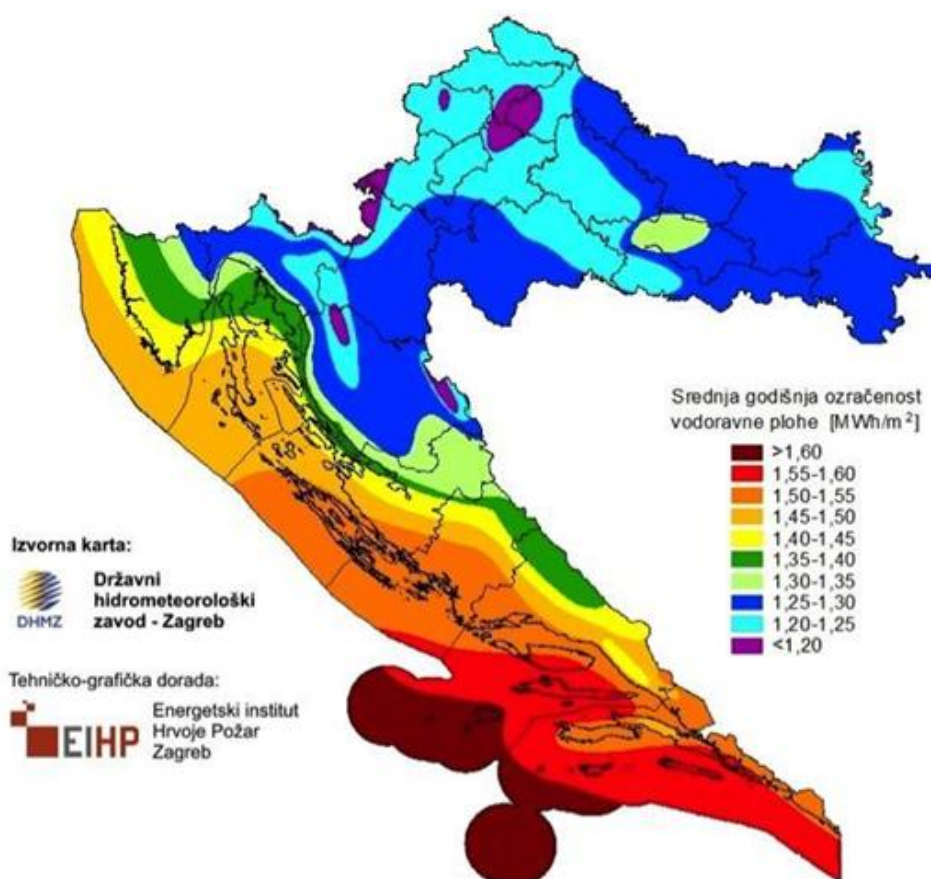
Smanjenje emisije ugljičnog dioksida (CO₂) u atmosferi, povećanje energetske održivosti sustava, poboljšanje sigurnosti dostave energije kroz smanjenje ovisnosti o uvozu energetskih sirovina i električne energije neke su od prednosti obnovljivih izvora energije te razlog za ulaganje i razvoj tehnologija za iskorištavanje ovih izvora.

2.1. Energija Sunca

Sunce je nama najbliža zvijezda te, neposredno ili posredno, izvor gotovo sve raspoložive energije na Zemlji. Sunčeva energija potječe od nuklearnih reakcija u njegovom središtu, gdje temperatura doseže 15 milijuna°C. Ova se energija u vidu svjetlosti i topline širi u svemir pa tako jedan njezin mali dio dolazi i do Zemlje.²

Količina energije koju Sunce u svakom satu emitira prema Zemlji dovoljna je za pokrivanje sveukupnih energetske potreba čovječanstva u cijeloj kalendarskoj godini. Godišnja insolacija je 7500 puta veća od ukupne energetske potrošnje, dok je u Hrvatskoj godišnja insolacija 650 puta veća od ukupne energetske potrošnje.

Slika 2. Solarna karta Hrvatske



Izvor: Energetski institut Hrvoje Požar, *Hrvatsko nacionalno izvješće Trans-Solar*, 2008, [online]. Dostupno na: http://www.cres.gr/trans-solar/downloads/Croatia_report_hrv.pdf, (pristupljeno: 15.10.2016.)

² Z. Froehlich, *Energija Sunca*, Zagreb, EKONERG-institut za energetiku i zaštitu okoliša, 2006., str.5.

Na slici je prikazana prosječna godišnja energija sunčeva zračenja u Hrvatskoj iz koje se vidi da na svaki m² površine Sunce donosi energiju od 700 do 1600 kWh, ovisno o geografskom položaju.

Osnovni principi direktnog iskorištavanja energije Sunca su³:

- solarni kolektori (pretvorba sunčeve energije u toplinsku)
- fotonaponske ćelije (direktna pretvorba sunčeve energije u električnu energiju)
- fokusiranje sunčeve energije (za upotrebu u velikim energetske postrojenjima)

Solarni kolektori apsorbiraju energiju Sunca i pomoću nje zagrijavaju potrošnu toplu vodu ili vodu potrebnu za zagrijavanje prostora. Solarni sustavi štede energiju i time doprinose očuvanju okoliša. Takvi sustavi apsorbiraju energiju Sunca, zagrijavaju radni medij, koji prenosi toplinu da bi je predao vodi ili izravno u prostor koji se zagrijava. Dobivanje toplinske energije pomoću energije Sunca danas predstavlja isprobanu tehnologiju, a oprema je dostupna na širem tržištu.

Fotonaponske (solarne) ćelije proizvode električnu energiju izravno iz sunčeve svjetlosti pa funkcioniraju kao ekološki izuzetno prihvatljivi i gospodarski sve zanimljiviji izvori struje. Električkim spajanjem ćelija tijekom proizvodnje nastaju fotonaponski moduli standardiziranih značajki od kojih se lako grade i prema potrebi nadograđuju mali, pouzdani i posve nezavisni energetske sustavi. Zahvaljujući dugom životnom vijeku, jednostavnoj građi i razmjerno niskoj cijeni, fotonaponske sustavi pogodni su za postavljanje svuda gdje je izgradnja konvencionalnog energetskeg razvoda složena i skupa.

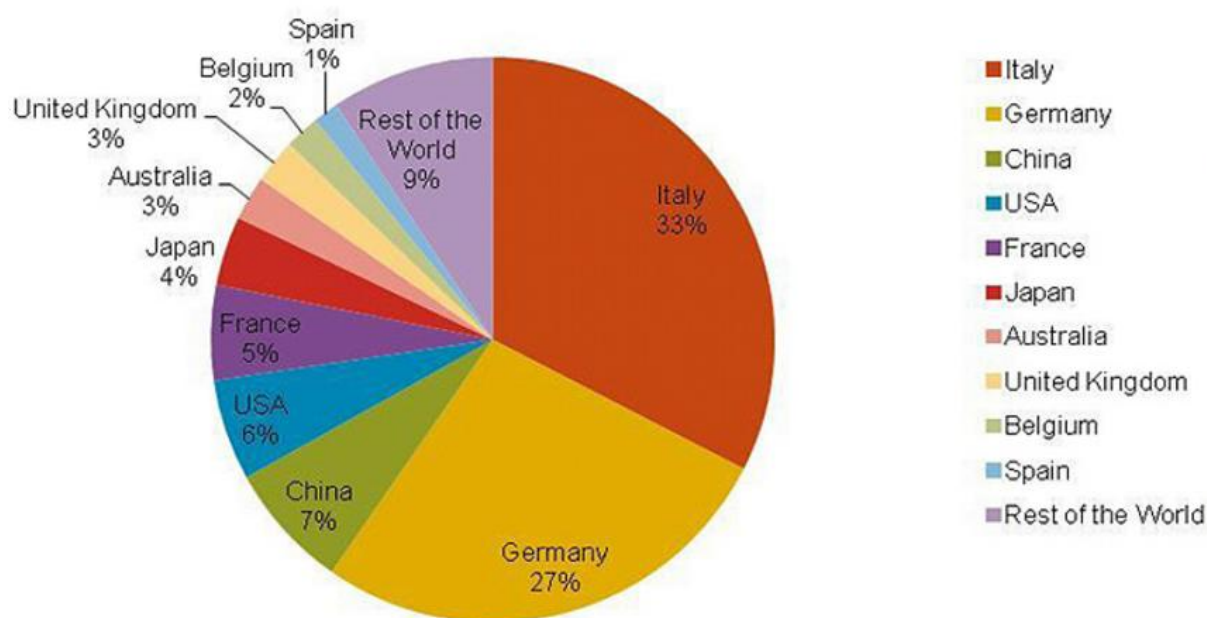
Solarne ćelije najviše se proizvode u Japanu, Njemačkoj, Kini, Tajvanu i Sjedinjenim Američkim Državama. Najučinkovitije ćelije za jeftinu proizvodnju električne energije nisu nužno one s najvišom učinkovitošću, nego one s ravnotežom između jeftine proizvodnje i dovoljno visoke učinkovitosti.

Instalirani kapaciteti fotonaponskih elektrana i koncentriranih elektrana svake godine sve više rastu, i predstavljaju sve značajniju ulogu u ukupnoj elektroenergetskoj potrošnji, a dugogodišnja tržišta dobivaju sve značajniju konkurenciju unatoč trenutnoj financijskoj i gospodarskoj krizi.

³ D. Šljivac i Z. Šimić, *Obnovljivi izvori energije, Najvažnije vrste, potencijal i tehnologija*, Zagreb, FER, 2009., str.78.

Na svjetskoj razini, kapaciteti fotonaponskih sustava spojenih na mrežu povećali su se za 27,7 GW u 2011. godini, te trenutno iznose 67,4 GW, čime je Sunčeva energija na trećem mjestu, nakon hidroenergije i energije vjetra, po iskorištavanju obnovljivih izvora energije. Stopa rasta fotonaponskih sustava u 2011. godini dosegla je gotovo 70%, a u godinu dana proizvedeno je oko 80 milijardi kWh, što je dovoljno za napajanje električnom energijom čak 20 milijuna kućanstava diljem svijeta. Šest zemalja ima instaliranih elektrana više od 1 GW (Italija, Njemačka, Kina, Sjedinjene Američke Države, Francuska i Japan), a vodećih deset zemalja čini 90% svih instaliranih kapaciteta u svijetu.

Slika 3. Grafički prikaz instaliranih kapaciteta u svijetu



Izvor: Obnovljivi.com, *Iskorištavanje energije Sunca u energetici* [online]. Dostupno na: <http://www.obnovljivi.com/energija-sunca>, (pristupljeno: 20.10.2016.)

Računa se da je u Hrvatskoj na raspolaganju prirodni potencijal kopnenog dijela Hrvatske oko 20.800 TWh/god., tehnički potencijal 210 TWh/god, a prema današnjim uvjetima ekonomski potencijal 12TWh/god., što je oko 11% primarne energije koju godišnje troši Hrvatska.⁴ Bila bi velika šteta da se taj potencijal ne iskoristi i ne smanji uvoz energije, pogotovo zato što su sunčeve elektrane manjih

⁴ I. Pauković, *Solarizacija Hrvatske*, Udruga za razvoj Hrvatske, [website], 2015. Dostupno na: www.urh.hr. (pristupljeno: 01.10.2016.)

snaga, integrirane u objekte, poželjne jer proizvode električnu energiju na mjestu potrošnje.

Fokusiranje sunčeve energije upotrebljava se za pogon velikih generatora ili toplinskih pogona. Fokusiranje se postiže pomoću mnoštva leća ili češće pomoću zrcala složenih u tanjur ili konfiguraciju tornja. Kada nema dovoljno energije od Sunca, sustavi koji fokusiraju sunčevo zračenje mogu se bez većih problema prebaciti na prirodni plin ili neki drugi izvor energije. Problem kod fokusiranja je veliki potrebiti prostor za elektranu, ali to se rješava tako da se elektrana radi npr. u pustinji budući da je tamo snaga sunčeva zračenja najizraženija.

Uz pretpostavku učinkovitosti pretvorbe Sunčeve energije u druge korisne oblike od samo 10 %, samo 1,37 % ukupne površine Hrvatske bi bilo dovoljno za pokrivanje cjelokupne sadašnje potrošnje svih oblika energije u Hrvatskoj. Procjena pokazuje kako bi se u Hrvatskoj moglo izdvojiti i do 5 % površine za primjenu Sunčeve energije koja se ne može koristiti u druge svrhe, što znači kako bi Sunčeva energija u Hrvatskoj mogla pokriti čak i deseterostruku potrošnju energije u odnosu na današnje stanje. U odnosu na razvijene i gusto naseljene zemlje srednje i sjeverne Europe, Hrvatska je u mnogo boljem položaju, ne samo zbog mnogo većeg prostora koji je na raspolaganju, nego i zbog 2 – 3 puta veće insolacije i značajno povoljnije klime u hladnijem dijelu godine.

2.2. Energija vjetra

Energija vjetra je transformirani oblik Sunčeve energije. Sunce neravnomjerno zagrijava različite dijelove Zemlje i to rezultira različitim tlakovima zraka, a vjetar nastaje zbog težnje za izjednačavanjem tlakova zraka. Postoje dijelovi Zemlje na kojima pušu takozvani stalni (planetarni) vjetrovi i na tim područjima je iskorištavanje energije vjetra najisplativije. Dobre pozicije su obale oceana i pučina mora. Pučina se ističe kao najbolja pozicija zbog stalnosti vjetrova, ali cijene instalacije i transporta energije koče takvo iskorištavanje. Kod pretvorbe kinetičke energije vjetra u mehaničku energiju (okretanje osovine generatora) iskorištava se samo razlika brzine vjetra na ulazu i na izlazu. Kao dobre strane iskorištavanja energije vjetra ističu se visoka pouzdanost rada postrojenja, nema troškova za gorivo i nema

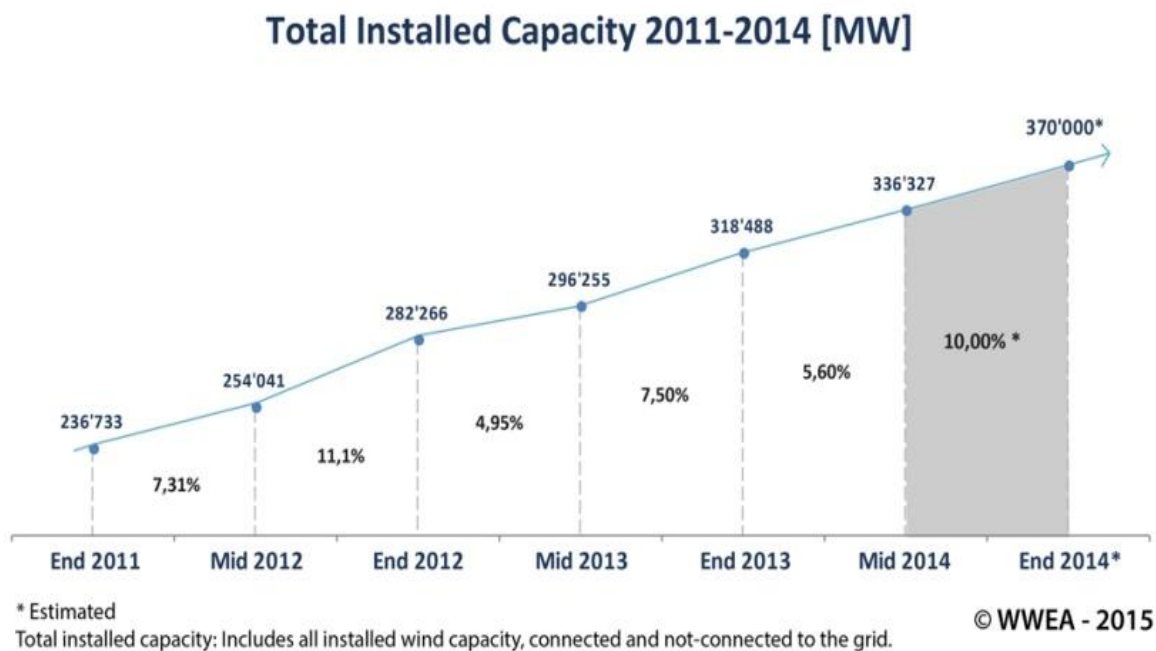
zagađivanja okoline. Loše strane su visoki troškovi izgradnje i promjenjivost brzine vjetra (ne može se garantirati isporučivanje energije). Iskorištavanje energije vjetra je najbrže rastući segment proizvodnje energije iz obnovljivih izvora.

Rad vjetroelektrana je diskontinuiran jer ovisi o intenzitetu vjetra. Da bi se utvrdio potencijal neke zemlje za instalaciju vjetroelektrana i dobile najpreciznije informacije o jačini vjetra potrebno je izvršiti mjerenje brzine vjetra na određenim lokacijama na kojima postoji jače strujanje vjetra prema hidrometeorološkim podacima. Europska unija i SAD izradile su na temelju mjerenja vjetra atlase potencijalne energije vjetra za sva svoja područja. Iz tih karata može se vidjeti da je jedna četvrtina površine Europske unije idealna za instaliranje vjetrenjača. Trenutno za Hrvatsku ne postoji takav atlas jer je mjerenje potrebnih brzina vjetra dugotrajan i skup proces. Uz geografsko pozicioniranje vjetrenjača, vrlo je bitna i visina tornjeva. Veće turbine davati će više energije, ali zato različiti promjeri zahtijevaju veću visinu tornja, a oni diktiraju veću ili manju snagu turbine.

Vezano uz pojačano iskorištavanje energije vjetra posljednjih se godina sve više raspravlja o utjecaju vjetroelektrana na okoliš. Korištenje energije vjetra može opteretiti okoliš time što stvara buku, smeta životinjama (posebice pticama) i narušava izgled okolice. Emisija buke koju stvaraju današnji modeli znatno je smanjena u usporedbi sa starijim modelima, aerodinamičkim poboljšanjima, boljom zvučnom izolacijom generatora i eliminacijom određenih dijelova postrojenja.

Energija vjetra danas stvara stotine tisuća novih radnih mjesta diljem svijeta. Vjetroelektrane su u zadnjih par godina zaslužne za većinu novoinstalirane snage za proizvodnju električne energije u energetsom sektoru. Vjetroagregati su narasli do skoro nezamislivih dimenzija i postali su specijalizirani za skoro sve vrste terena i klimatskih uvjeta, te ih se može pronaći u tropskim područjima, ali i arktičkim uvjetima. Istovremeno sa razvojem dimenzija razvile su se nove tehnologije te spoznaje o učinku vjetroelektrana na elektroenergetsku mrežu, razvijeni su vjetroagregati koji pružaju potporu mreži i imaju pozitivan utjecaj na stabilnost sustava te su razvijeni napredni prognostički modeli vjetra sa visokom točnošću.

Slika 4. Instalirani kapacitet vjetroelektrana 2011-2014 MW



Izvor: WWEA, *New Record in Worldwide Wind installations*, 2015, [online]. Dostupno na: <http://www.windea.org/new-record-in-worldwide-wind-installations/> (pristupljeno: 02.10.2016.)

Svjetsko tržište vjetroturbina zabilježilo je novi rekord u 2014. godini i povećalo kapacitet za 50 GW (porast od 40% u odnosu na 2013.). Prema podacima koje je prikupila WWEA (World Wind Energy Association), ukupni kapacitet diljem svijeta dosegao je oko 370 GW, što je dovoljno da se pokrije 5% svjetske potrošnje električne energije.

2.3. Energija biomase

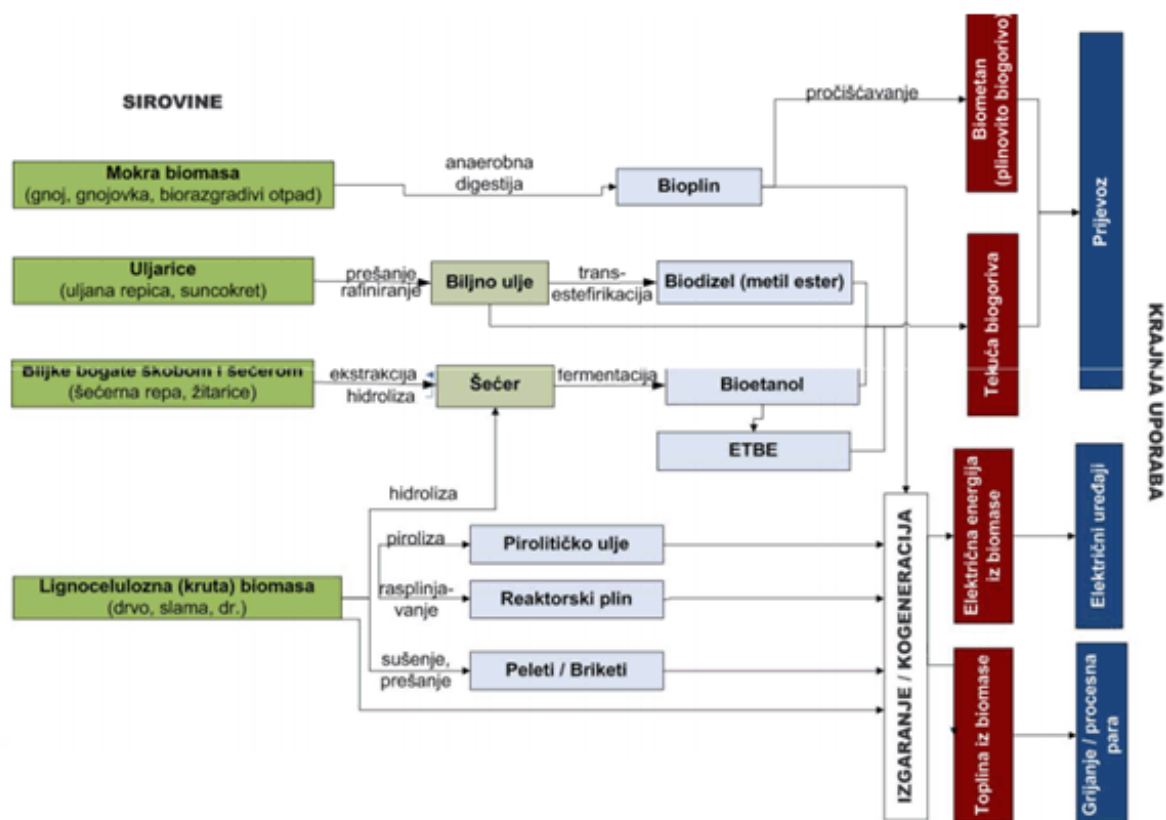
Biomasa je sva organska tvar nastala rastom bilja i životinja. Od svih obnovljivih izvora energije, najveći se doprinos u bližoj budućnosti očekuje od biomase. Svake godine na Zemlji nastaje oko 2.000 milijardi tona suhe biomase. Za hranu se od toga koristi oko 1,2%, za papir 1%, i za gorivo 1%. Ostatak, oko 96% trune ili povećava zalihe obnovljivih izvora energije.

Biomasa je obnovljivi izvor energije, a općenito se može podijeliti na drvenu, nedrvnu i životinjski otpad, unutar čega se mogu razlikovati:

- drvena biomasa (ostaci iz šumarstva, otpadno drvo)
- drvena uzgojena biomasa (brzorastuće drveće)
- nedrvna uzgojena biomasa (brzorastuće alge i trave)
- ostaci i otpaci iz poljoprivrede
- životinjski otpad i ostaci.⁵

Od biomase se mogu proizvoditi obnovljivi izvori energije kao što su bioplin, biodizel, biobenzin, (etanol), a suha masa se može mljeti u sitne komadiće pelete, koji se mogu spaljivati u automatiziranim pećima za proizvodnju topline i električne energije. U poljoprivrednoj proizvodnji ostaje velika količina neiskorištene biomase. Razni ostaci u ratarskoj proizvodnji kao što su: ostaci pri rezidbi voćki, vinove loze, maslina, stabljike suncokreta, i sl. relativno su lako iskoristiv oblik energije.

Slika 5. Koraci pretvorbe biomase u energiju



Izvor: Priručnik za javno zagovaranje obnovljivih izvora energije, *Za obnovljive izvore energije*, [online]. Dostupno na: <http://www.door.hr/wp-content/uploads/2016/06/OIE-priru%C4%8Dnik.pdf>, (pristupljeno:15.10.2016.)

⁵ Labudović, B., *Obnovljivi izvori energije*, Zagreb, Energetika marketing, 2002., str. 452

Korištenje biomase omogućava i zapošljavanje (otvaranje novih i zadržavanje postojećih radnih mjesta), povećanje lokalne i regionalne gospodarske aktivnosti, ostvarivanje dodatnog prihoda u poljoprivredi, šumarstvu i drvenoj industriji kroz prodaju biomase odnosno goriva. Proizvodnjom i korištenjem biomase u energetske svrhe smanjuje se emisija štetnih tvari i doprinosi se zaštiti tla i voda te povećanju bioraznolikosti. Biomasa je vrlo prihvatljivo gorivo s gledišta utjecaja na okoliš jer sadrži vrlo malo ili čak uopće ne sadrži brojne štetne tvari – sumpor, teške kovine i sl., koje se nalaze u fosilnim gorivima, a koje se njihovim izgaranjem emitiraju u zrak te ugrožavaju naše zdravlje i okoliš. Glavna prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je njena obnovljivost, a u korištenju biomase kao izvora energije su obilni potencijali, ne samo u tu svrhu zasađene biljne kulture već i otpadni materijali u poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji. Biomasa, kao i njezini produkti – tekuća biogoriva i bioplin, nije samo potencijalno obnovljiva, nego i dovoljno slična fosilnim gorivima da je moguća izravna zamjena.

Prema Nacrtu Programa ruralnog razvoja 2014. - 2020., u šumama RH godišnje postoji potencijal od oko 2,75 milijuna m³ šumske biomase za energiju. Zbog velikih mogućnosti uporabe drvne biomase u proizvodnji energije, sirovine iz drvne industrije mogle bi dovesti do povećanja korištenja obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj.

Prema podacima Hrvatskog operatora tržišta energije (HROTE) iz elektrana na biomasu od siječnja do rujna 2014. godine u elektroenergetski je sustav isporučeno 36.763.844 kWh električne energije. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora činila je 4,9% ukupne proizvodnje električne energije u 2012. godini, odnosno 510,75 GWh, prema podacima *Nacrta Programa ruralnog razvoja*. Proizvodnje električne energije iz biomase čini 3,9% od ukupne proizvodnje iz obnovljivih izvora energije.

2.3.1. Biogoriva

Biogoriva su goriva koja se dobivaju preradom biomase. U posljednjih nekoliko godina, proizvodnja i potrošnja biogoriva rastu. Ekološki su daleko prihvatljivija od fosilnih, ali im je proizvodnja još uvijek skuplja. Najintenzivnija proizvodnja je u Brazilu, iz šećerne trske, te u SAD-u, iz kukuruza. Glavna biogoriva su bioetanol i biodizel.

Bioetanol predstavlja alternativu benzinu. Proizvodi se iz šećerne trske, kukuruza, ječma, krumpira, suncokreta, žita, drva i još nekih biomasa. Europska Unija već troši znatne količine bioetanola. Hrvatska ima veliki potencijal za proizvodnju i izvoz bioetanola.

Biodizel predstavlja alternativu običnom dizelu proizvedenom iz fosilnih goriva. Proizvodi se najviše iz uljarica (uljane repice, soje, suncokreta, palminih ulja), biorazgradiv je i nije opasan za okoliš. U nekim zemljama Europske Unije, biodizel je već zastupljen u gorivima (u određenom postotku) te također neka vozila već mogu voziti na 100%-tni biodizel.

Slika 6. Proizvodnja Biodizela – Europa

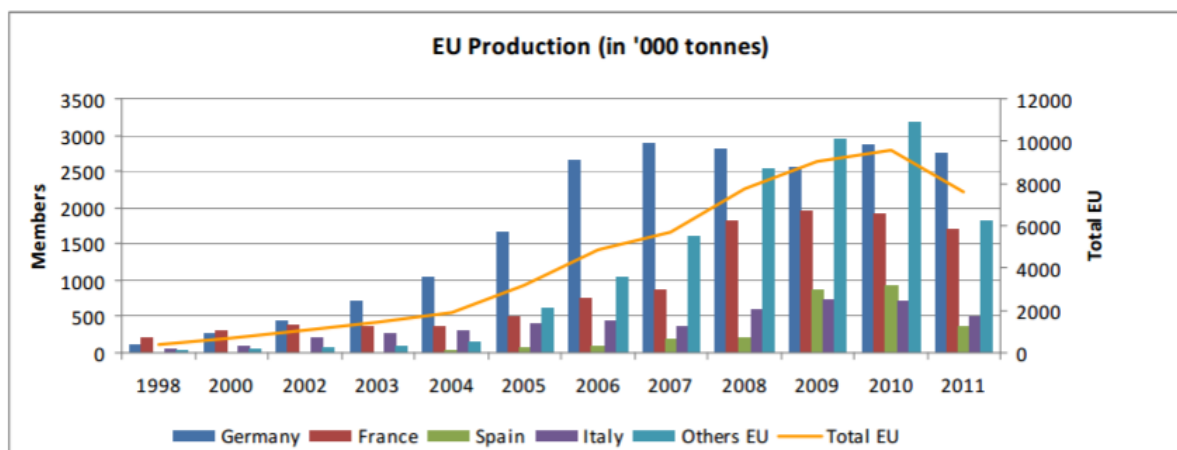


Figure I. Trend in EU biodiesel production 1998-2011 Source: EBB 2011

Note: 2011 figures are only estimations

Izvor: Babić, Dž., Filipović, I., Pikula, B., i Kegl, B., *Poboljšanje ekoloških performansi* [online].

Dostupno na: <http://www.ebb->

[eu.org/EBBpressreleases/EBB%20press%20release%202010%20prod%202011_capacity%20FINAL.pdf](http://www.ebb-eu.org/EBBpressreleases/EBB%20press%20release%202010%20prod%202011_capacity%20FINAL.pdf) (pristupljeno: 30.10.2016.)

Republika Hrvatska ima za cilj u 2020. godini korištenje oko 9 PJ energije iz biogoriva te u skladu s tim i povećanje poljoprivrednih površina pod kulturama koje služe kao sirovine u proizvodnji biogoriva. Budući da se radi o istim sirovinama koje se koriste i u prehrambenoj proizvodnji, RH daje prioritet biljnoj proizvodnji za prehranu stanovništva kako sirovine za proizvodnju goriva ne bi konkurirale hrani. Međutim, RH može proizvesti 3,7 puta više biogoriva od količine koju propisuje EU, što je moguće ako se učini kvalitetna strategija o korištenju biomase i proizvodnje biogoriva.

2.3.2. Bioplin

Bioplin nastaje fermentacijom otpada iz poljoprivrede, kućanstava i industrije. Sastoji se od približno 60 % metana, 35 % ugljičnog dioksida te 5 % smjese vodika, dušika, amonijaka, sumporovodika, ugljičnog monoksida, kisika i vodene pare.⁶ S obzirom na količinu metana koju sadržava, bioplin se može koristiti kao gorivo. Kalorična vrijednost bioplina razmjerna je količini metana. Bioplin se može koristiti za dobivanje električne energije, grijanje vode i prostora te u industrijskim procesima. Ako se komprimira, može zamijeniti prirodni plin koji se koristi u automobilima sa motorima na unutarnje izgaranje.

Proizvodi se u digestorima ili fermentorima različitih oblika i dimenzija, koji se najčešće izrađuju od betona, ali se koriste i drugi materijali, npr. čelik, cigla, polimeri. Diljem svijeta, a osobito u Kini, Indiji, Nepal i Vijetnamu, postoji nekoliko milijuna vrlo jednostavnih, malih bioplinskih digestora koji proizvode plin za kuhanje i osvjetljavanje kućanstava. U Europi i sjevernoj Americi svakodnevno raste broj poljoprivrednih bioplinskih postrojenja. Samo u Njemačkoj danas se bioplin proizvodi u oko 4000 bioplinskih postrojenja.⁷

Bitna prednost iskorištavanja bioplinskih sustava u pogledu zaštite okoliša je smanjenje emisije stakleničkih plinova. Osim prednosti glede zaštite klime i okoliša postoji i čitav niz dodatnih prednosti kao što su: higijenzacija organskog otpada smanjuje stvaranje neugodnih mirisa i klijavost sjemena korova, prerađena je gnojnica efikasnija od neprerađene i mehaničko je ispumpavanje na oranice znatno olakšano. Stvaranjem „novih“ proizvoda – električne i toplinske energije, pojačava se osim toga i ekonomska snaga ruralnih dijelova zemlje.

U Republici Hrvatskoj bilo je 2013. godine na elektroenergetsku mrežu priključeno ukupno, u sustavu povlaštenih proizvođača električne energije, 8 elektrana na bioplin ukupne instalirane snage 7,135 MW.

⁶ B. Labudović, *Obnovljivi izvori energije*, Zagreb, Energetika marketing, 2002., str. 473

⁷ Ministarstvo poljoprivrede, *Dobra poljoprivredna praksa-Bioplin*, dostupno na: http://www.mps.hr/UserDocsImages/projekti/DOBRA%20POLJOPRIVREDNA%20PRAKSA/DPP_bioplin.pdf, (pristupljeno: 11.11.2016.)

2.3.3. Drvna biomasa

Posljednjih godina sve više sazrijeva spoznaja, kako na lokalnom tako i na globalnom planu, o dobrobiti pridobivanja toplinske energije iz biomase. Između različitih vrsta biomase drvna ima najširu primjenu. Dobro osmišljeni šumski kompleksi predstavljaju održivi izvor energije, mogu se obnovljati, CO₂ su neutralni i dobra su zamjena za postojeća fosilna goriva. Danas praktički nema tehničkih prepreka koje bi sputavale rast uporabe drveta, posebice kad se znaju prednosti koje ona nosi.

Drvna biomasa uključuje drvo, poljoprivredne te ostale organske nusproizvode i otpad. Može se spaljivati i tako dobiti toplinska energija za grijanje ili proizvodnju električne energije, a može se raznim postupcima pretvoriti u biogoriva ili bioplin te se kao takva koristiti za dobivanje energije. Neki postupci prerade i uporabe biomase⁸:

- kompostiranje (u svrhu dobivanja gnojiva)
- anaerobna digestija (biomasa trune u svrhu dobivanja metana i taloga koji se koristi kao gnojivo)
- fermentacija i destilacija (za dobivanje etilnog alkohola)
- destruktivna destilacija (proizvodi metilni alkohol iz otpada bogatih celulozom)
- piroliza (zagrijavanje organskog otpada bez prisustva zraka u svrhu proizvodnje zapaljivog plina i ugljena)
- spaljivanje u svrhu dobivanja topline i električne energije
- građevinski materijali
- biorazgradive plastike i papir (korištenje celuloznih vlakana)

Razlikujemo drvnu masu namijenjenu isključivo za loženje i drvnu masu koja predstavlja tehnološki otpad, a može se koristiti kako gorivo (okorci, otpadci, piljevina, blanjevina i sl.). Indikativan je podatak da 35-40% drvne mase stabla namijenjenog za daljnju preradu ostaje kao otpad. Za neke specifične proizvode ta se količina penje do 65%. Sav taj otpadni materijal veliki je energetske potencijal.

⁸ Tehno-dom, *Obnovljivi izvori energije/Energija biomase*, [website], 2016, <http://www.tehno-dom.hr/obnovljivi-izvori-energije/energija-biomase>, (pristupljeno: 25.10.2016.)

U Hrvatskoj se trenutačno koristi samo manji dio raspoložive biomase, te u budućnosti postoje značajne mogućnosti za povećanje toga udjela. Hrvatska je zemlja s izrazito velikim potencijalom biomase za proizvodnju energije. Gotovo 44% kopnene površine prekriveno je šumom, drvna industrija ima dugu tradiciju i važno mjesto u gospodarstvu, postoje velike površine obradive zemlje te mogućnosti za držanje značajnog stočnog fonda. U šumarstvu, drvnoj industriji te poljoprivredi nastaju velike količine biomase pogodne za energetska iskorištavanje.

Usklađivanjem potrebnih aktivnosti osnovni je preduvjet za dugoročnu, kvalitetnu i za okoliš prihvatljivu proizvodnju energije. Održivost podrazumijeva realizaciju više elemenata koji zajedno omogućuju postizanje željenog cilja, a to su:

- Ekonomska održivost – podrazumijeva stvaranje tržišta koje će uzeti u obzir politiku korištenja obnovljivih izvora energije i zaštite okoliša
- Održivost proizvodnje i okoliša – podrazumijeva očuvanje kvalitete tla, biološke raznovrsnosti i bilanciranje emisije stakleničkih plinova
- Održivost proizvodnje i društveni doprinos (socijalni aspekt) – podrazumijeva osigurati nova radna mjesta i neovisnost o uvozu energije. Tu imaju prednost kad je u pitanju biomasa ruralne sredine, no primjeri gradova poput Helsinkija i Stockholma pokazuju da se biomasa može kvalitetno koristiti i u gradskom okružju.

Sve više svijest o potrebi zamjene fosilnih goriva i očuvanju okoliša doprinosi održivosti, a time i stvaranju pozitivne društvene klime prema obnovljivim izvorima.

2.4. Geotermalna energija

Geotermalna energija u užem smislu obuhvaća samo onaj dio energije iz dubina Zemlje koji u obliku vrućeg ili toplog geotermalnog medija (vode ili pare) dolazi do površine Zemlje i prikladan je za iskorištavanje u izvornom obliku (za kupanje, liječenje i sl.) ili za pretvorbu u druge oblike (električnu energiju, toplinu u toplinarskim sustavima i sl). Geotermalna energija je posljedica raznih procesa koji

se zbivaju u dubinama Zemlje (raspadanja izotopa i sl), gdje temperatura iznosi više od 4000 °C, a nastala se toplina kroz slojeve Zemljine kore odvodi prema svemiru.⁹

Ukupna električna snaga geotermalnih elektrana u više od 20 zemalja svijeta danas iznosi više od 7000 MW, što čini oko 0,5% ukupne svjetske proizvodnje električne energije. Procjenjuje se kako bi do 2020. godine iz geotermalnih izvora godišnje moglo dobivati između 134 i 330 TWh električne energije. Pri tome se smatra kako će se i dalje koristiti samo izvori tople i vruće vode, dok ostale mogućnosti primjene vjerojatno ni tada neće bit isplative. Da bi se ta energija iskoristila, razvijene su mnoge tehnologije, ali pojednostavljeno možemo izdvojiti dva osnovna načina: izravno i neizravno.

Izravno korištenje znači korištenje vruće vode koja izbija (ili se ispumpa) iz podzemlja. Ono može biti raznoliko: od korištenja u toplicama, za grijanje kuća ili staklenika, za pojedine postupke u industriji (npr. pasterizacija mlijeka). Indirektno korištenje geotermalne energije znači dobivanje električne struje. Ovdje se princip rada ne razlikuje bitno od klasičnih termoelektrana na ugljen ili mazut - razlika je samo u načinu na koji se dobiva vodena para.

Ovisno o temperaturi vode (ili pare) u podzemlju razvijeno je nekoliko različitih tehnologija. Geotermalna energija niskotemperaturnih izvora (do 100°C) može se koristiti za zagrijavanje zgrada te korištenje dizalica topline, a visokotemperaturni izvori (preko 200°C) mogu se koristiti za proizvodnju električne energije u geotermalnoj elektrani.

Prednost ovog izvora energije je to da je jeftin, stabilan i trajan izvor, nema potrebe za gorivom, u pravilu nema štetnih emisija, osim vodene pare, ali ponekad mogu biti i drugi plinovi. Slabosti proizlaze iz činjenice da je malo mjesta na Zemlji gdje se vrela voda u podzemlju ne nalazi na prevelikoj dubini - takva područja, tzv. geotermalne zone vezane su uz vulkanizam ili granice litosfernih ploča. Kako su to često i potresna područja sama gradnja postrojenja zahtijeva povećane troškove. Često su udaljena od naseljenih područja, pa se stvaraju troškovi prijenosa energije.

⁹ M. Horvat, *Geotermalna energija*, Hrvatska elektroprivreda d.d., Zagreb, 2004., str.5

U prirodi postoji nekoliko vrsta geotermalnih izvora. Neki od njih su izvori vrlo visokih temperatura, u pravilu iznad 120°C ili 150°C, koji se mogu koristiti za proizvodnju električne energije u geotermalnim energanama, a izvori s nižim temperaturama, od 60°C ili 80°C, pa i viši, pogodni su kao izvori tople vode pogodne za iskorištavanje u toplinskim sustavima gradova ili za zagrijavanje staklenika za uzgoj voća i povrća. Upravo ta činjenica geotermalnoj energiji daje dodatnu važnost, pa ona, osim energetskeg potencijala, dobiva i konkretnu gospodarsku vrijednost koja može dati zamah razvoju lokalne zajednice.

U Republici Hrvatskoj postoji 28 geotermalnih polja od kojih je 18 u upotrebi. Postoji tradicija medicinskog turizma npr. Varaždinske toplice, Stubičke toplice itd.

Slika 7. Geotermička ležišta u Panonskom bazenu



Izvor: Čupin, N. *Obnovljivi izvori energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji*, Bjelovar, 2012, [online] Dostupno na: [file:///C:/Users/Kristina/Downloads/10_N_Cupin%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Kristina/Downloads/10_N_Cupin%20(3).pdf) (pristupljeno: 11.11.2016.)

Na slici je prikazana karta geotermalnih izvora u Panonskom bazenu na kojoj su označeni izvori s temperaturama ispod 65°C (plavi krug), od 65 do 100°C (crveni krug) i iznad 120°C (crveno kvadrat). Jedan od većih je Velika Ciglena blizu Bjelovara s temperaturom vode oko 170°C, pritiskom 20-25 bara i količinom 3,3 litre u sekundi (720 m³/dan). Voda se nalazi na dubini od 3 km. Na izvorima s takvim osobinama opravdano je proizvoditi električnu energiju, što bi do određenog stupnja ohladilo vodu, a ostala toplota koristila bi se u proizvodnji povrća ili cvijeća.

Hrvatska tvrtka Geoen s turskim partnerom MB Holding priprema gradnju prve hrvatske geotermalne elektrane koja će proizvoditi električnu energiju uz pomoć vrele vode iz geotermalnih izvora. Očekivana izdašnost ležišta u Velikoj Cigleni, prema dosadašnjim eksperimentalnim bušenjima, ne samo da je potvrđena nego i uvelike premašena, i to zahvaljujući iskustvu inženjerskog tima turskog investitora koji je dodatnim stimulacijama ležišta poboljšao njegove karakteristike. Na temelju novih rezultata istraživanja povećali su planiranu snagu buduće elektrane sa 4,7 MW na sadašnjih 15 MW, od čega će u mrežu moći isporučivati 10 MW. Velika Ciglena će tako biti ne samo prva hrvatska, nego i najveća europska ORC geotermalna elektrana. Ipak se za geotermalne elektrane kaže da su to dragulji u sektoru obnovljivih izvora energije, jer su jako rijetke i izvedbeno jako zahtjevne.

Postrojenje geotermalne elektrane u probni rad biti će pušteno na samom početku 2017. godine kada bi iz energane trebali poteći prvi MW električne energije. Planiraju se napraviti i nove geotermalne mape koje će Vladi pokazati stvarni geotermalni potencijal Hrvatske. Naime, došli su do saznanja da u Hrvatskoj postoji puno veći geotermalni potencijal za proizvodnju i električne i toplinske energije nego se to do sada pretpostavljalo. Vrijednost investicije gradnje geotermalne elektrane u Velikoj Cigleni, iznosi 60 milijuna eura. No bez obzira na visinu investicije, dugoročno je isplativije ulagati u gradnju geotermalnih elektrana. Trošak proizvodnje električne energije u postrojenju u kojem kao pogonsko gorivo koristite vruću vodu je višestruko niži od troška proizvodnje struje uz plin ili ugljen kao pogonsko gorivo. Za 1 MWh proizvedene električne energije iz plina danas treba platiti 770 kn. Pritom dobrim dijelom plin i uvozimo, pa uz trošak imamo i odljev novca iz države. A 1 MWh proizvedene električne energije iz geotermalnog izvora košta 15 kn i još je to domaći resurs koji ne uvozimo, novac ostaje u državi i ravnomjerno ga dijele lokalna zajednica, županija i ministarstvo.

Geotermalna energija se pravilnim korištenjem može neograničeno dugo eksploatirati i dugoročno Hrvatskoj može donijeti gospodarski preporod, a stanovnicima jeftinu električnu i toplinsku energiju. Geotermalne elektrane su stabilan izvor električne energije za elektroenergetsku mrežu, jer isporučuju struju

kontinuirano 24 sata dnevno kroz cijelu godinu i mogu biti izvrstan nadomjestak elektranama na sunce i vjetar, čiji rad značajno ovisi o vremenskim uvjetima.¹⁰

2.5. Energija vode – hidroenergija

Najveći dio hidroenergije potječe od kruženja vode u prirodi koje je najvećim dijelom uzrokovano Sunčevim zračenjem. Energija vode (hidroenergija) je najznačajniji obnovljivi izvor energije, a ujedno i jedini koji je ekonomski konkurentan fosilnim gorivima i nuklearnoj energiji. Energija vode ne može se koristiti posvuda jer podrazumijeva obilje brzo tekuće vode, a poželjno je i da je ima dovoljno cijele godine s obzirom da se električna struja ne može jeftino uskladištiti. Da bi se poništio utjecaj oscilacija vodostaja grade se brane i akumulacijska jezera. To znatno diže cijenu cijele elektrane, a i diže se razina podzemnih voda u okolini akumulacije. Razina podzemnih voda ima dosta utjecaja na biljni i životinjski svijet, pa prema tome hidroenergija nije sasvim bezopasna za okoliš. Energija vode najčešće se koristi za dobivanje električne energije u velikim i malim hidroelektranama.

Hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode najprije pretvara u kinetičku energiju njezinog strujanja, a potom u mehaničku energiju vrtnje vratila turbine te, konačno, u električnu energiju u generatoru. Hidroelektrane u širem smislu čine i sve građevine i postrojenja koja služe za prikupljanje, dovođenje i odvođenje vode, pretvorbu energije, transformaciju i razvod električne energije te za smještaj i upravljanje cijelim sustavom.¹¹

Male hidroelektrane su hidroenergetski sustavi manjih snaga, uglavnom izgrađeni na manjim vodotocima: manjim rijekama, potocima, raznim kanalima pa čak i vodoopskrbnim sustavima. Granične se vrijednosti snage pri tome razlikuju od zemlje do zemlje pa se tako kod nas u male ubrajaju hidroelektrane između 5 i 5000 kW.¹²

Kada govorimo o energiji vode u smislu obnovljivih izvora uglavnom se podrazumijevaju samo male hidroelektrane (do 5, odnosno do 10 MW), a ne i sve hidroelektrane. Osnovni je razlog tome pojam „održivosti“, odnosno ostvarenja najmanjeg mogućeg utjecaja na okoliš, što je usko povezano s pojmom obnovljivih

¹⁰ Energetika-net, *Prva hrvatska geotermalna elektrana uskoro u pogonu*, [website], 2016, <http://www.energetika-net.com/u-fokusu/res-publica/prva-hrvatska-geotermalna-elektrana-uskoro-u-pogonu-22403> (pristupljeno 11.11.2016.)

¹¹ B. Labudović, B., *Obnovljivi izvori energije*, Zagreb, Energetika marketing d.o.o., 2002, str.333

¹² Z. Matić, *Hidroelektrane u Hrvatskoj*, Zagreb, Hrvatska elektroprivreda d.d., 2004., str. 14.

izvora. Kod velikih je hidroelektrana utjecaj na okoliš vrlo velik jer redovito dolazi do značajnih promjena krajolika zbog potapanja čitavih dolina pa i naselja, velikih emisija metana (od truljenja potopljenih biljaka), lokalnih promjena klime zbog velikih količina vode itd. Za razliku od toga, utjecaj na okoliš malih hidroelektrana je bitno manji jer se nerijetko mogu dobro uklopiti u krajolik (npr. iskorištavanjem postojećih hidroenergetskih sustava, napuštenih mlinova i sl), mala je potrošnja energije za njihovu izgradnju (kumulativna emisija) itd.

Procjenjuje se da u Republici Hrvatskoj postoji neiskorišteni hidroenergetski potencijal od oko 6.000 GWh što iznosi oko 59% ukupno nedostajuće energije.

2.5.1. Energija valova

Energija valova je oblik transformirane Sunčeve energije koja stvara stalne vjetrove na nekim dijelovima Zemlje. Ti vjetrovi uzrokuju stalnu valovitost na određenim područjima i to su mjesta na kojima je moguće iskorištavanje njihove energije. Dokle god se valovi gibaju sporijom brzinom od vjetra nad valovima, postoji izmjena energije s vjetra na valove. Zbog razlike u tlaku zraka između privjetrine i zavjetrine valnog brijega te trenja na površini vode uvjetovano je gibanjem vjetra, a uzrok je smičnog naprezanja koje rezultira rastom valova. Visina vala je određena brzinom vjetra, trajanjem puhanja vjetra, dometa (udaljenost preko koje vjetar pobuđuje valove), dubinom i topografijom morskog dna (koja može fokusirati ili disperzirati energiju valova). Postoji određena brzina vjetra čijim prelaskom valovi neće više rasti. Kada se ta granica dosegne kaže se da je more „potpuno razvijeno“. Generalno, veći valovi su jači, ali snaga vala je također determinirana njegovom brzinom, valnom duljinom i gustoćom vode. Veliki problem kod takvog iskorištavanja energije je da elektrane treba graditi na pučini jer u blizini obale valovi slabe. To znatno povećava cijenu gradnje, ali nastaju i problemi prijenosa te energije do korisnika. Rezultati u trenutnoj fazi dospjeli su tek do prototipova i demonstracijskih uređaja.¹³

Glavni problem s energijom valova predstavlja činjenica što se taj izvor energije ne može ravnomjerno koristiti u svim dijelovima svijeta. Upravo zbog tog

¹³ F. Prebeg, *Energija morskih valova*, [website], 2008, <http://www.gradimo.hr/clanak/energija-morskih-valova/24067> (pristupljeno 15.05.2015.)

razloga što se energija valova ne može koristiti u svim dijelovima svijeta mnoga su istraživanja posvećena upravo rješavanju tog problema ravnomjernosti. No većina tehnologija za iskorištavanje energije valova još uvijek je orijentirana blizu obale, ili na samoj obali, a razlika među njima je u njihovoj orijentaciji prema valovima s kojima su u interakciji, te sa radnim principom uz pomoć kojega se energija valova pretvara u željeni oblik energije.¹⁴

Postojeće elektrane možemo podijeliti po metodi hvatanja vala (apsorpcijom, prigušivanjem – paralelne širenju vala i opterećenjem – okomite širenju vala), te po lokaciji (obalne – fiksni obalni objekti i offshore – usidrene plutače koje se gibaju na valovima). Jedan od načina je da val ulazi u prostoriju te istiskuje zrak iz nje. Taj zrak pokreće turbinu koja onda može pokretati generator. Kada val izlazi iz prostorije, zrak ulazi u prostoriju kroz prolaz koji je inače zatvoren. Drugi način upotrijebiti vertikalno kretanje valova (gore - dolje) za pokretanje klipa unutar cilindra. Taj klip također može pokretati generator.

2.5.2. Energija plime i oseke

Energija plime i oseke dolazi od gravitacijskih sila Sunca i Mjeseca. Za sad još nema većih komercijalnih dosega na eksploataciji te energije, ali potencijal je veliki. Ta se energija može dobivati tamo gdje su morske mijene izrazito naglašene (npr. ima mjesta gdje je razlika između plime i oseke veća od 10 metara).

Plimne elektrane možemo podijeliti na konvencionalne (nalik hidroelektrani na rijeci), zatim Tidal Fence (plimna ograda) i Tidal Turbine (plimna turbina).

Princip je jednostavan i vrlo je sličan principu hidroelektrane. Na ulazu u neki zaljev postavi se brana i kad se razina vode digne propušta se preko turbine u zaljev. Kad se zaljev napuni, brana se zatvara i čeka se da razina vode padne. Tad se voda po istom principu propušta van iz zaljeva. U jednostavnijem slučaju, voda se propušta kroz turbine samo u jednom smjeru i u tom slučaju turbine su jednostavnije (jednosmjerne, a ne dvosmjerne).

Glavni problemi kod takvog iskorištavanja energije plime i oseke su nestalnost (treba čekati da se razina vode digne dovoljno, ili da padne dovoljno) i mali broj mjesta

¹⁴ Izvori energije, *Energija oceana* (ocean energy), [website], 2008, http://www.izvorienergije.com/energija_oceana.html (pristupljeno 02.10.2016.)

pogodnih za iskorištavanje takvog oblika energije. Brojni su nedostaci konvencionalne plimne elektrane: visoka početna cijena izgradnje, mali broj lokacija pogodnih za izgradnju takvog postrojenja, te brane priječe migracijski put riba i prirodnu izmjenu tvari čime se uništavaju staništa.

Najpoznatija je elektrana na ušću rijeke Rance u Francuskoj izgrađena 1960-ih koja još uvijek radi. Rusija je izgradila malu elektranu kod Murmanska, Kanada u zaljevu Fundy, Kina nekoliko elektrana, ali niti jedna od tih zemalja nije ostvarila značajan napredak.

Kod plimne turbine (Tidal Turbine) tehnologija je slična vjetrenjačama na kopnu. Plimna turbina promjera 15 metara generira količinu energije ekvivalentnu onoj 60-metarske vjetrenjače. Polja ovakvih plimnih turbina grade se na morskom dnu na dubini od 20-30 metara na mjestima snažnih struja

Alternativni način korištenja odnosi se na lokaciju elektrana u morskim tjesnacima gdje se zbog kanaliziranja plimnog vala povećava njegova energija, a kao pogon generatora koristile bi se podvodne turbine slične kao kod vjetroelektrana. Na isti način nastoji se iskoristiti i energija morskih struja, ali je ta tehnologija još u povojima.

2.6. Vodik

Vodik se već dulje vrijeme smatra jednim od najozbiljnijih kandidata za gorivo budućnosti, a u posljednjih se nekoliko desetljeća uspješno koristi u svemirskom programu. Njegove su prednosti očite: može se pretvoriti u korisne oblike energije na nekoliko načina, uz visoku efikasnost i bez ikakvih štetnih posljedica za okoliš. Uz to je obnovljivo gorivo: može se proizvesti iz vode, a rezultat njegove uporabe ponovno je voda. Kada se poveže s drugim obnovljivim izvorima energije, dobiva se trajan i ekološki prihvatljiv energetska sustav.

Vodik kao gorivo ima mnogobrojne primjene. Najočitije su one u svemirskom pogonu gdje je gotovo nezamjenjiv. Njegove su prednosti u zračnom prometu nebrojene: lakši je od kerozina i u slučaju nesreća sigurniji. Već se radi na razvoju putničkog zrakoplova na pogon vodikom, a Njemačka i Rusija su prije nekoliko godina sklopile sporazum o zajedničkom razvoju zrakoplovnog mlaznog motora pokretanog vodikom, dok je još 1988. godine u Rusiji obavljen prvi probni let zrakoplova s jednim od motora preuređenih za pogon vodikom.

Prednosti vodika kao alternativnog goriva su:

- visoka energetska vrijednost,
- neograničene količine dostupne u spojevima,
- ekološki je prihvatljivo gorivo jer je produkt izgaranja voda,
- cjevovodima se može razvoditi na daljinu,
- lakše se skladišti i čuva nego električna energija.

Vodik se može proizvesti iz obnovljivih izvora energije čime se stvara čist i permanentan energetski sustav. Međutim, vodik se danas najviše proizvodi reformacijom prirodnog plina. Postupci proizvodnje vodika iz nafte, naftnih derivata i ugljena su također razvijeni. Prirodni plin, nafta i ugljen u njima služe i kao sirovina koja sadržava vodik i kao izvor energije potrebne za pretvorbu.

Za proizvodnju vodika iz obnovljivih izvora energije idealna je sirovina voda (H_2O). Postupci proizvodnje vodika iz vode obuhvaćaju elektrolizu, termolizu, termokemijske reakcije, fotokemijske i biološke procese. Iako su svi ti procesi demonstrirani u laboratorijima ili probnim postrojenjima, jedini proces koji je tehnološki razvijen i praktički primjenjiv jest elektroliza vode. Ovako dobiveni vodik pohranjuje se u posebne spremnike. Postupci pohrane vodika u spremnike smanjivanjem volumena (stlačivanjem) poznati su već stotinjak godina. Osnovni je nedostatak takvih spremnika njihova prilično velika masa u odnosu na masu pohranjenog vodika. Ipak, to se u posljednje vrijeme rješava primjenom kompozitnih materijala što također omogućava više tlakove. Hlađenjem stlačenog vodika do niskih temperatura (npr. $-193\text{ }^{\circ}\text{C}$) može se povećati količina pohranjenog plina. Još jedan problem koji se javlja prilikom čuvanja vodika je da je molekula vodika mala i „bježi“ kroz čelik. Stoga se trenutno u svijetu razvijaju svojevrsni "kemijski spremnici" vodika, tvari uz koje bi se vodik vezao da ga se može lakše uskladištiti u malom volumenu te jednostavnije koristiti. Pojednostavljeno rečeno, ti materijali vežu vodik uz sebe kao spužva, i to pri mnogo nižem tlaku no sadašnji spremnici.

3. UTJECAJ UVOĐENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA ODRŽIVI RAZVOJ U REPUBLICI HRVATSKOJ

Obnovljivi izvori energije uz energetske efikasnost predstavljaju glavne temelje energetske sigurnosti, održive energetike i ublažavanja klimatskih promjena. Glavni uzročnik globalnih klimatskih promjena je emisija stakleničkih plinova, a energetika u njima sudjeluje s približno 61% udjela. Stoga su scenariji razvoja energetike usmjereni na smanjivanje emisije stakleničkih plinova bržim širenjem obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti.

Obnovljivi izvori energije imaju značajnu ulogu u obuzdavanju emisije ugljičnog dioksida (CO₂) i ostalih stakleničkih plinova što je podjednako važan cilj na razini EU i za Hrvatsku. Povećani udio obnovljivih izvora povećava ukupnu održivost te doprinosi sigurnosti opskrbe energijom u vremenu rastuće ovisnosti o uvozu i nestabilnih cijena energije.

3.1. Prednosti korištenja obnovljivih izvora energije

Obnovljivi izvori energije, uz eksponencijalni rast potražnje za energijom tijekom posljednjih desetljeća, postaju važan dodatni energetske resurs u zadovoljenju potreba, prije svega za električnom energijom. Iskorištavanje prirodnih, neograničenih energetske resursa iz okoliša s ciljem njihove pretvorbe u električnu energiju, daje obnovljivim izvorima energije brojne prednosti u njihovu korištenju, prije svega one očuvanja okoliša. Navedeno se potvrđuje činjenicom da obnovljivi izvori proizvodnjom električne energije sudjeluju s gotovo nula posto emisije stakleničkih plinova i ostalog onečišćenja zraka.¹⁵

Prednost u korištenju obnovljivih izvora energije očituje se u **poticanju razvoja gospodarstva**, odnosno razvoja energetske sektora i svih pratećih djelatnosti koje su vezane za tu industriju. Obnovljivi izvori imaju znatan učinak multiplikatora na one države čija je industrija sposobna proizvoditi energetske strojeve i opremu temeljenu na tehnološkim inovacijama osobito kod njihova izvoza.¹⁶ Najvažnija dobrobit od primjene obnovljivih izvora energije može biti **inovacija** koja potiče tehničke

¹⁵ United Nations Development Programme, *World energy assessment: Energy and the challenge of sustainability*, 2000.

¹⁶ G. Granić, *Kako promišljati energetske budućnost?*, Poslovna biblioteka, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2010.

promjene u novim tržišnim strukturama. Dugoročno, tehnološke promjene i inovacije povećavaju potražnju za kvalificiranom radnom snagom. Stvaranje novih mogućnosti za ulaganja u „zelenu“ energiju, istraživanja i inovacije većim je dijelom posljedica klimatskih promjena te politika za očuvanje okoliša. Ciljane politike trebale bi biti usmjerene ka smanjenju institucionalnih i tržišnih barijera te uklanjanju ograničenja za nove tehnologije i tržišta. Jedna od takvih mjera je i ekonomski razvoj temeljen na energiji koji integrira ekonomski razvoj i energetske politiku u novo područje upravljanja nacionalnom ekonomijom.

Ekonomski razvoj temeljen na energiji definira se kao proces u kojem donositelji odluka ekonomskog i energetskeg planiranja i razvoja, vladini dužnosnici i ostala tijela javne vlasti, energetske regulatori, industrija i komunalne djelatnosti, odnosno njihovi menadžeri i rukovoditelji, te ostali dionici na tržištu nastoje povećati energetske efikasnost i/ili diverzifikaciju resursa na način koji doprinosi otvaranju novih radnih mjesta i zadržavanju zaposlenosti te potiče regionalno blagostanje.¹⁷ Suština koncepta ekonomskog razvoja temeljenog na energiji je u ostvarenju ekonomskih i energetskeg razvojnih potreba. Pri tome se temeljni ciljevi odnose na povećanje energetske efikasnosti, diverzifikaciju resursa, unaprjeđenje industrije, gospodarski rast i razvoj, razvijanje poduzetništva, poticanje tehnoloških inovacija te povećanje razine zaposlenosti i usavršavanja. Upravo energetske diverzifikacije, energetske samodostatnosti i unaprjeđenje tehnoloških inovacija razvijaju regionalnu konkurentnost i pružaju mogućnosti za stvaranje novih radnih mjesta, pogotovo kada je fokus usmjeren na obnovljive izvore energije.

Općenito se smatra da obnovljivi izvori energije snažno djeluju na **povećanje zaposlenosti**, pogotovo na zapošljavanje lokalnog stanovništva gdje se određeni obnovljivi izvor i nalazi. Istraživanja su pokazala da navedeno nije u potpunosti ispravno, već se značajno razlikuje ovisno o stupnju aktivnosti životnog ciklusa postrojenja koji eksploatira obnovljivi izvor energije. Iako svaki segment obnovljivog izvora energije ima specifične karakteristike, svi imaju zajednički životni ciklus koji uključuje pet faza¹⁸

¹⁷ S. Carley, et al., *Energy-based economic development*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.15, o. 1, 2011, pp. 282-295..

¹⁸ S.E. Llera, et al., *Local impact of renewables on employment*, Assessment methodology and case study, Vol. 14, 2010, pp. 679-690.

1. istraživanje i projektiranje;
2. razvoj i proizvodnja;
3. izgradnja i postavljanje;
4. funkcioniranje i održavanje i/ili servisiranje;
5. modernizacija ili rastavljanje

Kako bi se adekvatno prikazao utjecaj životnog ciklusa energetskeg postrojenja na stvaranje radnih mjesta i trajanja zaposlenosti, prethodno navedenih pet faza modificira se na tri osnovne faze. One se sastoje od tehnološkog razvoja, instalacije ili rastavljanja energetskeg postrojenja te upravljanja i održavanja postrojenja.

Tablica 1. Faze životnog ciklusa energetskeg postrojenja i utjecaj na zaposlenost

Faze	Otvaranje novih radnih mjesta	Mjesto zaposlenosti	Trajanje zaposlenosti	Razina specijalizacije
Tehnološki razvoj	Srednje	Od inozemnog prema lokalnom	Trajno	Vrlo visoka
Instalacija/Rastavljanje	Visoko	Od lokalnog prema inozemnom	Privremeno	Visoka
Upravljanje i održavanje	Nisko	Lokalno	Trajno	Srednja

Izvor: Llera, S.E. et al., *Local impact of renewables on employment*, 2010. [online] http://www.academia.edu/23174343/Local_impact_of_renewables_on_employment_Assessment_methodology_and_case_study (pristupljeno: 15.11.2016.)

Tablica 1. prikazuje osnovne karakteristike elemenata zaposlenosti koje se javljaju u svakoj od tri faze djelovanja energetskeg poduzeća. Prva i druga faza, odnosno faza istraživanja i projektiranja te razvoja i proizvodnje promatraju se kao zasebna cjelina zbog velike komplementarnosti između tih područja te nastaje nova početna faza životnog ciklusa „tehnološki razvoj“. Treća i peta faza odnosno faza izgradnje i postavljanja te modernizacije ili rastavljanja čine jedinstvenu fazu „instalacija/rastavljanje“, jer se ne razlikuju u uvjetima vrste aktivnosti i karakteristikama angažirane zaposlenosti. Aktivnosti uključene u održavanje poslovanja energetskeg postrojenja su treća i zadnja faza životnog ciklusa.

Pored brojnih pozitivnih strana korištenja obnovljivih izvora energije koje se očituju u vidu **ekoloških prednosti**, **smanjivanja potrošnje fosilnih goriva** i **uvozne**

ovisnosti, poticanja gospodarskog razvoja te utjecaja na povećanje zaposlenosti, prisutnost obnovljivih izvora energije u **ruralnim područjima može doprinijeti njihovom ekonomskom razvoju**. Takvo okruženje pogodno je za investiranje u postrojenja obnovljivih izvora energije prvenstveno zbog nedostataka alternativnih razvojnih projekata na tom području, mogućnosti zapošljavanja lokalnog stanovništva itd. Na taj način, obnovljivi izvori energije, uz to što su **dodatni izvori energije** konvencionalnoj elektroenergetskoj industriji, osiguravaju prijeko potrebnu električnu energiju na onim područjima u kojima je elektroenergetska mreža nedovoljno razvijena. Proširenje elektroenergetske mreže u ruralnim područjima nije ekonomski održivo zbog visokih troškova distribucije električne energije i povezanih gubitaka energije u prijenosnoj mreži. Stoga, električna energija izvan mreže, koja je proizvedena hibridnim sustavom obnovljivih izvora energije, tj. energetske sustavom s mogućnošću skladištenja energije ili proizvodnje električne energije iz višestrukih obnovljivih energetske resursa, omogućava širenje ruralnih kapaciteta elektrifikacije te ima značajne prednosti za društvenu zajednicu.¹⁹

Sveobuhvatan pokazatelj onečišćenja okoliša koji je uzrokovan određenim tipom energetske postrojenja u djelatnosti proizvodnje električne energije može se odrediti vijekom trajanja pojedine elektrane. Ako se promatra ukupni životni ciklus postrojenja koje koristi obnovljivi izvor energije, emisija stakleničkih plinova izražena u ekvivalentu ugljikova dioksida (CO₂) je iznimno mala, odnosno zanemariva.

Upravo su negativne eksternalije uzrokovane onečišćenjem od izgaranja konvencionalnih, fosilnih goriva jedan od glavnih argumenata promicanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora. Kao ekološki prihvatljivi energetske resursi, obnovljivi izvori energije se prvenstveno pojavljuju u elektroenergetskom sustavu kao dodatna podrška već postojećim konvencionalnim energetske postrojenjima u pružanju dodatnih količina električne energije. Time se izravno utječe na smanjivanje energetske fosilnog goriva koji bi se inače utrošilo u konvencionalnoj elektrani za proizvodnju jednake količine energije. Također, obnovljivi izvori energije smanjuju ovisnost o uvozu, i to prije svega električne energije, ali i uvozu potrebnih fosilnih energetske resursa, tj. goriva kojima se proizvodi električna energija.

¹⁹ H. Borhanazad et al., *Potential application of renewable energy for rural electrification in Malaysia*, Renewable Energy, Vol. 59, 2013, pp. 210-219.

3.2. Nedostaci korištenja obnovljivih izvora energije

Uz višestruke prednosti korištenja obnovljivih izvora energije, pojavljuju se i određeni nedostaci te ograničenja u njihovoj svakodnevnoj upotrebi. Prije svega zbog svojih prirodnih obilježja, obnovljivi izvori energije u potpunosti **ovise o geografskom razmještaju i vremenskim uvjetima**, tj. **nestalnost i nepredvidljivost** obnovljivog izvora predstavlja znatno ograničenje i poteškoću u proizvodnji električne energije. Navedeno ograničenje se može ublažiti kvalitetnim planiranjem i pomnim odabirom lokacije za određeni obnovljivi izvor energije. Također, zbog velikih dnevnih oscilacija u dostupnosti obnovljivog izvora temeljem kojeg se stvara električna energija, nužno je razmotriti **moгуćnosti prihvata** obnovljive električne energije u elektroenergetski sustav. U mreži elektroenergetskog sustava neprestano mora postojati dovoljna pričuva u vidu raspoložive instalirane snage energetskog postrojenja koja može otkloniti nedostatak koji nastaje kada pojedini obnovljivi izvor energije nije dostupan. Nadalje, elektroenergetska mreža na određenoj lokaciji može primiti samo određenu količinu električne energije bez opasnosti od preopterećenja ili narušavanja stabilnosti elektroenergetskog sustava. Ističe se da najveće **poteškoće s prihvatom** u mrežu elektroenergetskog sustava predstavljaju vjetroenergetska poduzeća, prvenstveno zbog relativno visokih instaliranih kapaciteta vjetroelektrana, te se stoga njihova snaga mora ograničiti u pojedinom elektroenergetskom sustavu s ciljem osiguranja stabilnog i sigurnog djelovanja cjelokupnog energetskog sektora.

Uspoređujući obnovljive izvore energije s tradicionalnim fosilnim energetskim resursima, tada obnovljivi izvori imaju **manjak sposobnosti proizvodnje električne energije**, odnosno nisu u stanju proizvesti toliko velike količine električne energije kao elektrane s fosilnom gorivima. Da bi se pokušao umanjiti navedeni nedostatak, potrebno je dodatno ulagati u razvoj tehnologija obnovljivih izvora energije ali i graditi više obnovljivih energetskih postrojenja.²⁰ Obnovljivi izvori energije također imaju manji odnos instalirane snage postrojenja (u MW) ili proizvodnje električne energije (u GWh) u odnosu na površinu područja (u m²) koju elektrana zauzima u usporedbi s energetskim postrojenjima na fosilne resurse. Postrojenja obnovljivih izvora trebaju imati daleko veću površinu prostora u odnosu na termoelektrane u proizvodnji jednake količine energije. Osim potrebne površine prostora, obnovljivi izvori energije

²⁰ A. Agbola, *Public Sensitisation on the Adoption of Renewable Energy in Nigeria: Communicating in the Way Forward*. IOSR Journal Of Humanities And Social Science, Vol. 19, No. 5, 2014.pp.74-81.

ostvaruju i relativno **manju energetska efikasnost**, uz izuzetak elektrana na vodne resurse i vjetroelektrana. Efikasnost u proizvodnji električne energije može se definirati kao omjer između upotrebljivog outputa električne energije nastalog u proizvodnom subjektu u određenoj jedinici vremena i energetske vrijednosti resursa energije isporučene u proizvodni subjekt u isto vrijeme.²¹

Elektrane na biomasu i bioplin imaju iskoristivost od 30 do 40%, elektrane na otpad od 22 do 28%, dok najmanju energetska efikasnost od 15% imaju fotonaponske i geotermalne elektrane. S druge strane, najvišu energetska efikasnost od 95% imaju velike hidroelektrane koje se, iako sadrže obnovljive vodne resurse, ne klasificiraju kao obnovljivi izvori energije. Velike hidroelektrane imaju najefikasniju tehnologiju za proizvodnju električne energije. Izrazito visoku efikasnost od čak 90% posjeduju elektrane na vodne resurse, odnosno male hidroelektrane i elektrane na plimu i oseku.

Zbog svojih prirodnih obilježja i raspoloživosti energije, obnovljivi izvori općenito djeluju manji broj sati u jednoj godini pri punoj snazi, odnosno pri maksimalno iskorištenim kapacitetima u odnosu na fosilna energetska postrojenja. Primjerice, uz konstataciju da jedna kalendarska godina sadrži 8.760 sati, termoelektrane na ugljen ili plin mogu u prosjeku raditi čak i do 7.500 sati godišnje pri punoj snazi, dok obnovljivi izvori energije (energija vjetra ili solarna energija) u prosjeku djeluju samo oko 2.000 sati godišnje pri maksimalnoj snazi.²² Navodi se da vjetroelektrane na kopnu uobičajeno rade od 2.000 do 2.500 sati godišnje, dok vjetroelektrane na moru funkcioniraju čak 4.000 sati godišnje. Potrebno je istaknuti i pokazatelj faktora kapaciteta koji predstavljaju omjer stvarne količine energije isporučene u elektroenergetsku mrežu tijekom godine i potencijalne količine energije koja bi mogla biti proizvedena ukoliko bi elektrana radila pri maksimalnoj snazi. Obnovljivi izvori energije imaju znatno **niži faktor kapaciteta** od elektrana na fosilna goriva. Tako npr. vjetroelektrane imaju faktor kapaciteta samo oko 20 do 35% ovisno o karakteristikama vjetra i geografskom položaju te tehničkim mogućnostima vjetroagregata u usporedbi s oko 60% faktora kapaciteta drugih oblika elektrana u proizvodnji električne energije.

²¹ L. Honorio et al., *Efficiency in electricity generation Eurelectric* – Union of the Electricity Industry, Brussels, Belgium, 2003.

²² M. Blesl, S. Wissel, O. Mayer-Spohn, *Private Costs of Electricity and Heat Generation*, Cost Assessment of Sustainable Energy Systems, 2008, pp. 1-47.

Značajan nedostatak veće upotrebe obnovljivih izvora energije je njihova relativno **visoka cijena proizvodnje električne energije**. To se osobito odnosi na elektrane koje koriste energiju mora, čija je tehnologija izrazito skupa te zbog specifičnosti lokacije. Stoga, navedeni izvor energije sudjeluje u zanemarivom udjelu u proizvodnji električne energije. Visok trošak predstavlja i izgradnja fotonaponskih sustava, također zbog visoke cijene tehnologije te složenosti izrade solarnih panela.

Može se konstatirati da obnovljivi izvori energije imaju brojne prednosti i nedostatke u osiguravanju dodatnih količina električne energije, te se njihova primjena, prije svega treba sagledavati u kontekstu unapređenja elektroenergetskog sektora i razvoja nacionalnog gospodarstva.

Tablica 2. Prednosti i nedostaci korištenja obnovljivih izvora energije

Prednosti	Nedostaci
Očuvanje okoliša (smanjena emisija stakleničkih plinova)	Ovisnost o vremenskim uvjetima
Smanjena potrošnja fosilnih goriva	Nekontinuiranost i nepredvidivost
Smanjena ovisnost o uvozu energije	Prihvat obnovljive električne energije u elektroenergetski sustav
Poticanje razvoja inovacija i gospodarstva	Niska sposobnost proizvodnje električne energije
Povećanje zaposlenosti	Niska energetska efikasnost
Razvoj ruralnih područja	Niska maksimalna iskorištenost kapaciteta
Smanjenje energetske oskudice	Relativno visoka cijena proizvodnje električne energije

Izvor: Izrada autorice

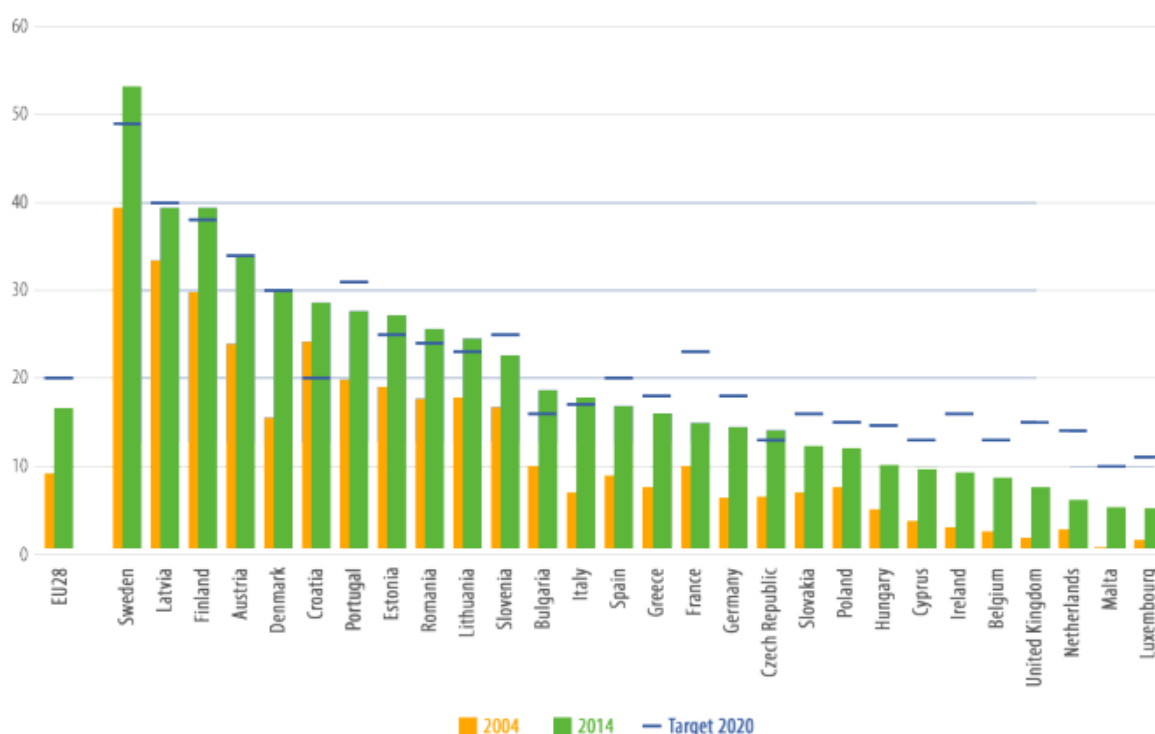
3.3. Stanje u zemljama Europske unije

Zajedničke aktivnosti u području energetske politike počinju se razvijati sredinom 2000-ih donošenjem Energetske politike za Europu (Energy Policy for Europe, EPE) i Akcijskog plana za razdoblje 2007.-2012. s ciljevima veće sigurnosti opskrbe energijom, osiguranje konkurentnosti europskih gospodarstava i dostupnosti energije te promicanje održivosti okoliša i borbe protiv klimatskih promjena.²³

Definiran je i cilj strategije Europa 2020 kojim se planira do 2020 godine smanjiti emisija stakleničkih plinova za 20 % (u slučaju dobrih uvjeta čak i za 30 %), povećanje udjela obnovljivih izvora energije na 20 % te 20 %-tno povećanje energetske efikasnosti. Postizanjem ovih ciljeva, otvorio bi se put za lakše ostvarenje glavnog cilja za 2050. godinu – dekarbonizacije, odnosno smanjivanja emisije CO₂ u svim zemljama članicama.

U realizaciji energetske strategije mnoge zemlje članice EU povećavaju udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije.

Slika 8. Udio OIE u energetske potrošnji pojedinih država u 2014. godini uz prikazani cilj 2020.

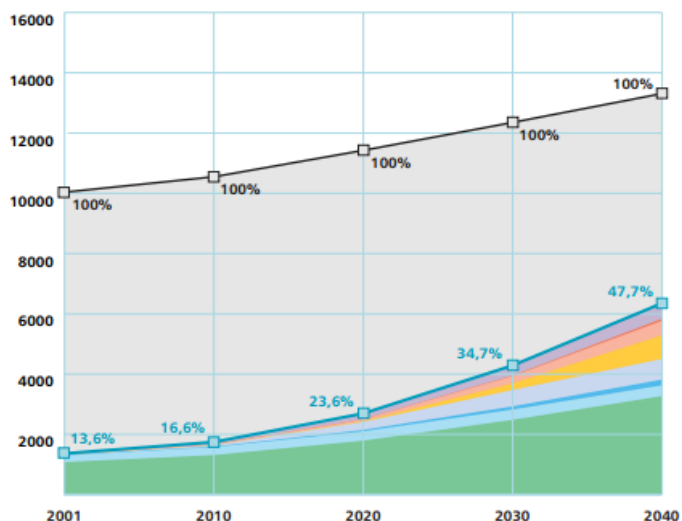


Izvor: Eurostat, *Shedding light on energy in the EU*, Newsrelease, 2016, [online] <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/> (pristupljeno 12.10.2016.)

²³ I. Kersan-Škabić, *Ekonomija Europske unije*, Pula, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli. Fakultet ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“, 2015, str.445

Udio obnovljive energije u ukupnoj potrošnji energije rastao je kontinuirano od 2004. do 2014. godine i to sa 8.5% na 16.0%, približavajući se planiranom cilju od 20% do 2020.godine. Najveći udio obnovljive energije među zemljama članicama EU bio je u Švedskoj (52.6%), zatim Latviji i Finskoj (38.7%), dok najniže udjele imaju Luksemburg (4.5%), Malta (4.7%), Nizozemska (5.5%), te Velika Britanija (7.0%) Razlike proizlaze iz varijacija u prirodnim resursima uglavnom u potencijalu izgradnje hidroelektrana i raspoloživosti biomase. Sve države članice povećale su svoj udio obnovljive energije od 2004-2014, od čega je dvanaest članica svoj udio najmanje udvostručila.

Slika 9. Projekcija ukupne potrošnje energije za EU (Mtoe)



Izvor: Renewable Energy Scenario to 2040, *Half of the Global energy supply from renewables in 2040*, [online] <http://www.censolar.es/erec2040.pdf> (pristupljeno 12.10.2016.)

Europsko vijeće za obnovljivu energiju (EREC) postavilo je scenarij da obnovljiva energija 2040. godine čini gotovo polovinu ukupne potrošnje energije u EU. Prema tim projekcijama udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije u EU trebao bi se povećati sa 13% 2001. na 47,7% 2040. godine. Zastupljenost obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije trebalo bi povećati sa 19% u 2001. na 82% u 2040. godini.

3.4. Stanje u Republici Hrvatskoj

Europska unija preuzela je glavnu ulogu u svijetu u provedbi smanjivanja emisija stakleničkih plinova i svoju je cjelokupnu politiku usmjerila u razvoj niskougljičnoga gospodarstva. Ciljevi Europske unije su do 2020. godine 20%-tno smanjenje emisije ugljikova dioksida u odnosu na polaznu godinu, 1990., 20%-tno povećanje udjela obnovljivih izvora energije i 20%-tno povećanje energetske učinkovitosti. Hrvatska je još 2012. godine ispunila ciljeve Protokola iz Kyota te ostvarili 17,3%-tno smanjenje emisija u odnosu na 1990.

Prema statističkim podacima o udjelu obnovljivih izvora energije Republika Hrvatska se nalazi u prosjeku članica EU. Međutim, podaci o potrošnji i vlastitoj proizvodnji električne energije bez emisija CO₂ otkrivaju manjak električne energije koji je potrebno nadoknaditi uvozom. Kako se radi o ogromnim sredstvima koja se odlijevaju izvan granica Republike Hrvatske razmatrana je mogućnost proizvodnje manjkajuće količine električne energije iz obnovljivih izvora za koje nema troškova za kupovinu prava za emisije CO₂ (biomasa, hidroenergija, geotermalna energija), a za neke oblike nema niti troškova za gorivo. Ustanovljeno je da zbog nedovoljnog energetskog potencijala navedenih vrsta obnovljivih izvora energije manjkavu količinu energije nije moguće u potpunosti realizirati te je nužno predvidjeti značajno veće udjele energije vjetra i Sunca. Stoga će biti potrebno provesti niz mjera koje će omogućiti povećanje kapaciteta vjetroelektrana i solarnih elektrana kroz poticanje ulaganja potencijalnih investitora u te izvore energije.

Tablica 3. Podaci o ukupnoj potrošnji električne energije

	2012 [TWh]	2013 [TWh]	2014 [TWh]
Ukupna potrošnja el. energije	18.21	17.92	16.90
Postojeća domaća proizvodnja el. energije iz hidroelektrane	4.80	8.11	9.20
Postojeća domaća proizvodnja el. energije iz vjetroelektrane	0.33	0,52	0,73
Postojeća proizvodnja NE Krško (50%)	2.80	2.52	3.0
Manjak	10.28	6.77	3.97

Izvor: Izrada autorice

Energetska bilanca proizvodnje i potrošnje električne energije u RH za 2012. g.²⁴ pokazuje kako se u bilanci pojavljuje manjak od oko 10.3 TWh godišnje. Te je godine proizvodnja električne energije iz hidroelektrana (4.80 TWh) bila osjetno manja u usporedbi s proizvodnjom 2013. godine,²⁵ a naročito 2014²⁶. godine. Zato smo uzeli 2012. godinu kao primjer kada bi morali ostali obnovljivi izvori energije nadomjestiti podbačenu proizvodnju iz hidroelektrana koja jako ovisi o količini godišnjih padalina, dok kod ostalih OIE takvih drastičnih varijacija odnosno nestanka izvora energije nema. Proizvodnju električne energije u državi trebalo bi uspostaviti tako da zadovolji elektroenergetske potrebe i pod najnepovoljnijim uvjetima, pa ćemo zato primjer u nastavku temeljiti na 2012. godini.

Iz tablice je vidljivo kako se u bilanci pojavljuje manjak koji se može namiriti proizvodnjom u postojećim domaćim termoelektranama, uvozom ili kombinacijom jednog i drugog. Uz realnu pretpostavku jedinične cijene električne energije od 50 EUR/MWh na godišnjoj razini za uvoz električne energije u 2014. godini valjalo bi izdvojiti oko 198 milijuna EUR.

Za proizvodnju navedenog manjka električne energije u domaćim termoelektranama valja kupiti emisijska prava za emisije CO₂ u iznosu od oko 8 milijuna tona na godinu. Očekivana jedinična cijena emisije CO₂ iznosi najmanje 15 EUR/t što bi na godišnjoj razini iznosilo oko 120 milijuna EUR bez troškova goriva. Ukoliko bi se ovom trošku dodali troškovi goriva koji su najčešće uvozne naravi, a iznose cca 800 milijuna EUR godišnje dolazimo do ukupnog iznosa od oko 920 milijuna EUR koji bi iznos bilo potrebno svake godine osigurati za proizvodnju električne energije u postojećim elektranama.²⁷

Za uvoz električne energije u navedenom iznosu od 3,97 TWh, potrebno je izdvojiti cca 200 milijuna EUR uz realnu cijenu od 50 EUR/MWh.

²⁴ MINGO, *Energija u Hrvatskoj 2012*, Godišnji energetske pregled, Zagreb, 2013, [online], [http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012_web%20\(1\).pdf](http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012_web%20(1).pdf) (pristupljeno: 22.11.2016.)

²⁵ MINGO, *Energija u Hrvatskoj 2013*, Godišnji energetske pregled, Zagreb, 2014, [online], <http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2015/02/Energija2013.pdf> (pristupljeno: 22.11.2016.)

²⁶ MINGO, *Energija u Hrvatskoj 2014*, Godišnji energetske pregled, Zagreb, 2015, [online], http://www.mingo.hr/public/energetika/EuHR_2014_finalna.pdf (pristupljeno: 22.11.2016.)

²⁷ B. Franković, P. Blecich, A. Hustić, *Utjecaj uvođenja obnovljivih izvora energije na održivi razvoj energetske sustava Republike Hrvatske s osvrtom na emisije stakleničkih plinova*, Zagreb, 24. Forum Dani energije u Hrvatskoj, 2015.

Iz prethodne analize razvidno je da postojeći model opskrbe električnom energijom iziskuje ogromna financijska sredstva za uvoz električne energije, odnosno za uvoz energenata i kupovinu emisijskih prava za CO₂. Stoga je potrebno, bez obzira na trenutno prihvatljive statističke pokazatelje o stanju razvoja obnovljivih izvora energije s obzirom na zahtjeve EU, snažnije se osloniti na proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora.

Za svaki od pet oblika obnovljive energije – biomasu, hidroenergiju, geotermalnu energiju, energiju vjetra i energiju sunca ne pojavljuje se trošak kupovine prava za emisije CO₂, a za sve njih, osim za biomasu, nema niti troškova za gorivo.

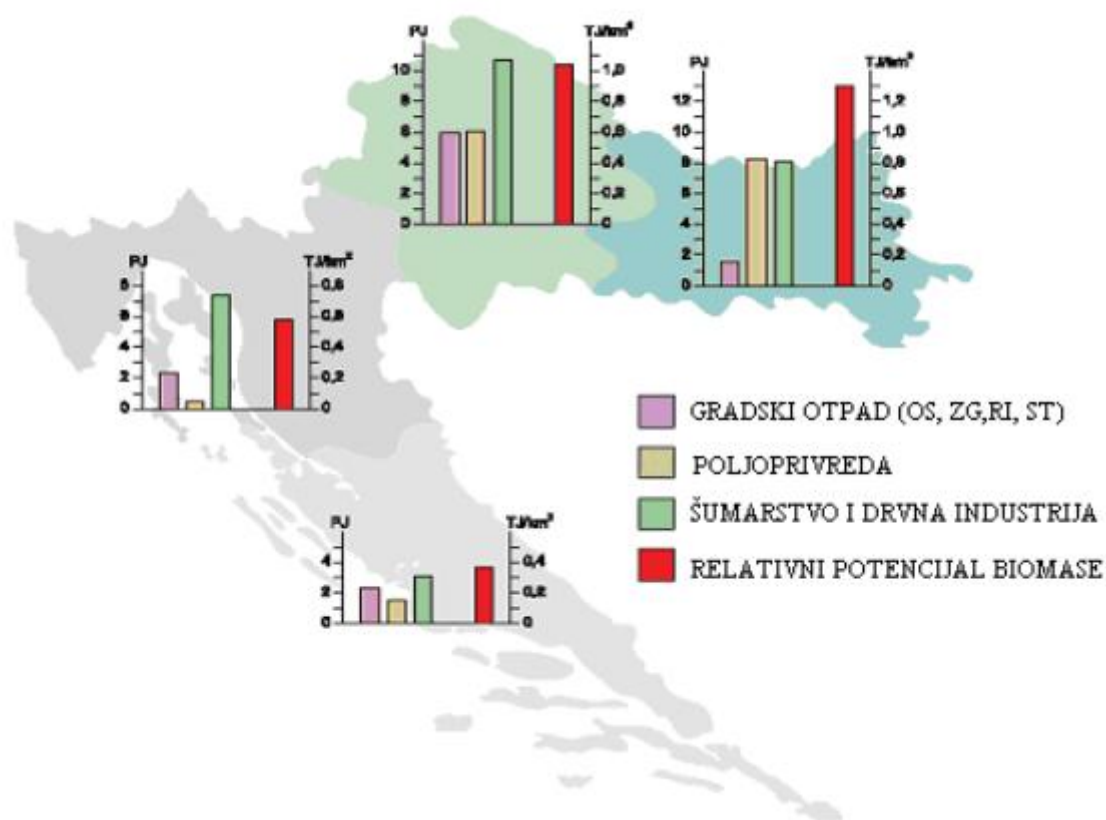
Za realizaciju ovakvog ili sličnog scenarija pretpostavka je uklanjanje zakonskih, tehničkih i drugih barijera koje onemogućavaju priključenje daljnjih kapaciteta OIE na elektroenergetsku mrežu. To, između ostalog, podrazumijeva:

- ukidanje kvota i otklanjanje drugih zakonskih prepreka za intenzivniju gradnju vjetroelektrana i solarnih elektrana,
- povećanje iznosa sredstava za proizvedenu električnu energiju iz proizvodnih postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije i kogeneraciju,
- implementaciju sustava za napredno vođenje mreže uključujući i rješenja za predikciju energije vjetra i Sunca,
- gradnju sustava za pohranu energije (reverzibilne hidroelektrane, baterijski sustavi, punionice električnih automobila...),
- gradnju novih (kogeneracijskih) termoelektrana, odnosno, rekonstrukciju postojećih termoelektrana (vršna opterećenja, regulacija i uravnoteženje elektroenergetske mreže...)
- eliminiranje birokratskih prepreka te sve projekte OIE smatrati strateškim investicijama,
- rješenje problema osiguranja sirovine (drvena biomasa) te postavljanje sustava za okrupnjavanje izvora biomase za dobavu biomase poljoprivrednog porijekla

3.4.1. Energetski potencijal biomase

Hrvatska ima veliki šumski potencijal. Gotovo 45% teritorija prekriven je šumom, ukupni godišnji prirast je 9.6 milijuna m³, s razvijenom drvnom industrijom te značajnim udjelom poljoprivrede i stočarstva u ukupnom gospodarstvu. To je izvrsna osnova za proizvodnju energije iz biomase (posebice u Slavoniji, gdje je osobito izražen potencijal korištenja poljoprivredne biomase). Prema Strategiji energetskog razvoja Hrvatske do 2020. godine predviđa se značajno povećanje sada gotovo zanemarive proizvodnje električne energije iz biomase u elektranama, industrijskim i mali kućanskim kogeneracijama u Hrvatskoj, te se ovisno o scenariju očekuje od preko 500 do preko 4000 GWh električne energije, pri čemu se najveći doprinos očekuje u izgradnji elektrana na biomasu.

Slika 10. Potencijal bioenergije u Hrvatskoj po regijama



Izvor: Šljivac D. i Ž. Šimić, *Obnovljivi izvori energije*, [online] <http://www.izvorienergije.com> (pristupljeno 15.10.2016)

Na slici 12. vidljivo je da kontinentalni dio Hrvatske ima puno veći biopotencijal od primorskog, jer je veliki dio našeg primorja vrlo škrto kamenito tlo. Prema

podacima Hrvatskog operatora tržišta energije (HROTE) iz elektrana na biomasu od siječnja do rujna 2014. godine u elektroenergetski je sustav isporučeno 36.763.844 kWh električne energije. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora činila je 4,9% ukupne proizvodnje električne energije u 2012. godini, odnosno 510,75 GWh, prema podacima *Nacrta Programa ruralnog razvoja*. Proizvodnja električne energije iz biomase čini 3,9% (48 GWh) od ukupne proizvodnje iz obnovljivih izvora energije.

Ukupan energetska potencijal biomase u Republici Hrvatskoj iznosi oko 50 PJ (uključuje svu biomasu biljnog i životinjskog porijekla i biomasu iz otpada koja se može preraditi) iz čega se teoretski može proizvesti oko 2.9 TWh električne energije. Uz to što je biomasa u pogledu emisija CO₂ neutralni izvor energije i što je domaćeg porijekla, valja istaknuti da se energetska transformacijama nekih oblika biomase rješavaju i ozbiljni ekološki problemi (na primjer anaerobna digestija pri kojoj se životinjski otpad pretvara u bioplin).

Tablica 4. Prikaz teoretskog doprinosa biomase za proizvodnju električne energije

Ukupna potrošnja električne energije u 2014. Godini	16,9 TWh
Postojeća domaća proizvodnja električne energije iz HE	9,20 TWh
Postojeća domaća proizvodnja električne energije iz VE	0,73 TWh
Postojeća proizvodnja NE Krško (50% ukupne proizvodnje)	3,00 TWh
Potencijalni doprinos biomase za proizvodnju el.energije u TWh	2.90 TWh
Manjak	1,07 TWh

Izvor: Izrada autorice

Iz tablice 4. vidljivo je da se uključivanjem ukupnog (teoretskog) raspoloživog potencijala biomase u bilancu potrošnje i proizvodnje električne energije (na primjeru iz 2014. godine) i dalje pojavljuje manjak od oko 1.07 TWh.

Važno je napomenuti da će realizacija preostalog potencijala trajati godinama što će rezultirati i dalje velikim manjkovima električne energije proizvedene bez emisija CO₂ i na osnovi vlastitih resursa.

3.4.2. Energetski potencijal geotermalne energije

Za Republiku Hrvatsku najprije treba naglasiti da pola zemlje nema nikakav geotermalni potencijal dok pola predstavlja potencijal. Tako, dok južni dio zemlje ima ispodprosječni temperaturni gradijent (manje od 20°C/km), na sjeveru je temperaturni gradijent iznad prosjeka (oko 50°C/km sa varijacijama na posebnim lokacijama). Na temelju podatka iz stvarnih bušotina (INA je napravila njih oko 50) na dubinama od nekoliko km poznato je da potencijalni izvori imaju temperature vode od 40°C do 170°C. Prema tome se procjenjuje da je ukupni potencijal za proizvodnju električne energije skoro 50 MWe i direktno korištenje preko 800 MWt. Uz pretpostavku o faktoru opterećenja za proizvodnju električne energije od 80% to predstavlja potencijal za 0,35 TWh godišnje. Za direktno korištenje to je potencijal od oko 7 TJ godišnje.

Procjenjuje se da potencijalni doprinos geotermalne energije za proizvodnju električne energije iznosi oko 400 GWh²⁸

Tablica 5. Teoretski doprinos geotermalne energije za proizvodnju električne energije

Ukupna potrošnja električne energije u 2014. Godini		16,9 TWh
Postojeća domaća proizvodnja električne energije iz HE		9,20 TWh
Postojeća domaća proizvodnja električne energije iz VE		0,73 TWh
Postojeća proizvodnja NE Krško (50% ukupne proizvodnje)		3,00 TWh
Potencijalni doprinos biomase za proizvodnju el.energije u TWh		2.90 TWh
Potencijal geotermalne energije		0,40 TWh
Manjak		0,67 TWh

Izvor: Izrada autorice

Dodavanjem raspoloživog potencijala geotermalne energije bilanca je i dalje negativna, tj. i dalje postoji manjak od oko 0,7 TWh električne energije.

Iako Hrvatska ima velik broj geotermalnih izvora o čemu najbolje svjedoče dokazi o njihovom korištenju još u rimsko doba, o čemu svjedoči arheološko nalazište *Aquae Iasae* u blizini današnjih Varaždinskih toplica, o korištenju geotermalne energije, pogotovo za proizvodnju električne i toplinske energije u današnje se vrijeme u Hrvatskoj vrlo malo govori. Geotermalna energija u Hrvatskoj

²⁸ N. Karadža, *Potencijal obnovljivih izvora energije u RH*, EIHP, Zadar, 2011.

do sada se iskorištava samo kao ljekoviti izvori mineralne vode, na kojima su nastale brojne toplice i lječilišta. Iako je geotermalni potencijal Hrvatske procijenjen na čak 812 MW toplinske i 46 MW električne energije, temperature vode kod većine geotermalnih izvora je ispod 65 °C zbog čega nisu pogodni za proizvodnju električne energije. Prema dosadašnjim istraživanjima, od tridesetak važnijih geotermalnih nalazišta, samo manji broj se može okarakterizirati pogodnima za proizvodnju električne energije, budući da temperatura vode koja izvire često prelazi 120 °C.

Geotermalni potencijal u Hrvatskoj istražuje se još od sedamdesetih godina, a na većini nalazišta potrebna su dodatna istraživanja kojima bi se utvrdio proizvodni potencijal same bušotine. Proces istraživanja geotermalne bušotine iznimno je skup i dugotrajan proces koji ne garantira povrat investicije s obzirom na to da se karakteristike bušotine tek istražuju. Dodatan rizik predstavlja i nepovoljan zakonodavni okvir unutar kojeg se primjerice investitoru koji je proveo istraživanje bušotine ne osigurava pravo na njeno iskorištavanje. Znači, prirodni potencijal postoji, no potrebne su izmjene zakonodavstva kako bi se smanjio rizik ulaganja u ionako poprilično rizično područje.

3.4.3. Energetski potencijal hidroenergije

Danas se daje težište i potiče se izgradnja malih hidroelektrana za koje se procjenjuje da manje utječu na okoliš, za razliku od velikih čiji se utjecaj opisuje kroz veće promjene ekosustava (gradnja velikih brana), utjecaji na tlo, utjecaji na slatkovodni živi svijet, povećana emisija metana i postojanje štetnih emisija u čitavom životnom ciklusu hidroelektrane koje su uglavnom vezane za period izgradnje elektrane, proizvodnje materijala i transport. Danas se za tehnologiju vezanu za korištenje energije vode, koja se smatra obnovljivim izvorom energije, može reći da je tehnički najpoznatija i najrazvijenija na svjetskoj razini s obzirom na ostale tehnologije korištenja OIE, sa iznimno visokim stupnjem učinkovitosti. 22% svjetske proizvodnje električne energije dolazi iz malih i velikih hidroelektrana. Granična snaga koja dijeli hidroelektrane na male hidroelektrane razlikuje se od zemlje do zemlje. U Europi se sve više prihvaća kapacitet od 10 MW instalirane snage kao gornja granica i tu granicu je podržala Europska udruga malih hidroelektrana (ESHA), te Europska komisija. Prema postojećim propisima u Hrvatskoj, mala

hidroelektrana, određena je kao postrojenje za iskorištavanje energije vodotokova s izlaznom električnom snagom od 10 kW do 10 MW.

Procjenjuje se da u Republici Hrvatskoj postoji neiskorišteni hidroenergetski potencijal od oko 6.000 GWh²⁹ što iznosi oko 59% ukupno nedostajuće energije.

Tablica 6. Prikaz teoretskog doprinosa hidroenergije za proizvodnju električne energije

Ukupna potrošnja električne energije u 2014. Godini		16,9 TWh
Postojeća domaća proizvodnja električne energije iz HE		9,20 TWh
Postojeća domaća proizvodnja električne energije iz VE		0,73 TWh
Postojeća proizvodnja NE Krško (50% ukupne proizvodnje)		3,00 TWh
Potencijalni doprinos biomase za proizvodnju el.energije u TWh		2.90 TWh
Potencijalni doprinos hidroelektrana u TWh		6.00 TWh
Višak		4.93 TWh

Izvor: Izrada autorice

Uz pretpostavku iskorištenja kompletnog hidroenergetskog potencijala, u bilanci se pojavljuje višak proizvodnje električne energije od oko 5 TWh. Jasno je da je to samo teoretski moguće budući da će realizacija hidropotencijala trajati godinama.

U svjetlu novog europskog klimatsko-energetskog paketa mjera za povećanje sigurnosti dobave energije, smanjenje utjecaja na klimu i okoliš, te poboljšavanja održivog razvoja s posebnim naglaskom na zapošljavanje i regionalni razvoj, zemlje članice EU kreću u provođenje nove politike energetske učinkovitosti i primjene obnovljivih izvora energije. U svrhu ostvarivanja navedenih ciljeva potreban je novi način promišljanja energetskog planiranja i postavljanje jasne i realne energetske strategije kako bi se sve preuzete obaveze ispunile u za to predviđenom vremenskom roku. Da bi se to ostvarilo potreban je novi pristup koji će balansirati optimalan energetski sustav s realnom energetskom potrošnjom, uzimajući u obzir sve značajne parametre.

²⁹ H. Bašić, Z. Mahmutović, i Ž. Pavlin, *Mogućnosti korištenja vodnog potencijala u strategiji energetskog razvitka Republike Hrvatske*, Studija za Hrvatske vode, 1999.

3.4.4. Energetski potencijal sunca i vjetra

Energija sunca je potencijal za kojeg je teško odrediti konačni potencijal, za razliku od ostalih obnovljivih izvora energije. Zato potencijal sunca za proizvodnju električne energije treba gledati u smislu budućih potreba u Hrvatskoj tj. manjka energije.

U Hrvatskoj je prosječna vrijednost dnevne insolacije na horizontalnu plohu 3-4,5 kWh/m². U praktičnom smislu energija Sunca je dakle „neograničeni resurs“ – po nekim procjenama prirodni potencijal Sunca u RH iznosi oko 74.300 TWh/god, što je preko 800 puta više od potrošnje primarne energije u Hrvatskoj u 2000. g., a to je naravno nemoguće iskoristiti. Sunčevom energijom mogu se nadomjestiti ne samo aktualni manjkovi proizvodnje električne energije već i kompenzirati eventualno povećanje potrošnje električne energije u budućnosti. No, za prihvrat i korištenje velikih količina električne energije proizvedene u solarnim elektranama potrebno je:

- prihvatiti raspoloživa svjetska i europska rješenja,
- uključiti se u daljnji razvoj istih te
- eliminirati zakonske i ostale barijere koje sprječavaju veću primjenu energije vjetra i Sunca za proizvodnju električne energije.

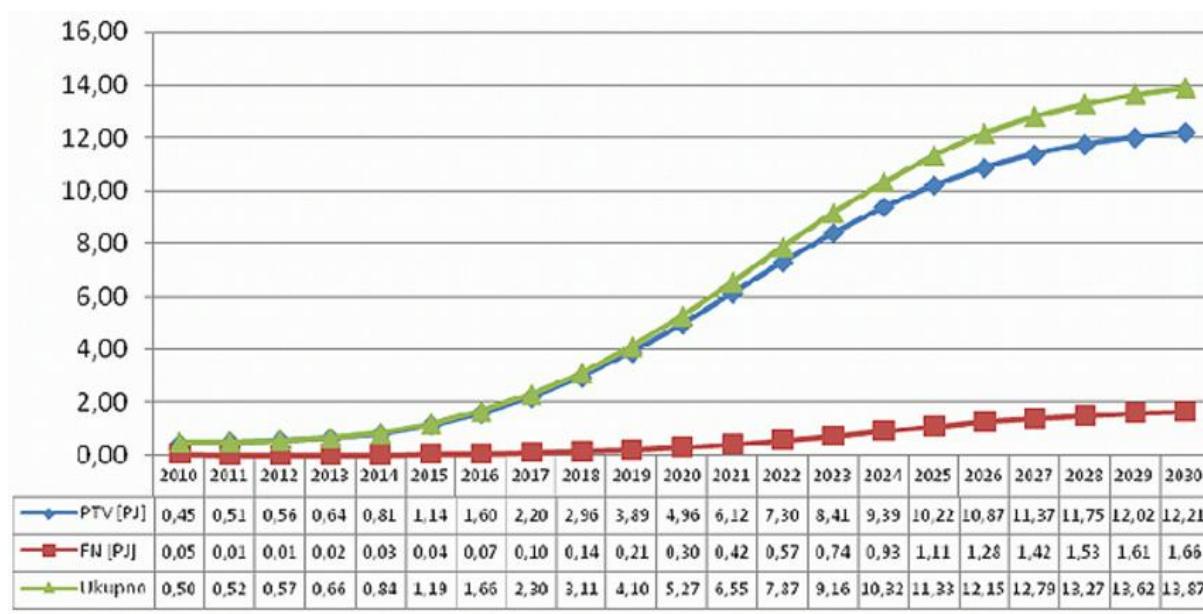
U cilju što bržeg eliminiranja potrebe za uvozom električne energije, odnosno, za uvoz goriva za termoelektrane i kupnju prava za emisije CO₂, prednost se daje solarnim elektranama zbog kratkoće vremena njihove implementacije. Tako bi se na primjer instalacija sustava od po 10 kW na 50.000 krovova (što daje 500 MW solarne energije) mogla realizirati u prihvatljivom vremenskom razdoblju pod pretpostavkom da se uklone barijere koje u ovom trenutku onemogućavaju realizaciju takve ideje.

Trenutni potencijal 100.000 prosječnih krovova u Hrvatskoj, moglo bi imati instalirano 1.000 MW fotonaponskih sustava – više nego NE Krško. Istovremeno bi oni mogli proizvoditi 1 TWh, pa i više električne energije godišnje. Trenutno cijela Hrvatska troši cca 12 TWh električne energije godišnje.

Potencijal sunčeve energije prema Solarnom priručniku iz 2007. godine, tehnički je potencijal proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava i koncentriranih solarnih elektrana u Hrvatskoj i iznosi oko 33 TWh/god. Električna energija proizvedena iz Sunčeve energije u fotonaponskim sustavima i koncentriranim

solarnim elektranama mogla bi postati tržišno konkurentna oko 2020. godine, te bi uz iskorištavanje nešto manje od 1% tehničkog potencijala ekonomski potencijal iznosio oko 330 GWh/god., što odgovara snazi od oko 200 MW.

Slika 11. Dinamika rasta korištenja Sunčeve energije u Hrvatskoj do 2030. godine



Izvor: Obnovljivi.com, *Značaj i vizija energije Sunca u budućnosti – Hrvatska*, 2013, [online], <http://www.obnovljivi.com/energija-sunca/52-znacaj-i-vizija-energije-sunca-u-buducnosti?start=3> (pristupljeno 12.10.2016.)

U Strategiji energetskeg razvoja Republike Hrvatske zadan je cilj prema kojem za fotonaponske sustave stanje u Hrvatskoj do 2020. godine mora biti izjednačeno stanju Španjolske gledano po glavi stanovnika iz 2008. godine (11,71 W po stanovniku), te stanju Njemačke iz iste godine do 2030. godine (više od 45 W po stanovniku). Uz to, pretpostavljena stopa rasta korištenja fotonaponskih sustava je 68% godišnje do 2020. godine, te 20% do 2030. godine.

Prema istom dokumentu očekuje se da će do 2030. godine 15% postojećih objekata i 50 % novoizgrađenih objekata s nekim oblikom iskorištavanja Sunčeve energije sudjelovati u vlastitoj energetskej bilanci; da će instalirana snaga fotonaponskih sustava iznositi više od 45 W/stanovniku; te da će Hrvatska biti na četvrtom mjestu u Europi promatrano po MW Sunčevih toplinskih sustava po stanovniku.

Prema podacima Hrvatskog operatora tržišta energije (HROTE) o povlaštenim proizvođačima s kojima HROTE ima sklopljen ugovor o otkupu električne energije, do početka ove godine instalirano je 20 Sunčanih elektrana, ukupne snage 408,48 kW, od kojih je najveća elektrana Tehnix u Međimurskoj županiji snage 102 kW, a prema Pregledu projekata upisanih u Registar OIEKPP izdanima od strane Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva registrirano je 126 Sunčanih elektrana ukupnog kapaciteta 53,93 MW.

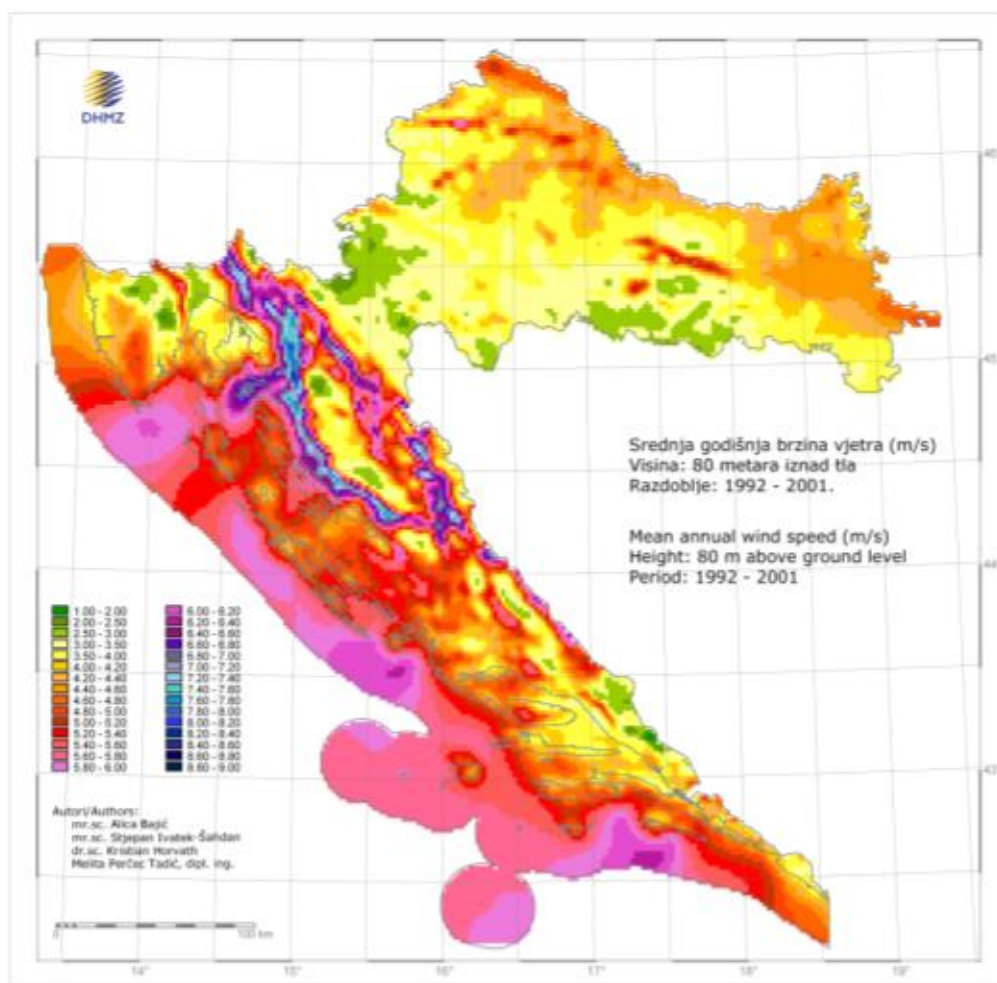
U Hrvatskoj, a tako i u svijetu poticaji i otkupna cijena električne energije imaju veliku ulogu u izgradnji novih Sunčevih elektrana, a ta se cijena svake godine povećava.

Možemo zaključiti kako je iskorištavanje Sunčeve energije jedan od najdostupnijih oblika obnovljivih izvora energije s obzirom na geografsku rasprostranjenost, kod kojega je značajan rast vidljiv diljem svijeta. Daljnji razvoj tehnologije, smanjenje cijena, ali razvoj, proširenje elektroenergetske mreže i pravilna politika, doprinijeti će nastavku povećanja broja Sunčanih elektrana. Ulaganja u Sunčevu energiju diljem svijeta su sve veća, kao i poticaji od strane vlada, što dodatno stvara pozitivan stav na tržištu.

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.

Energija vjetra se u posljednjih 10 godina promovirala u najbrže rastuću granu industrije na svijetu, te u jedan od izvora energije s kojim svaka ozbiljna elektroenergetska mreža mora računati u svom sustavu. Energija vjetra danas stvara stotine tisuća novih radnih mjesta diljem svijeta. Vjetroelektrane su u zadnjih par godina zaslužne za većinu novoinstalirane snage za proizvodnju električne energije u energetsom sektoru.

Slika 12. Atlas vjetra Hrvatske (1992-2001)



Izvor: Bajić A., Ivatek-Šahdan S., Horvath, K. i M. Perčec Tadić, *Atlas vjetra Hrvatske*, Državni hidrometeorološki zavod., [online] <http://mars.dhz.hr/web/images/v80.pn> (pristupljeno 15.10.2016.)

Za gradnju vjetroagregata najpovoljnija su područja u kojima puše jak i konstantan vjetar. Pošto svaki agregat ima dvije granične brzine vjetra, jednu pri kojem se elise pokreću i jednu pri kojoj se elise blokiraju da ne bi došlo do njihova pucanja, važno je da vjetar puše jače od minimalne brzine i da ne prelazi maksimalnu brzinu kako ne bi došlo do oštećenja elisa vjetroagregata. Gledano po regijama najveći potencijal za gradnju vjetroelektrana ima područje uz Jadransko more.

Tablica 7. Osnovni parametri vjetroelektrana u redovnom pogonu

Broj	Naziv VE	Lokacija (županija/općina)	Ukupna instalirana snaga u MW	Ukupna odobrena snaga priključenja	U redovnom pogonu od
1.	Ravne	Primorsko-Goranska/Pag	5,95	5,95	2005
2.	Trtar Krtolin	Šibesko-Kninska/Šibenik	11,2	11,2	2007
3.	Orlice	Šibesko-Kninska/Šibenik	9,6	9,6	2009
4.	Vrataruša	Primorsko-Goranska/Senj	42	42	2010
5.	Velika Popina	Zadarska/Gračac	9,2	9,2	2011
6.	Pometeno Brdo	Splitsko-Dalmatinska/Split	20	20	2010/2011 2012/2015
7.	Crno Brdo	Šibesko-Kninska/Šibenik	10,5	10	2011
8.	Bruška	Zadarska/Benkovac, Obrovac	36,8	36	2011
9.	Ponikve	Dubrovačko-Neretvanska/Ston	36,8	34	2012
10.	Jelinak	Šibesko-Kninska/Marina, Seget	30	30	2013
11.	Voštane	Splitsko-Dalmatinska/Trilj	42	40	2013
12.	Zadar4	Zadarska/Benkovac	9,2	9,2	2013
13.	Velika Glava	Šibesko-Kninska/Drniš, Šibenik, Unešić	43,7	43	2014
14.	Zelengrad	Zadarska/Obrovac	42	42	2014
15.	Ogorje	Splitsko-Dalmatinska/Muč	45	44	2015
16.	Rudinee	Dubrovačko-Neretvanska/Dubrovačko primorje	34,2	34,2	2015
UKUPNO			428,15	420,35	

Izvor: HOPS, *Mjesečni izvještaj o proizvodnji vjetroelektrana u Hrvatskoj*, 2016.

U Hrvatskoj je u veljači 2016. godine u redovnom pogonu bilo 16 vjetroelektrana, s ukupno instaliranom snagom od 428,15 MW i odobrenom snagom priključenja u iznosu od 420,35 MW. Najviše vjetroelektrana smješteno je na lokacijama u Šibensko-kninskoj županiji, Zadarskoj županiji i Splitsko-dalmatinskoj županiji što je prikazano u tablici 7.³⁰

³⁰ HPOS (Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o.), *Mjesečni izvještaj o proizvodnji vjetroelektrana u Hrvatskoj*, Veljača, 2016.

Utvrđene ekonomske potencijale obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj može se značajnije iskoristiti uz uvjete otvaranja jake političke orijentacije na obnovljive izvore energije zbog energetske sigurnosti i neovisnosti, te intenzivnog investiranja u OIE u Hrvatskoj ali i daljnjeg razvoja OIE tehnologija u svijetu. Ključno je istražiti je li moguće i što je potrebno provesti da s obnovljivim izvorima energije 2020. godine budemo tamo gdje Energetska strategija predviđa da ćemo biti 2030. godine?

3.5. Obnovljivi izvori energije u funkciji održivog razvoja

Obnovljivi izvori energije uglavnom se sagledavaju u kontekstu postizanja održivosti, odnosno održivog razvoja. Iako obnovljivi izvori energije, zbog ograničenja dostupnosti i kontinuiranosti primjene, samostalno ne mogu ostvariti uvjete za ispunjenje održivog razvoja, pojavljuju se kao dodatni oblici konvencionalnoj energiji.

Promatrajući općenito, održivost se odnosi na kvalitetu života u društvu, uključujući ekonomsku komponentu i komponentu zaštite okoliša pružajući zdraviji, produktivniji i smislen život za sve stanovnike društva, kako one sadašnje tako i buduće.³¹ Sam pojam održivosti, odnosno održivog razvoja prvotno koristi Organizacija Ujedinjenih naroda 1972. godine za definiranje kategorije očuvanja prirode. Godine 1987. Svjetska komisija za okoliš i razvoj definira koncept održivog razvoja u izvješću pod naslovom „Naša zajednička budućnost“. U toj studiji navodi se da je cilj održivog razvoja zadovoljiti potrebe sadašnjosti ne ugrožavajući sposobnost budućih naraštaja da zadovolje svoje vlastite potrebe. Ističe se hitno provođenje odgovarajućih mjera i aktivnosti u četiri ključna koraka održivosti koji se odnose na brzi rast svjetskog stanovništva, probleme proizvodnje i opskrbe hrane, razvitak čistih energetskih i proizvodnih tehnologija te očuvanje prirodnih resursa.³² U tom smislu, razvoj tehnologija obnovljivih izvora energije te njihova značajna primjena doprinose održivom razvoju. Uz čiste obnovljive izvore energije koji imaju prihvatljiv utjecaj na okoliš, djeluje se i na smanjeno iscrpljivanje prirodnih resursa, čime se omogućuje njihovo daljnje korištenje u budućnosti. Održivi razvoj je stoga dinamična kategorija

³¹ Sustainable Measures [website], 2010, <http://www.sustainablemeasures.com/node/42> (pristupljeno: 20.10.2016.)

³² E., S., Goodstein, *Ekonomika i okoliša*, 2003, Mate, Zagreb, str.452-455

društvenih, ekoloških, gospodarskih i tehnoloških pokazatelja koji omogućuju društvu napredak prema boljem i kvalitetnijem životu.³³

Proizvodnja električne energije, kao djelatnost koja predstavlja osnovu u radu elektroenergetskog sustava, ima značajnu ulogu u održivom razvoju. Ono pokreće i doprinosi gospodarskom i društvenom napretku, te različito utječe na okoliš, ovisno primjenjuje li se u proizvodnji električne energije konvencionalno gorivo ili obnovljivi, čisti energetske resursi.

Iz **ekonomske perspektive**, djelatnost proizvodnje električne energije stvara ekonomsku vrijednost u vidu električne energije koja se na tržištu može pojaviti u obliku gotovog proizvoda (output), pri čemu se proizvodnja električne energije pojavljuje kao važna djelatnost gospodarstva ili u obliku inputa za druge proizvodne procese ili djelatnosti. Time je električna energija prijeko potrebna u stvaranju nove vrijednosti i zadovoljenju potreba. Stoga je postizanje veće efikasnosti u djelatnosti proizvodnje električne energije nužno sa stajališta rasta i poticanja gospodarstva, ostvarivanja gospodarske konkurentnosti te unapređenja životnog standarda stanovništva i razvitak društva.

Iz **društvene perspektive**, uz stvaranje ekonomske vrijednosti, djelatnost proizvodnje električne energije omogućuje pružanje usluge koja je prijeko potrebna u svim temeljnim aktivnostima društva. Opskrbljivanje električne energije svim dionicima predstavlja važan čimbenik u održavanju nacionalne stabilnosti i prosperiteta. Sigurna i pouzdana ponuda električne energije preduvjet je gospodarskog razvoja, društvene sigurnosti i općeg blagostanja. U mnogim državama u razvoju gdje postoji nemogućnost korištenja ili niska iskorištenost električne energije, ograničene su brojne društvene djelatnosti kao npr. obrazovanje ili javno zdravstvo. U takvim državama potrebno je osigurati uspostavljanje ili proširenje elektrifikacije, čime bi se značajno doprinijelo ublažavanju siromaštva na razini kućanstava i na društvenoj razini. Jedan od adekvatnih načina proširenja elektroenergetske mreže je stavljanje u pogon pojedinog obnovljivog izvora energije ovisno o prostorno-vremenskim uvjetima koji su karakteristični za to područje.

³³ H., Meyar-Nami, S., Vaez-Zadeh, *Sustainable development based energy policy making frameworks, a critical review*, Energy Policy, 2012.

Iz **ekološke perspektive**, djelatnost proizvodnje električne energije ima različite implikacije ovisno o kojim se proizvodnim kapacitetima i tehnologijama radi, odnosno kakvi se resursi upotrebljavaju u proizvodnji električne energije. Primjerice, proizvodnja električne energije pomoću fosilnih goriva rezultira štetnim emisijama u atmosferu (velike hidroelektrane imaju značajne posljedice na okoliš, rukovanje i skladištenje radioaktivnog otpada). S druge strane, obnovljivi izvori energije u proizvodnji električne energije ne onečišćuju okoliš, odnosno ne sudjeluje u emisije stakleničkih plinova. No, niti svi obnovljivi izvori energije ne zadovoljavaju kriterije održivosti, kao što su spomenute velike hidroelektrane ili tradicionalna biomasa u obliku ogrjevnog drva. Stoga je nužno da se u proizvodnji električne energije primjenjuju samo „održivi“ ili „novi“ obnovljivi izvori energije koji nemaju negativan utjecaj na okoliš. Korištenje „održive“ električne energije osigurava maksimalni doprinos gospodarskom i društvenom razvoju te minimalni utjecaj na okoliš.

Sagledavajući djelatnost proizvodnje električne energije te cjelokupni elektroenergetski sustav u održivom razvoju, uspostavlja se tzv. koncept „održivosti elektroenergetskog sustava“. U najopćenitijem smislu, održivi elektroenergetski sustav se obično definira u kontekstu energetske efikasnosti, pouzdanosti i utjecaja na okoliš. Osnovni preduvjet za postizanje tog koncepta je proizvodnja dovoljnih količina energije za svačije potrebe po pristupačnoj cijeni te pružanje čiste, sigurne i pouzdane električne energije.³⁴

Ukoliko se promatraju isključivo obnovljivi izvori bez konvencionalnih oblika energije, tada nije moguće u potpunosti zadovoljiti održivost elektroenergetskog sustava zbog određenih ograničenja koja se pojavljuju u dostupnosti i kontinuiranosti primjene obnovljivih izvora energije. Primjerice, električnu energiju je nemoguće proizvesti iz Sunčeve energije za vrijeme noći ili energije vjetra ako ne postoji strujanje zraka. U postizanju održivosti, navedeno se može suzbiti značajnom diverzifikacijom obnovljivih izvora energije ili skladištenjem određenih količina energije pomoću električnih akumulatora ili baterija za pohranu energije. Daljnji razvoj i potencijal obnovljivih izvora energije zasigurno će se povećati ovisno o uspješnosti rješavanja problema skladištenja energije. Sa skladištenjem energije rješava se problem ovisnosti o vremenu, nestalnost i nepredvidivost energetskog

³⁴ K. Alanne i A. Saari, *Distributed energy generation and sustainable development*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 10, Issue 6, 2006., Pages 539-558

izvora, kao i proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora koja je vremenski različita od same povećane potražnje za električnom energijom.

4. ENERGETSKA POLITIKA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Počevši od 2009. godine Hrvatska je usvojila cijeli niz strateških dokumenata koji su trebali dati smjer razvoja ne samo energetske politike nego općenito politike razvoja cjelokupne države. Izrada tih strateških dokumenata uvelike je bila uvjetovana pristupom RH u Europsku uniju.

Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09) iz 2009. godine temeljena je na europskim ciljevima održivog razvoja te donosi odrednice razvoja do 2020. godine. Ona predstavlja krovni dokument koji dugoročno usmjerava gospodarski i socijalni razvitak te zaštitu okoliša prema održivom razvitku Hrvatske. Također, 2009. godine je usvojena Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09) za razdoblje do 2020. godine s programom provedbe koji je trebao biti ključni provedbeni dokument koji definira konkretne mjere razvoja energetskog sektora. No, do danas Program provedbe nije ni izrađen ni usvojen. Tijekom 2012. godine usvojen je Zakon o energiji (NN 120/12, 14/14), kao krovni zakon, koji uređuje odnose u sektoru energetike, dok su pojedine djelatnosti uređene posebnim energetskim zakonima. Zakonom o energiji otvorena je mogućnost poticanja toplinske energije proizvedene iz obnovljivih izvora. Iz Zakona o energiji i Zakona o tržištu električne energije proizlaze tri podzakonska akta, kojima se regulira korištenje, prava i obveze, poticajne mjere, te organizaciju i institucije vezane uz implementaciju obnovljivih izvora energije: Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije i Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije.

U svrhu razvoja obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora obuhvaćena je sustavom poticanja putem povlaštenih otkupnih cijena, odnosno zajamčenih tarifa (*engl. feed-in tariffs*), proizvedene električne energije. Sustavi poticanja pružaju proizvođačima električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije fiksnu zajamčenu tarifu za „obnovljivu“ električnu energiju tijekom određenog vremenskog perioda. Takvi sustavi

poticanja, jednostavni za primjenu, doveli su do osjetnog rasta korištenja obnovljivih izvora energije u pojedinim državama članicama Europske unije. Određivanjem tarifnog sustava i procedura stjecanja statusa povlaštenog proizvođača električne energije, odnosno donošenje paketa podzakonskih akata za obnovljive izvore energije definirani su osnovni preduvjeti za realan razvoj projekata OIE.

Godišnjim Tarifnim sustavom definirane su kvote za sunčane elektrane za svaku predstojeću godinu. Tako za 2013. godinu kvota iznosi 15 MW integriranih sunčevih elektrana i 10 MW neintegriranih sunčevih elektrana te su ugovori o otkupu električne energije Operatora tržišta (HROTE) sklapani do trenutka kada je ukupna snaga takvih postrojenja dosegla navedene vrijednosti. Poticaji za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije krajem 2013. godine povećani su s dosadašnjih 0,5 lipa/kWh na 3,5 lipa/kWh.

Tarifni sustav nije jedini način na koji treba poticati proizvodnju iz obnovljivih izvora energije. Naime, postoje programi davanja bespovratnih sredstava za instalacije obnovljivih izvora energije. Te elektrane i povlašteni proizvođači također mogu predati energiju u mrežu i ona mora biti otkupljena po prosječnim proizvodnim cijenama koje važe u RH. Svrha Tarifnog sustava jest poticanje razvoja projekata obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Što se tiče ciljeva Republike Hrvatske do 2020. godine i implementacije Direktive o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora energije, one su donošenjem Nacionalnog akcijskog plana za obnovljive izvore energije, potpuno integrirane u hrvatsko zakonodavstvo. Ciljevi Nacionalnog akcijskog plana su usmjereni ka poticanju elektrana na biomasu, bioplin, kogeneracijska postrojenja i male hidroelektrane te usporavaju korištenje vjetroelektrana i fotonaponskih sustava. Ono što Nacionalnim planom nije definirano je kako doći do cilja od 0,225 četvornih metara kolektora po stanovniku do 2020. godine budući da kolektori daju prosječno oko tri puta više toplinske energije ostvarene jednim četvornim metrom kolektora od električne energije ostvarene četvornim metrom fotonaponskih ćelija. Vjetroelektranama je snižena granična instalirana snaga do 2020. godine, na ukupno 400 MW, a iznosila je 1.200 MW.³⁵

³⁵ A. Pavičić-Kaselj i R. Pašičko, *Energija nadohvat ruke, Studije slučaja – Hrvatska*, [website] 2014, <http://unlocking-the-future.com/energetika/energija-nadohvat-ruke/>, (pristupljeno 02.11.2016.)

Najveći izazov koji predstoji Hrvatskoj nije postizanje 20% neposredne potrošnje energije iz obnovljivih izvora do 2020. godine, jer taj postotak već danas iznosi oko 16%, nego povećanje udjela biogoriva u potrošenom gorivu za cestovna motorna vozila, koji trenutno iznosi svega 1%, a do 2020. godine treba iznositi 10%.

4.1. Strategija energetskog razvoja

Strategija energetskog razvoja temeljni je akt kojim se utvrđuje energetska politika i planira energetski razvoj Republike Hrvatske, a donosi se za razdoblje od 10 godina.

Temeljna načela strategije su: sigurnost opskrbe energijom, konkurentnost energetskog sustava i održivost energetskog razvoja³⁶; a u viziji strategije stoji kako će Hrvatska imati pouzdan i održiv energetski sektor, čiji će se razvoj temeljiti na iskorištavanju svih energetskih opcija za zadovoljavanje vlastitih potreba za energijom i za stvaranje dodatnih koristi za građane, u skladu s načelima okolišne, gospodarske i društvene odgovornosti.

Hrvatska strategija bazirana je na mjerama koje bi trebale **povećati udio obnovljivih izvora energije** i distribuiranih izvora, **povećati uštede energije** i **poboljšati energetske učinkovitost**. Takve mjere povećale bi sigurnost dobave energenata i smanjile emisije stakleničkih plinova. Obveze, preuzete iz ciljeva „20-20-20“, koje se nalaze u Strategiji energetskog razvitka Republike Hrvatske predviđaju da bi udio obnovljivih izvora energije do 2020. godine trebao činiti 20% ukupne energetske potrošnje. Taj udio podijeljen je na tri energetska sektora, pa je tako u planu da bi u elektroenergetskoj potrošnji obnovljivi izvori činili 35%, 10% bi imali udjela u prijevozu, i 20% u sektoru grijanja i hlađenja. Navedenih 35% udjela u elektroenergetskom sektoru uključuje i velike hidroelektrane, za koje je predviđena i izgradnja novih ili porast snage u postojećim hidroelektranama u iznosu od 300 MW do 2020. godine. Kako bi se cilj od 35% udjela (proizvodnja od 10,7 TWh) dostigao u strategiji je, do 2020. godine, planirana izgradnja i 1200 MW vjetroelektrana, 140 MW elektrana na biomasu, 100 MW malih hidroelektrana, 45 MW sunčevih elektrana, 40

³⁶ Strategija energetskog razvoja RH, NN 130/2009, str 3., Narodne novine, http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html, (pristupljeno 28.10.2016.)

MW termoelektrana na komunalni otpad, te 20 MW geotermalnih elektrana. U strategiji, osim toga, stoji kako „povećana uporaba obnovljivih izvora također podrazumijeva i male proizvodne jedinice smještene u blizini ili na mjestima potrošnje električne energije, koje se priključuju na distribucijsku mrežu. U tom je smislu potrebno omogućiti prihvat distribuiranih izvora i stvoriti tehničke uvjete za rad aktivnih distribucijskih mreža“.

Tablica 8. Projekcija strukture obnovljivih izvora energije prema Nacrtu zelene knjige³⁷

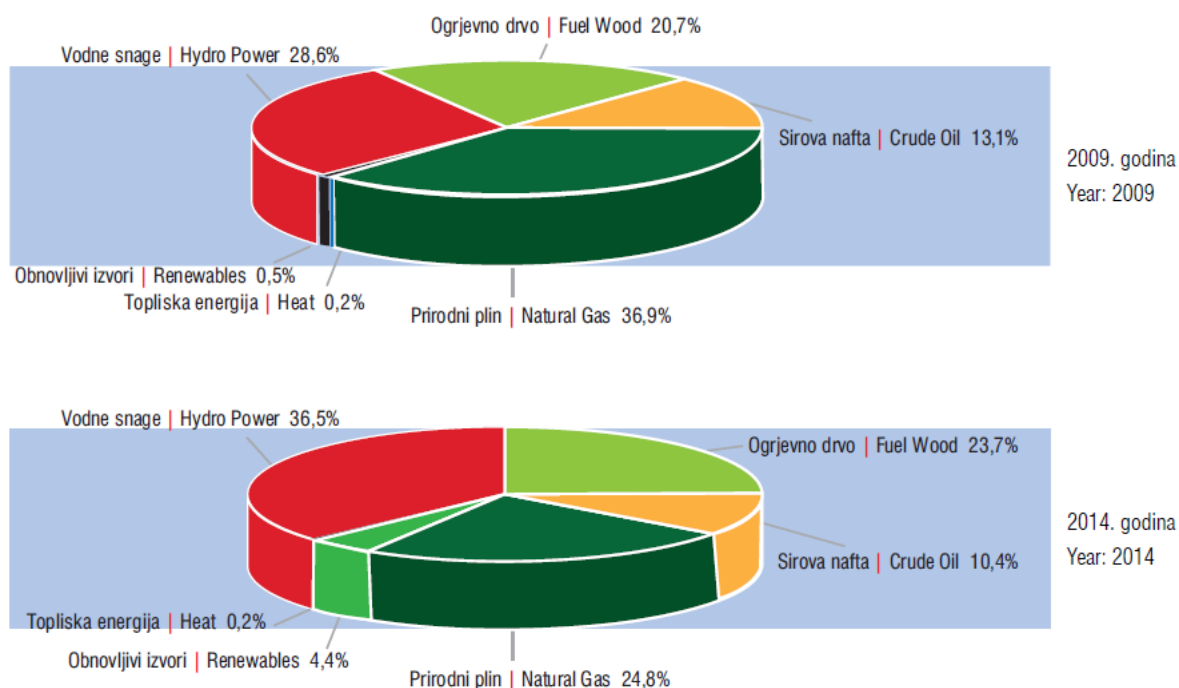
		2010	2020	2030
Biomasa	PJ	18,14	36,27	68,72
Biogoriva	PJ	2,50	9,55	14,35
Energija vjetra	PJ	1,02	9,50	15,84
Energija vodotokova-male HE	PJ	0,40	0,97	1,55
Energija vodotokova-velike HE	PJ	21,06	23,76	23,76
Geotermalna energija	PJ	0,15	5,51	8,54
Sunčeva energija	PJ	0,51	5,27	13,87
Ukupno	PJ	43,78	88,42	146,63

Izvor: Vjetroelektrane.com, *Energetska neovisnost*, [website], 2013, <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1339-energetska-neovisnost-hrvatska> (pristupljeno: 02.11.2016.)

Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske je imala učinak po pitanju povećanja uporabe obnovljivih izvora energije u proizvodnji energije što je moguće uvidjeti u promjeni ukupne proizvodnje primarne energije u Republici Hrvatskoj u 2014. godini s obzirom na 2009. godinu prikazanoj kao na slici 15.

³⁷ Vrsta dokumenta koji objavljuje Europska komisija. Svrha dokumenta je da potakne raspravu i pokrene savjetovanje na europskom nivou o određenom pitanju. Zelena knjiga može rezultirati objavljivanjem Bijele knjige u kojoj se zaključci rasprave iznose u formi prijedloga aktivnosti.

Slika 13. Udjeli u proizvodnji primarne energije



Izvor: Vuk B. i ostali, *Energija u Hrvatskoj – godišnji energetska pregled 2014.*, [online]. Ministarstvo gospodarstva, http://www.mingo.hr/public/energetika/EuHR_2014_finalna.pdf, (pristupljeno 29.11.2016.)

Tijekom šestogodišnjeg razdoblja od 2009. do 2014. godine proizvodnja primarne energije u Hrvatskoj smanjivala se s prosječnom godišnjom stopom od 0,8 posto. Trend smanjenja ostvaren je u proizvodnji sirove nafte, prirodnog plina i toplinske energije iz toplinskih crpki, dok je proizvodnja ostalih primarnih oblika energije ostvarila trend povećanja. Proizvodnja sirove nafte i prirodnog plina smanjivala se s prosječnim godišnjim stopama od 5,2 posto, odnosno 8,3 posto, a toplinska energija iz toplinskih crpki ostvarila je trend smanjenja s prosječnom godišnjom stopom od 0,5 posto. Hidrološke prilike u 2014. godini bile su izuzetno povoljne pa je tijekom šestogodišnjeg razdoblja ostvaren trend porasta vodnih snaga s prosječnom godišnjom stopom od 4,2 posto. Najbrže je rasla proizvodnja energije iz obnovljivih izvora gdje je ostvarena godišnja stopa rasta od čak 52,3 posto, dok je proizvodnja ogrjevnog drva i ostale biomase ostvarila porast s prosječnom godišnjom stopom od 1,9 posto.

U razdoblju od 2009. do 2014. godine razvoj proizvodnje pojedinih primarnih oblika energije bio je sljedeći: udio prirodnog plina smanjen je s 36,9 na 24,8 posto, a udio sirove nafte s 13,1 na 10,4 posto, dok su udjeli ostalih primarnih oblika energije

povećani. Udio vodnih snaga povećan je od 28,6 posto na 36,5 posto, a udio ogrjevnog drva i krute biomase od 20,7 posto na 23,7 posto. Udio ostalih obnovljivih izvora energije (energija vjetra, biodizel, sunčeva energija, geotermalna energija i bioplin) povećan je u 2014. godini na 4,4 posto, a udio toplinske energije iz toplinskih crpki se nije promijenio i iznosio je samo 0,2 posto.

Još jednom vrijedi istaknuti da je učinak Strategije energetskog razvoja RH po pitanju povećanja obnovljivih izvora energije u proizvodnji energije vidljiv.

4.2. Poticanje energetske učinkovitosti

Poticanje energetske učinkovitosti u Hrvatskoj započelo je Strategijom energetskog razvoja Republike Hrvatske iz 2002. i 2009. godine (NN 38/2002 i NN 130/2009) za razdoblje do 2020. godine što bi se trebalo uskladiti s ciljevima i vremenskim okvirom strateških dokumenata Europske unije. Ovom strategijom je energetska učinkovitost definirana kao jedan od važnih strateških ciljeva Hrvatske. Za samu Strategiju energetskog razvoja RH od velikog značaja jest što je Hrvatska punopravnim članstvom u Europsku uniju prihvatila sporazum o Energetskoj zajednici te potpisala i ratificirala protokol iz Kyota uz okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC od engl. United Nations Framework Convention on Climate Change). Ugovor o Energetskoj zajednici je stupio na snagu 1. srpnja 2006. godine, a temeljna zadaća spomenute zajednice je „uspostava suradnje između zemalja potpisnica i stvaranje stabilnog regulatornog i tržišnog okvira privlačnog za nova ulaganja u tranzitnu i transportnu plinsku i elektroenergetsku infrastrukturu te u proizvodnju energije“³⁸. Kyotskim protokolom je Hrvatska preuzela obvezu smanjenja emisije stakleničkih plinova za 5% u odnosu na referentnu 1990. godinu u razdoblju od 2008. do 2012. godine.

Projekt Poticanja energetske učinkovitosti u Hrvatskoj (EE projekt) jest započet u srpnju 2005. godine. Projekt jest osmišljen zajedničkim snagama Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva te Programa Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP od engl. United Nations Development Programme). Financijska

³⁸Strategija energetskog razvoja RH, NN 130/2009. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html (pristupljeno 31.10.2016.)

podrška istom jest pružana od strane Globalnog fonda za okoliš (GEF od engl. Global Environment Facility) te Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU). S protekom vremena provedbi projekta su se uključili Program Ujedinjenih naroda za razvoj u Hrvatskoj (UNDP Hrvatska), Ministarstvo gospodarstva (MINGO) te Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja (MGIPU).

Primarni cilj projekta je poticanje primjene ekonomski isplativih, energetske efikasne tehnologije, materijala i usluga, kako u javnom sektoru tako i u kućanstvima, a sve kako bi se smanjila nepotrebna potrošnja energije i emisije štetnih stakleničkih plinova u atmosferu.³⁹

Kroz aktivnosti *EE projekta*, radilo se na razvoju ljudskih, organizacijskih i proceduralnih resursa potrebnih za upravljanje energijom, njihovoj edukaciji te opskrbljivanju potrebnim alatima za sustavan pristup gospodarenju energijom. Ovakav pristup prepoznat je kao jedan od najambicioznijih u Europi, budući da se radi o izuzetno kompleksnom, dugotrajnom te tehnički i financijski zahtjevnom poduhvatu, koji obuhvaća dugoročnu edukaciju i tehničku podršku te organizaciju i koordiniranje aktivnosti različitih aspekata poslovanja u više od 100 jedinica javne uprave (gradske, županijske, nacionalne) u Hrvatskoj. Upravo taj pristup, usmjeren na edukaciju lokalnih stručnjaka, ne samo u javnom sektoru, već i u sektoru tehničkih eksperata, upravitelja zgrada, nevladinih organizacija i ostalih lokalnih dionika osigurava dugoročno održive kapacitete odnosno održiv sustav za gospodarenje energijom.

Projekt Poticanja energetske učinkovitosti u Hrvatskoj je razvijen u okviru tri velike nacionalne komponente: Projekt *Sustavno gospodarenje energijom u gradovima i županijama u Hrvatskoj*, Program Vlade RH *Dovesti svoju kuću u red* i *Sustavno informiranje i educiranje građana*.

Projekt **Sustavno gospodarenje energijom** (SGE) u gradovima i županijama u Hrvatskoj jest projekt kojim se nastoji sustavno gospodariti energijom u zgradama koje su u vlasništvu grada ili županija uz primjenu načela energetske efikasnosti.

Kao glavni ciljevi SGE projekta ističu se primjena modela kontinuiranog i sustavnog gospodarenja energijom, strateškog planiranja energetike i održivog upravljanja energetske resursima na lokalnoj i regionalnoj razini, što doprinosi

³⁹ Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj, *Uspješno proveden EE projekt*, [website], 2012, <http://www.enu.fzoeu.hr/o-projektu> (pristupljeno 31.10.2016.)

smanjenju potrošnje energenata a s tim i smanjenju emisija štetnih plinova u atmosferu, čime se potiče razvoj novih djelatnosti i poduzetništva.

Rezultati uspješne provedbe projekta svedeni su na: smanjenje financijskih troškova za energiju i vodu kroz gospodarenje energijom te kroz primjenu mjera energetske efikasnosti, smanjenje štetnih utjecaja na okoliš, uspostavljanje sustava gospodarenja objektima u vlasništvu grada ili županije preko Informacijskog sustava za gospodarenje energijom (ISGE), formiranje obrazovanih i kompetentnih timova sposobnih za planiranje i upravljanje potrošnjom energije te otvaranje info punktova za informiranje i edukaciju građana o primjeni energetske efikasne tehnologije i mjera u kućanstvima.⁴⁰

Rezultat projekta Sustavnog gospodarenja energijom vidi se u podatku da su u 68 gradova i 15 županija uspostavljeni uredi za gospodarenje energijom s oformljenim timovima za energetske učinkovitosti koji se bave aktivnim praćenjem i planiranjem potrošnje energenata.

Program Vlade RH **Dovesti svoju kuću u red** (HIO program, engl. House in Order) usvojen je zaključkom Vlade od 29. svibnja 2008, a potpisan 4. srpnja 2008. godine.

Konačan cilj provedbe programa je uspostava sustavnog gospodarenja energijom u objektima u vlasništvu i na korištenju Vlade RH uz smanjenje potrošnje energenata od 10 do 30%, što na godišnjoj razini iznosi između 47 i 140 milijuna kn za 3500 objekata (procjena). Navedeno bi omogućilo smanjenje štetnih emisija u okoliš za 20 do 60 tisuća tona CO₂ godišnje.

Izvršne rezultate objavljene u Završnom izvještaju 2013 godine koje vrijedi istaknuti su:

- Procijenjena ukupna kumulativna ušteda od 41,2 milijun kuna kroz provedene neinvesticijske i investicijske mjere energetske efikasnosti na objektima
- Ostvareno smanjenje emisija od 18.264 tona CO₂/godišnje u 3783 objekata samo na osnovu besplatnih mjera u registru zgrada u vlasništvu ili nadležnosti Republike Hrvatske
- Identificirano 3783 objekata a za 2809 objekata (> 75%) upisani su podaci o potrošnji energije u Informacijski sustav za gospodarenje energijom

⁴⁰Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj, O SGE projektu [website], 2012, <http://www.enu.fzoeu.hr/sge>, (pristupljeno 31.10.2016)

- 10518 djelatnika državne uprave prošlo kroz različite tehničke edukacijske module
- 45 objekata s instaliranim sustavom daljinskog očitavanja potrošnje energije i vode
- 129 energetske pregleda provedenih po važećem Pravilniku, i 16 energetske pregleda provedenih prije pravilnika
- izdano je 203 energetske certifikata
- provedeno je 8 detaljnih investicijske studije
- izrađena su 22 glavna projekta rekonstrukcije elektro-strojarske instalacije
- izrađeno je 32 idejna rješenja za izvođenje projekata povećanja energetske efikasnosti i/ili racionalizacije troškova energenata⁴¹

Za čak 40% potrošnje energije u Hrvatskoj je odgovoran sektor stanovanja, stoga je izuzetno važna njihova energetska učinkovitost odnosno osiguravanje minimalne potrošnje energije. Kako je većina stambenih zgrada građena osamdesetih godina one nemaju gotovo nikakvu ili samo minimalnu toplinsku izolaciju. Stoga je nužno poduzeti potrebne mjere kako bi se smanjila nepotrebna potrošnja energije i kako bi se racionaliziralo korištenje dostupnih energenata.

U sklopu programa Poticanja energetske učinkovitosti u Hrvatskoj, građane se nastoji **informirati i educirati** u pravom smjeru te je u sklopu projekta provedena informativno-edukativna nacionalna medijska kampanja, pokrenut Facebook profil i otvoren besplatni telefon.

Informiranje o energetske učinkovitosti organizirano je u suradnji s gradovima i županijama u obliku Info točaka za energetske učinkovitost. Informacije o energetske učinkovitosti su besplatne u obliku letaka i brošura te od strane lokalnih educiranih energetske savjetnika. U većim gradovima se osim EE info točaka organiziralo i Info dane energetske učinkovitosti. U sklopu Info dana EE organizirane

⁴¹Program Vlade RH, *Dovesti svoju kuću u red*, Dostupno na: https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/HRV/Završni%20izvjestaj%20HIO%20konacni_final.pdf (pristupljeno 31.10.2016)

su izložbe EE proizvoda i sustava tvrtki-partnera kao i besplatno savjetovanje od strane energetske stručnjake.

Nakon 8 godina provedbe, Hrvatska je uspješno privela kraju projekt Poticanje energetske efikasnosti s ostvarenim rezultatima koji nisu zanemarivi. Provedene aktivnosti kumulativno su ostvarile smanjenje troškova za energiju u zgradama javnog sektora u iznosu višem od 150 milijuna kuna za 2011., 2012. i 2013. godinu. U sklopu projekta je uspostavljen središnji nacionalni *Informacijski sustav za gospodarenje energijom* (ISGE) s registrom od skoro 8500 zgrada javnog sektora i oko 1500 korisnika, postavljeni su temelji organizacijske strukture nužne za sustavno gospodarenje energijom na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini i uspostavljen je proces aktivnog nadzora potrošnje energije u zgradama javnog sektora.⁴²

⁴² Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj, *Uspješno proveden EE projekt*, [website], 2014, <http://www.eni.fzoeu.hr/p/uspjesno-proveden-ee-projekt>, pristupljeno (30.10.2016.)

5. OTOK KRK KAO PRIMJER DOBRE PRAKSE ENERGETSKI UČINKOVITOG KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Specifičnosti otoka, poput relativne izoliranosti, koja se očituje u ograničenim transportnim mogućnostima te otežanim putovima dobave energetske i ostalih resursa, predstavljaju opterećenje za njihove ekonomije, koje su često u velikoj mjeri ovisne o varijabilnim vremenskim prilikama. Izazovi razvoja lokalnog gospodarstva su dodatno pojačani depopulacijom generacije koja bi trebala biti nositelj novog gospodarskog zamaha. S druge strane, suvremene tehnologije otvaraju mogućnosti razvoja, što može biti iznimno pogodno za manje zajednice okupljene oko zajedničkih ciljeva, obzirom na mogućnosti integriranog djelovanja unutar cjeline. Provođenjem niza mjera u raznim sferama života na otocima te kontinuiranom edukacijom i poticanjem žitelja na aktivnu participaciju, otoci predstavljaju idealne kandidate za razvoj programa održivog razvoja.

5.1. Obilježja otoka Krka

Otok Krk je, uz otok Cres, najveći otok na Jadranu (409 km²). Blizina, povezanost mostom i, stoga, laka dostupnost iz kontinentalne Hrvatske i sa velikih srednje-europskih emitivnih tržišta, ugodna i blaga mediteranska klima kao i razvedenost obale s prirodnim šljunčanim i pješčanim plažama, uključujući 14 plaža „Plavom zastavom“, važni su faktori atraktivnosti Krka. Svakako ovdje valja istaknuti i mnogobrojne kulturne spomenike koji svjedoče o krčkoj antičkoj povijesti, o otoku kao uporištu glagoljaške kulture u slavenskom svijetu te o ostavštini moćnih krčkih knezova Frankopana. Sedam povijesnih otočkih kaštela danas su administrativne jedinice, uključujući grad Krk i općine Omišalj, Malinska, Punat, Baška, Vrbnik i Dobrinj.

Otok Krk poznat je, a danas turistički sve privlačniji i po otočkoj tradiciji maslinarstva, vinarstva te kulinarstva. Krčko ekstradjevičansko maslinovo ulje svrstava se među najkvalitetnijim uljima na svijetu. Općenito, može se reći da je otok

Krk svojevrsan 'pionir' među turističkim središtima na Jadranu u uključivanju autohtonih poljoprivrednih proizvoda u turistički ponudu.

Značajni naponi ulažu se u organizaciju brojnih manifestacija i to prije svega onih temeljenih na kulturnim vrijednostima i tradiciji otočkog života (npr. 'Krčki sajam', 'Vinofest', književni festival 'Pontes', 'Ljetne priredbe otoka Krka', 'Susret sopaca otoka Krka', 'Festival krčkog folklora', 'Dani maslina') kao i onih sportskog karaktera (regata 'Croatia cup', 'Krčka regata').

Ministarstvo turizma RH prepoznaje pet vrijednih cjelina s područja otoka Krka⁴³ i to: otočić Košljun s franjevačkim samostanom, crkvu Sv. Lucije u Jurandvoru (originalna lokacija 'Bašćanske ploče') te povijesne gradske jezgre Krka, Vrbnika i Omišlja.

U kontekstu suvremenih tržišnih trendova valja naglasiti da je otok Krk, unatoč ili usprkos značajne industrijske koncentracije na njegovom sjevernom dijelu, u hrvatskim okvirima specifičan po svojoj ekološkoj orijentaciji (posebice se ističe po ekološkom zbrinjavanju otpada na razini cijelog otoka). Ovdje se nalazi i „Centar za održivi razvoj otoka sjevernog Jadrana“. Izuzetno važan resurs otoka Krka predstavlja i činjenica da se ovdje nalazi međunarodna „Zračna luka Rijeka“. Najznačajnija je zračna luka u Županiji, registrirana za javni, domaći i međunarodni promet te je veliki razvojni potencijal. Prostire se na 76 ha s velikim okolnim prostorom pogodnim za daljnji razvoj. Dolazak niskotarifnih zračnih prijevoznika rezultirao je povećanjem broja putnika u zračnoj luci Rijeka te je u 2013. godini prevezeno 140.776 putnika, što je povećanje od 93,45% u odnosu na 2012. godinu.

Primorsko Goranska županija jedna je od turistički najrazvijenijih regija Hrvatske te zauzima drugo mjesto po broju ostvarenih noćenja i dolazaka turista što u brojkama znači; 19,13% dolazaka turista na području RH otpada na Primorsko Goransku Županiju te su 92% noćenja ostvarili strani turisti.

⁴³ Ministarstvo turizma RH, *Pravilnik o popisu turističkih cjelina (lokaliteta) po županijama*, NN 76/08 Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_07_76_2499.html (pristupljeno 02.11.2016.)

Najviše dolazaka i noćenja ostvareno je 2013. godine na otoku Krku (**32%** ukupnih noćenja), čiji se broj ležajeva u 2011. godini povećao za 11%, a u sljedećoj godini ostvario rast broja dolazaka od 12,8% te rast broja noćenja od 10,5%.⁴⁴

Otok Krk opredijelio se za održivi razvoj postižući u glavnim infrastrukturnim područjima stopostotnu autonomiju što znači da se autonomno zbrinjavaju otpadne vode, u cijelosti osiguravaju potrebe za pitkom vodom iz vlastitih izvorišta, a kada je u pitanju otpad, Krk je prvi u Hrvatskoj po njegovoj primarnoj selekciji i sortiranju. Kada se razgovara o energiji izradili su strategiju Otok Krk - otok s 0% emisije CO₂.

5.2. Energetska zadruga Otok Krk

Sve više otoka i lokalnih zajednica kreće prema ideji da svoje energetske potrebe u cijelosti ostvare iz obnovljivih izvora. Dosadašnja iskustva potvrđuju kako to pridonosi lokalnoj ekonomiji i stvaranju novih poslova, energetske, a kasnije i ekonomskoj neovisnosti te razvoju turizma kroz zeleno brendiranje. Otoci i ruralni krajevi, koji se suočavaju s iseljavanjem, na ovaj način uspijevaju okrenuti takav trend. Naime, uvođenjem novih i inovativnih tehnologija privlače se mladi obrazovani ljudi, čime se javlja dodatna prilika za razvoj.

Energetske zadruge su udruženja pojedinaca, kompanija, javnih ustanova, lokalnih samouprava povezanih prema ključu lokacije koji zajedno razvijaju projekte obnovljivih izvora energije. Zajedničkim ulaganjem smanjuje se rizik investicije i dijeli se dobit od projekta. Organizirane su na način da se za sva pitanja upravljanja zadrugom vrši demokratski način odlučivanja. Cilj takvih zadruga je promovirati obnovljive izvore energije u vlasništvu lokalnih zajednica. Na taj način se omogućava jednostavnija implementacija mjera energetske učinkovitosti usmjerena na lokalnu zajednicu, zbog toga što zadruge mogu ostvariti veću pregovaračku moć i djelovati na višoj razini nego pojedinac. U Hrvatskoj trenutno djeluje 9 energetskih zadruga.

⁴⁴Razvojna strategija Primorsko-Goranske Županije 2016-2020, http://www2.pgz.hr/pozivi_skupstina/13-17/skupstina22/TOCKA1-PRIOLOG.pdf 02.11.2016.)

Dostupno na:
(pristupljeno)

S osnivačkom skupštinom **Energetske zadruge „Otok Krk“** (31.07.2012.) može se reći da je započelo energetske zadrugarstvo u Hrvatskoj. Devetnaest osnivača (jedinice lokalne samouprave, javna i privatna poduzeća, udruge i pojedinci, svi s jednakim udjelima i pravima) odlučilo se samoorganizirati na postizanju što veće energetske neovisnosti. Cilj zadruge je obnovljive izvore energije i energetske učinkovitost učiniti dostupnim svakom privatnom, pravnom i društvenom subjektu na otoku Krku, kako bi umanjili, a potom i eliminirali ovisnost otočana o nestajućim i sve skupljim fosilnim gorivima. Vizija koju zadruga ima je da otok Krk postane energetski samodostatan otok s nekoliko većih komunalnih elektrana na obnovljive izvore energije u kojem stanovništvo živi u energetski učinkovitim naseljima gdje većina zgrada proizvodi energiju jednaku ili veću od njenih potreba, gdje se voda, kad god je to moguće, prikuplja i reciklira i racionalno troši, gdje se svi organski otpaci u poljoprivredi, turizmu i domaćinstvima kompostiraju ili energetski iskorištavaju i gdje se u lokalnom prometu koriste pretežno električna vozila.⁴⁵

Kako bi ostvarila željenu viziju zadruga je pokrenula edukaciju stanovnika o važnosti obnovljivih izvora energije. Isto tako obvezala se pomoći lokalnom stanovništvu oko nabave i implementacije opreme, ishođenja dozvola i kredita te bespovratnih sredstava. Više od 300 otočana zainteresirano je za instalaciju solarnih elektrana što je utvrđeno na temelju anketnog listića poslanog građanima otoka. Kroz svoj je rad zadruga svojim otočanima uspjela ponuditi jeftinije ishođenje dokumentacije, jeftiniju nabavu opreme te najam krova za postavljanje sunčanih elektrana. Isto tako uspjela je dogovoriti kredite s Hrvatskom bankom za obnovu i razvoj.

Uloga energetskih zadruga, vrlo je važna jer pomaže svim zainteresiranim u složenim postupcima uvođenja obnovljivih izvora i mjera energetske učinkovitosti. Naime, takva asocijacija predstavlja subjekt upućen u sve relevantne postupke koji, u ime svojih članova, može dogovoriti različite povoljne modele financiranja i uvođenja određenih vrsta obnovljivih izvora energije, surađujući pritom s pojedincima, udrugama, institucijama, poslovnim subjektima i jedinicama lokalne i regionalne samouprave kojih se tiče njezino djelovanje.

⁴⁵ N.Miler, *Energetska zadruga „Otok Krk“ i Grad Krk organizirali edukaciju građana*, 2012, <http://otok-krk.org/krk/hrvatska/energetska-zadruga-otok-krk-i-grad-krk-organizirali-edukaciju-gradana>, (pristupljeno 02.11.2016.)

O važnosti uključivanja lokalnog stanovništva kroz energetske zadruge govorilo se na međunarodnoj konferenciji o energetskim zadrugama koja je održana na otoku Krku od 17. listopada do 19. listopada 2013. godine. Konferenciju su organizirali Program Ujedinjenih naroda za razvoj, zaklada Heinrich Böll, poduzeće Ponikve d.o.o. i Energetska zadruga otok Krk. Konferencija je održana s ciljem stvaranja dijaloga između članova energetskih zadruga u Hrvatskoj i europskih stručnjaka u razvoju projekata obnovljivih izvora u vlasništvu lokalnih zajednica. Na konferenciji su sudjelovali članovi desetak energetskih zadruga u Hrvatskoj, predstavnici civilnog društva, javnih institucija i financijskog sektora. Značajni zaključci same konferencije su:

- U Hrvatskoj je tehnički moguć razvoj otoka (i lokalnih zajednica) sa potpunim udjelom obnovljivih izvora energije. U tom smjeru je potrebna strategija niskougličnog razvoja otoka ili zajednice te mobilizacija širokog stanovništva udruživanjem u energetske zadruge.
- Kroz investicije u obnovljive izvore energije i energetske učinkovitost energetske zadruge doprinose razvoju lokalnih sredina.
- Na razvoj obnovljivih izvora energije i razvoj energetskih zadruga negativan utjecaj ima nestalnost hrvatske zakonske regulative. Na povećanje rizika ulaganja u projekte OIE za energetske zadruge prvenstveno ima utjecaj uvođenje kvota za projekte obnovljive energije, i nestalnost visine cijene poticanja.
- Financiranje zadružnih projekata korištenjem EU fondova
- Radi razvoja energetskih zadruga očekuje se pojednostavljivanje birokratskih barijera osnivanja zadruga.
- Važnost educiranja i informiranja lokalnog stanovništva te donosioca odluka na lokalnom i nacionalnom nivou o prednostima energetskih zadruga. Promocija zadrugarstva kroz primjere dobre prakse.

Kao prvi na Jadranu, ali i cijelom Mediteranu, Krk ima realnu mogućnost da do 2030. godine postane otokom koji u atmosferu ne ispušta plinove koji ugrožavaju klimu i okoliš. Otok Krk je najbliže ostvarenju ciljeva zacrtanih na državnoj razini, koji nalažu da se do 2020. godine u Hrvatskoj odvojeno prikuplja 50% otpada, kao i minimalno 75% biootpada od ukupne količine biorazgradivog otpada. Naime, na Krku se već danas odvojeno prikuplja više od 40% otpada, a već osam godina za redom

kompostira se i sav odvojeno prikupljeni biorazgradiv otpad, što znači da će otočani zacrtane ciljeve ostvariti i prije 2020. godine. Želja da otok Krk u potpunosti iskoristi svoje resurse vidljiva je i u činjenici da vodoopskrbni sustav otoka Krka ima gubitke između 20 i 25 % što predstavlja prosjek Europske unije, dok je hrvatski prosjek visokih 45%.⁴⁶

Na sličnom principu djeluje i **energetska zadruga Lug** koja potiče građane na iskorištavanje obnovljivih izvora na području Karlovačke i Zagrebačke županije, **Energetska zadruga Kaštela** može se pohvaliti uspješno realiziranim projektom postavljanja fotonaponskog sustava kojim je škola Ostrog u Kaštel Lukšiću postala prva energetska neovisna škola u Hrvatskoj.

Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja u Europi koja ne prepoznaje energetske zadruge u svojim zakonima no pozitivni pomaci vide se u aktivnostima Ministarstva poduzetništva i obrta u kojem je оформljena radna skupina za zadruge, a izrađuje se i strategija.

5.3. Intervju s ekološkim aktivistom Vjermanom Piršićem

Snažan razvoj obnovljivih izvora energije u Europi temelji se na energetske zadrugama. Više od 60% obnovljivih izvora energije u Njemačkoj je u vlasništvu građana koji su članovi energetske zadruga. Njemačke energetske zadruge najčešće funkcioniraju kao štedionice. Kroz članstvo u zadruzi građani kupuju udio u vjetru ili solarnoj elektrani i za to dobivaju kamatu, obično od 5-7% godišnje.⁴⁷ Osim što zarađuju novac, energetske zadruge čuvaju okoliš i potiču zapošljavanje. U Hrvatskoj model zadruga ima negativnu konotaciju što baš nije u redu jer zadruga daje mogućnost jednakog prava odlučivanja po modelu jedan član – jedan glas.

Energetska zadruga Otok Krk najstarija je takva zadruga u Hrvatskoj, a na pitanje kako i zašto su se organizirali te koju su im motivi odgovara ekološki aktivist Vjerman Piršić jedan od osnivača zadruge.

„Kao prvo treba reći da je sve počelo kao svjesno promišljanje grupe entuzijasta na otoku Krku, prije otprilike 20 godina koja je počela razmišljati o

⁴⁶ Grad Krk, Otok Krk potvrdio kretanje u smjeru energetske neovisnosti,[website], <http://www.grad-krk.hr/Pocetna/Otok-Krk-krenuo-u-smjeru-energetske-neovisnosti.aspx> (pristupljeno 02.11.2016.)

⁴⁷ HRT radio Prvi program, Vodič za moderna vremena, [online radio emisija], <http://radio.hrt.hr/prvi-program/arhiva/vodic-za-moderna-vremena/584/>, emitirana 03.11.2016.

održivom razvoju. Nekolicina nas sudjeluje i u izvršnoj vlasti. Kod energije je stvar veoma jednostavna jer se mogu kopirati tuđa iskustva. Npr. u Kopenhagenu u Danskoj, otprilike 4000 građana osnovalo je trgovačko društvo, odnosno zadrugu te projektiralo i izgradilo 16 vjetroelektrana u moru od kojih imaju prihode“

„Nakon uspješne komunikacije s lokalnim vlastima (g. Piršić je nezavisni vijećnik u općini Omišalj) shvatili smo dvije ključne stvari: ako će nas recimo 500 u sljedećih par godina kupiti fotonaponski sustav, zajednička nabava će nam radikalno smanjiti troškove, a kao drugo, ako ikad budemo imali komunalnu energiju na otoku Krku, kao što imamo komunalni vodovod, ona će biti vlasništvo energetske zadruge, a ne stranih ulagača. Užasno me smeta kad prolazim pored vjetroelektrana gdje, kompletna instalacija i ugradnja nije iz Hrvatske, čak niti beton. Znači imamo situaciju kada dolaze ljudi izvan Hrvatske i prodaju naš vjetar za naše novce, a mi za to ne dobijemo gotovo ništa“.

„Papirologija za izgradnju jedne male solarne elektrane na krovu vlastite kuće bila je užasno komplicirana. S vremenom se situacija nešto pojednostavila, ali su se smanjile kvote. Kada imate zadrugu tada određena količina zadrugara može angažirati osobu koja će svu potrebnu papirologiju pribaviti za sve. To je bio još jedan od motiva udruživanja u energetska zadrugu“.

„Nakon analize zaključili smo da postoji model – zadruga - koji je sjajan po tome što i veliki ulagači i mali ulagači imaju jednaka prava (tvrtka sa 300 radnika i ja kao građanin imamo jednako pravo glasa) te se time na neki način osigurava obrana javnog interesa. Naša zadruga ima za cilj našem privatnom interesu, olakšati da se solariziramo, a našem javnom interesu da otok Krk bude prvi energetski nezavisan i CO₂ neutralan otok na mediteranu. Ideja počiva na dva principa, prvo da smanjujemo potrošnju energije (energetski učinkovite kuće) i drugo da koristimo vlastite obnovljive izvore energije. Strateška odluka je da ti izvori energije budu u našem vlasništvu“.

Kada govorimo o energiji je li sporno vlasništvo nad elektranama, može li se to uopće riješiti kroz energetske zadrugu?

„Kao prvo trebamo situaciju malo raslojiti. Npr. krenimo od ove naše kuće koja ima otprilike potrebu 6 KW proizvodnje energije, a mi na naš krov možemo staviti 10 KW. Znači, po danu kad imamo sunca možemo proizvoditi dovoljno energije za naše potrebe, a navečer kada nemamo sunca morati ćemo povlačiti energiju iz mreže te

možemo višak energije zamijeniti s nekim operaterima po načelu kilovat za kilovat ili je možemo spremi u Tesline baterije.

Investicija za 10 KW plus topla voda (dva stana i dva apartmana) je na početku promišljanja koštala oko 350 000 kuna, a sada je pala na 125 000 kn zbog pada cijena i zbog zadruga.“

Koliko trenutno članova broji zadruga te kakvi su planovi za dalje? Zadruga je trenutno zamrznuta, kao i obnovljivi izvori. Napravili smo analizu i zaključili da oko tisuću domaćinstava želi ugradnju panela.

Energetska zadruga Otok Krk ima veliku snagu jer je uspjela udružiti sve jedinice lokalne samouprave, gradsko komunalno poduzeće i još neka trgovačka društva. U zadruzi Otok Krk članovi su još i udruge te vrijedni pojedinci. Koristeći snagu velikog broja članova uspjeli su spustiti cijenu projektiranja za šest puta, a cijenu opreme za 40%. U praksi to izgleda ovako „postoji idejni projekt kojeg morate imati koji je koštao 7.500 kn, a mi smo došli kod projektanta (nas 263) te spustili cijenu na 2.000 kn, to je elementarna logika nabave. I druga stvar je da možete kao zajednica školovati dečke koji to mogu instalirati i servisirati što znači otvarate radna mjesta u lokalnoj zajednici. Danas kompanije na Krku smatraju da je njihova društvena odgovornost napraviti fotonaponski sustav i poduprijeti ideju da otok Krk bude energetske nezavisan pa su tako sustavi (od 50-150 KW) instalirani na krovovima hotela Baška, Marina Punat, GP Krk, stanici za tehnički pregled vozila, Gimnaziji, sortirnica za otpad, na komunalnom poduzeću Ponikve itd.

„Može se napraviti i sljedeća situacija; da jedinica lokalne samouprave ili komunalno društvo napravi idejni projekt te napraviti IPO (inicijalnu ponudu obveznica) koja zapravo znači da građani mogu kupiti dionicu i osigurati si, po nekim proračunima od 6-9% prihoda godišnje od dividende što je daleko više nego oročena štednja s kamatom od 2%. Poanta je u tome da, osim što imamo bolju klimu, ekonomsku dobit, obnovljivi izvori energije kad se isplate su besplatni.

Poslovni model energetske zadruga Otok Krk je jasan povezati lokalnu samoupravu i trgovačka društva s građanima kako bi zajednički radili na projektima solarizacije. Masovni pristup smanjuje cijenu instalacija sunčanih elektrana ali to nije sva korist ističe g. Vjeran Piršić jedan od osnivača energetske zadruga Otok Krk. „Imamo nekoliko koristi, prvo financijska korist – to je jedan od boljih povrata uložених

sredstava i nisu rizični (sunce će sijati), druga stvar je da ste energetski nezavisni kao obitelj i treće brendiranje destinacije“.

Kako ste vi uspjeli stvoriti taj konsenzus, odnosno sinergiju? „Nismo samo mi nego i u Kaštelima, to je druga zadruga u Hrvatskoj. Mislim da su ključna dva faktora, potrebno je da imate **pojedince kojima građani vjeruju** (budući da mi u Hrvatskoj imamo problem u vjerodostojnosti) i postoji **tradicija rješavanja problema** odnosno dobrih projekata (zbrinjavanje otpada)“.

Kakvi su vaši rezultati, odnosno zarada, isplati li se? „To je isplativo, to je definitivno dobro uloženi novac. Životni ciklus ove tehnologije je 25 godina i sve analize pokazuju isplativost i povrat investicije od 5-10 godina, a nakon toga imate značajan profit. Osim toga imate neke stvari koje se ne mogu monetarno kvantificirati. Kao prvo brendiranje otoka kao zelene destinacije, kao drugo borba protiv klimatskih promjena i kao treće, ako se napravi tranzicija u posfossilno društvo i korištenje obnovljivih izvora energije imati ćemo loše projekte (Plomin). Niz sekundarnih koristi koje se događaju su velike i neprocjenjive“.

U energetici se upravo odvija prava revolucija, polovinom prošle godine Njemačka je objavila da gasi čak 57 elektrana na fosilna goriva. Centralizirana proizvodnja jednostavno je sve manje potrebna. Tehnologija obnovljivih izvora dostupna je cijenom i jednostavnošću. Nudi nam se mogućnost da prestanemo biti pasivni kupci i da postanemo proizvođači energije. Međutim, obnovljivi izvori energije kod nas nisu uzeli velikog maha zbog otpora velikih sustava koji hrane veliku politiku pojašnjava Vjeran Piršić. „Očito je da je inicijativa odozdo daleko jača od bilo koje hrvatske ili svjetske Vlade. Ova naša država ima sjajne resurse, a jedan od resursa su građani koji se znaju sami organizirati“

Budući da Hrvatska obiluje energetskim potencijalom mislite li da obnovljivi izvori energije utječu na održivi razvoj u RH? Kao prvo za bilo koji gospodarski rast potrebni su resursi. Kada govorimo o održivom razvoju nulti nivo je uvijek prostor (koji nije zagađen, prenapučen), a tri stupa rasta su hrana, voda i energija. „Hrvatska u ovom trenutku nema bitnu penetraciju obnovljivih izvora energije, možemo govoriti samo o hipotezama, odnosno trenutnog utjecaja na održivi razvoj nema. Možemo govoriti samo što bi bilo kad bi bilo. Kao prvo, moramo reći da je to neizbježno, dakle tranzicija Hrvatske u obnovljive izvore je neizbježna. Dva su pitanja samo ključna

kada i u kojem postotku će biti napravljena tranzicija (trenutna je hipoteza 80% 2030.g.) i drugo je pitanje hoćemo li pritom razviti svoje gospodarstvo i zaposliti svoje ljude ili će to biti neokolonijalni sustav. Ono što je sporno je zašto se u to nije krenulo organizirano, a odgovor je lobiji.

Znači li to da je potrebno mijenjati Strategiju energetskeg razvoja iz 2009.g. i da politika ne djeluje u službi građana? Fundamentalna Strategija energetskeg razvoja iz 2009.g. propisala je dvije termoelektrane na ugljen i ispitivanje nuklearke te je stavila 1200 MW vjetra i 50 MW solara što nema smisla na Jadranu. Iz toga se zaključuje velik utjecaj lobija fosilnih goriva i lobija vjetroelektrana. Politika cijeli sustav koči, primarno u interesu lobija fosilnih goriva i eventualno geopolitičkom interesu ruske federacije. Trenutno je energetika prebačena ministarstvu zaštite okoliša što je jako dobro. Ako se tranzicija osmisli, tada se Hrvatsku treba usmjeriti energetskeim zadrugama, da građani postanu sami proizvođači električne energije, da tvrtke, bolnice, hoteli, komunalna društva i drugi na svojim ravnim krovovima dobiju mogućnost ugraditi fotonaponski sustav i izgraditi velike fotonaponske i vjetroelektrane.

U Hrvatskoj zakoni nisu naklonjeni uključivanju građana u razvoj obnovljivih izvora energije. Kod nas se sustav temelji na kvotama koje u pravilu popune velike tvrtke. U Danskoj, građanin treba samo potpisati dva dokumenta kako bi pristupio zadrugi i postao suvlasnik malog djela vjetroelektrane. Danas revoluciju obnovljive energije u Europi provode motivirani građani. Takvih je sve više i kod nas. Imamo šansu Hrvatsku premrežiti energetskeim zadrugama kaže nam Vjeran Piršić istaknuti ekološki aktivist i jedan od osnivača energetske zadruge Otok Krk.⁴⁸

⁴⁸ Intervju s istaknutim ekološkim aktivistom i osnivačem zadruge „Otok Krk“, Vjeranom Piršićem, proveden 12.11.2016. za potrebe ovoga diplomskog rada.

6. ZAKLJUČAK

Uz primjenu konvencionalnih (fosilnih) energetske resursa, alternativni oblici energije postaju značajan dodatni izvor energije u zadovoljavanju potreba. Uz osiguranje dodatnih količina električne energije obnovljivi izvori energije omogućuju i dodatne doprinose gospodarskom razvoju te osiguravanju opće konkurentnosti u gospodarenju energijom. Jedan od temeljnih razloga sve većeg korištenja obnovljivih izvora energije je postizanje ekološkog aspekta održivosti, jer obnovljivi izvori energije ne onečišćuju okoliš emisijom stakleničkih plinova te djeluju na smanjeno iscrpljivanje ograničenih fosilnih energetske resursa. Obnovljivi izvori energije, iako se pojavljuju kao prikladan energetske resurs samostalno ne mogu postići „održivost“ zbog ograničenja koja se pojavljuju u području dostupnosti i kontinuiranosti primjene obnovljivog izvora. Kako bi se navedena ograničenja eliminirala potrebno je osigurati diverzifikaciju u korištenju obnovljivih izvora energije ili riješiti pitanje skladištenja određene količine energije. S obzirom na rješavanje istaknutih problema, ovisit će daljnje korištenje i razvoj obnovljivih izvora.

Prednost korištenja obnovljivih izvora energije očituje se u poticanju razvoja gospodarstva, odnosno razvoja energetske sektora i svih pratećih djelatnosti koje su vezane za tu industriju. Oni imaju znatan učinak multiplikatora na one države čija je industrija sposobna proizvoditi energetske strojeve i opremu temeljenu na tehnološkim inovacijama, osobito kod njihova izvoza. Općenito se smatra da obnovljivi izvori energije snažno djeluju na povećanje zaposlenosti, pogotovo na zapošljavanje lokalnog stanovništva gdje se određeni obnovljivi izvor i nalazi.

Uz višestruke prednosti korištenja obnovljivih izvora energije, pojavljuju se i određeni nedostaci što uključuje ovisnost o vremenskim uvjetima odnosno nekontinuiranost i nepredvidljivost obnovljivog energetske resursa, poteškoće oko prihvata obnovljive električne energije u elektroenergetski sustav, nisku sposobnost proizvodnje električne energije, nisku energetske efikasnost, nisku maksimalnu iskorištenost kapaciteta, relativno visoku cijenu proizvodnje električne energije i dr. Ipak se očekuje da će se u narednom razdoblju proizvodnja i potrošnja energije iz obnovljivih izvora u značajnoj mjeri povećati, prije svega zbog razvoja i unaprjeđenja

novih tehnologija, te postupnim smanjenjem istih, što će rezultirati dodatnom ekspanzijom obnovljivih izvora energije na nova tržišta.

Iako se smatraju osnovnim energentima budućnosti, u Republici Hrvatskoj, nažalost, nisu značajnije iskorišteni. Atraktivnost energije iz obnovljivih izvora u našoj zemlji još nije u potpunosti prepoznata s obzirom na resurse kojima raspolažemo, te njezine pozitivne učinke na razvoj nerazvijenih područja. Optimalno korištenje raspoloživih prirodnih resursa i ekološki orijentirana strategija razvoja tih područja u velikoj bi mjeri pridonijela razvoju nacionalnog gospodarstva i zadovoljenju energetske potrebe RH, odnosno samodostatnosti energetskog sustava RH, čemu svakako trebamo težiti.

Prema statističkim podacima o udjelu obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji, Republika Hrvatska se nalazi u prosjeku članica EU. Međutim, podaci o potrošnji i vlastitoj proizvodnji električne energije bez emisija CO₂ otkrivaju manjak električne energije koji je potrebno nadoknaditi uvozom.

Vlada Republike Hrvatske strukturu i aktivnosti prilagođava EU smjernicama i određuje prioritete ovisno o raspoloživim financijskim sredstvima za poticaje u sustavu zajamčenih otkupnih cijena električne energije, o procjeni doprinosa pojedinog obnovljivog izvora energije u zapošljavanju domaće industrije i usluga, te ovisno o međusobnoj cjenovnoj konkurentnosti obnovljivih izvora energije. Danas, direktni troškovi proizvodnje električne energije iz OIE su još uvijek veći od troškova proizvodnje iz elektrana koje koriste fosilna goriva. Tako OIE nisu još uvijek konkurentni na svjetskom tržištu električne energije zato se povlaštenim proizvođačima nadoknađuju veći troškovi proizvodnje putem nekih od mehanizama potpore. Usklađenost obnovljivih izvora energije s povećanjem energetske efikasnosti može biti odrednica održivog razvoja i pri tome ostvariti ciljeve očuvanje prirode i okoliša te gospodarenje prirodnim resursima kao temeljnih vrijednosti društva.

Analiza ulaganja u obnovljive izvore energije u RH dovodi do zaključka da je u proteklom razdoblju prednost dana vjetroelektranama u odnosu na solarne i druge izvore, što s obzirom na geografski položaj nije logično ni optimalno rješenje. Vjetroelektrane su svakako najbolji vid korištenja obnovljivih izvora energije na krajnjem sjeveru Europe, ali u našoj zemlji prednost bi trebala imati energija Sunca. Određivanjem premalih kvota, RH je politički ograničila i kočila razvoj solarnih

elektrana. S gospodarskog stanovišta, ugradnjom uvozne opreme nismo ostvarili efekt razvoja domaće industrije.

Zaokret u energetskej politici koji će ojačati ulogu obnovljivih izvora energije te ostvarivanje potpuno obnovljivog energetskeg sustava u 2050., može osigurati nezavisnost hrvatskeg energetskeg sustava te u potpunosti ukinuti uvoz energenata i na taj način smanjiti deficit. Ukupno smanjenje deficita vanjskotrgovinske bilance će ipak ovisiti o tome koliki će dio investicije za kupnju ili proizvodnju opreme i izgradnju postrojenja biti zadovoljen s privrednim subjektima registriranim na području Republike Hrvatske.

Dugoročni razvoj ekonomski i ekološki održivog tržišta obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti učinit će hrvatsko gospodarstvo manje ovisnim o uvozu električne energije i fosilnih goriva, te doprinijeti smanjenju sveukupne emisije stakleničkih plinova. Pojačana ulaganja u razvoj i tranzicija u društvo koje proizvodi i troši energiju bez štetne emisije CO₂, izazov su koji RH mora prihvatiti i prilika koju ne smije propustiti.

Značajan korak u smjeru razvoja energetskeg sektora na temelju korištenja lokalnih resursa i ulaganja u lokalnoj zajednici uspješno je pokrenut u pojedinim državama svijeta koje su ga razvile do neslućenih razmjera. Rješenje koje vodi prema etičnosti i održivosti u energetskeom sektoru su energetske zadruge. U Njemačkoj, energetske zadruge u svom vlasništvu imaju gotovo 60% svih obnovljivih izvora energije, dok je u Danskoj taj postotak još i veći. Uključivanjem što većeg broja građana u energetske zadruge okrupnjava se kapital i smanjuje rizik investicije. Na taj način lokalna zajednica može konkurirati velikim energetskeim kompanijama i zadržati energetske potencijale pod svojom kontrolom, a zadrugama je olakšan pristup sredstvima iz fondova EU-a i drugim oblicima poticajnog financiranja.

U Hrvatskoj model zadruga još uvijek ima negativnu konotaciju, a pozitivan primjer energetske zadruge Otok Krk, kojeg bi trebali slijediti ukazuje nam da su educirani građani jedan od važnijih resursa u razvoju energetskeg sektora u Hrvatskoj.

LITERATURA

Knjige:

- BAŠIĆ, H., *Male hidroelektrane*, Energetski institut Hrvoje Požar, South East Europe Program, Projekt Ener-Supply, 2010.
- BIZJAK, D. et.al. *Održivo gospodarenje energijom – hrvatska praksa za Europu*, Zagreb: DOOR, 2014.
- ČUPIN, N. *Nova energetika, Energetika u službi gospodarstva*, Zagreb, Udruga za razvoj Hrvatske, 2013.
- GOODSTEIN, Eban. S., *Ekonomika i okoliš*, Zagreb, MATE d.o.o., 2003.
- GRANIĆ, G., *Kako promišljati energetske budućnost?*, Zagreb, Poslovna biblioteka, Energetski institut Hrvoje Požar, 2010.
- KERSAN-ŠKABIĆ, I., *Ekonomija Europske Unije*, Pula, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“, 2015,
- KOLUNDŽIĆ, S., *Dekarbonizacija energije mijenja paradigme u energetici*, Zagreb: Kiklos, Denona d.o.o., 2015.
- LABUDOVIĆ, B. *Obnovljivi izvori energije*, Zagreb: Energetika marketing, 2002.
- POTOČNIK, V., *Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj*, Zagreb, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, 2002.

Članci:

- AGBOLA, A., *Public Sensitisation on the Adoption of Renewable Energy in Nigeria: Communicating in the Way Forward*. IOSR Journal Of Humanities Social Science, 2014., Vol. 19, No. 5, pp.74-81, <http://iosrjournals.org/iosr-jhss/papers/Vol19-issue5/Version-4/K019547481.pdf> (pristupljeno: 10.10.2016.)
- ALLANNE, K. i A. SAARI, *Distributed energy generation and sustainable development*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 10, Issue 6, 2006., Pages 539-558,

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/13640321/10>

(pristupljeno:

05.09.2016)

- BAŠIĆ, H., MAHMUTOVIĆ, Z., i Ž., PAVLIN, *Mogućnosti korištenja vodnog potencijala u strategiji energetskeg razvitka Republike Hrvatske*, Studija za Hrvatske vode, 1999, <https://www.google.hr/search?q=Mogućnosti+korištenja+vodnog+potencijala+u+strategiji+energetskeg+razvitka> (pristupljeno 02.10.2016.)
- BLESL, M., WISSEL, S., i O., MAYER-SPOHN, *Private Costs of Electricity and Heat Generation*. Cost Assessment of Sustainable Energy Systems, 2008, pp. 1-47., https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ECOFYS%202014%20Subsidies%20and%20costs%20of%20EU%20energy_11_Nov.pdf (pristupljeno: 11.10.2016.)
- BORHANAZAD, H., et al., *Potential application of renewable energy for rural electrification in Malaysia*, Renewable Energy, Vol. 59, 2013, pp. 210-219.
- BOROMISA, A., i S. TIŠMA, *Mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije i energetska učinkovitost na razini gradova i općina*, Institut za međunarodne odnose, Hanns-Seidel-Stiftung, 2013., http://www.irmo.hr/wp-content/uploads/2013/11/prirucnik_0.pdf, (pristupljeno: 12.10.2016.)
- CARLEY, S. et al., *Energy-based economic development*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.15, o. 1, 2011, pp. 282-295, <http://www.sciencedirect.com/science/journal/13640321> (pristupljeno: 02.10.2016.)
- FRANKOVIĆ, B., BLECICH, P., i A. HUSTIĆ, *Utjecaj uvođenja obnovljivih izvora energije na održivi razvoj energetskeg sustava Republike Hrvatske s osvrtom na emisije stakleničkih plinova*, Zagreb, 24. Forum Dne energije u Hrvatskoj, 2015. <http://www.hed.hr/pdf/24Forum/Frankovic,Blecich,Hustic.pdf>, pristupljeno 15.10.2016,
- HONORIO, L. et al., *Efficiency in electricity generation*. Eurelectric – Union of the Electricity Industry, Brussels, Belgium, 2003.
- LLERA, S.E. et al., *Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study*, Vol. 14, 2010, pp. 679-690

- MATIĆ, Z., *Hidroelektrane u Hrvatskoj*, Hrvatska elektroprivreda d.d., Zagreb, 2004.
- ŠLJIVAC D. i Z. ŠIMIĆ, *Obnovljivi izvori energije, Najvažnije vrste, potencijal i tehnologija*, Zagreb: FER, 2009.
<http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/OIE%20Tekst.pdf> (pristupljeno 16.10.2016.)
- HOPS, *Mjesečni izvještaj o proizvodnji vjetroelektrana u Hrvatskoj*, 2016.
<https://www.hops.hr> (pristupljeno: 23.10.2016.)
- HORVATH, A., *Potencijal obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2011.*
http://huec.hr/00_DOKUMENTI/10_SKUPSTINE_I_STRUCNI_SKUPOVI/1105_2011/1_dan/10.%20OIE-L.Horvath.pdf, (pristupljeno: 20.10.2016.)
- KARADŽA, N., EIHP, *Potencijal obnovljivih izvora energije u RH*, Zadar, 2001.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, *World energy assessment: Energy and the challenge of sustainability*, 2000.
- Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, *Energija u Hrvatskoj 2012*, Godišnji energetski pregled, Zagreb, 2012.
[http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012_web%20\(1\).pdf](http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Energija2012_web%20(1).pdf) (pristupljeno: 20.10.2016.)
- Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, *Energija u Hrvatskoj 2013*, Godišnji energetski pregled, Zagreb, 2013. <http://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2015/02/Energija2013.pdf> (pristupljeno: 20.10.2016.)
- Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, *Energija u Hrvatskoj 2014*, Godišnji energetski pregled, Zagreb, 2014.
http://www.mingo.hr/public/energetika/Energija_RH_2014.pdf (pristupljeno: 20.10.2016.)
- Strategija energetskog razvoja RH, NN 130/2009. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html

Mrežne stranice:

- <http://www.censolar.es/erec2040.pdf>
- <http://www.cnti.info/energija/page11.html>

- <http://www.dzs.hr/>
- <http://www.eko.zagreb.hr/default.aspx?id=83>
- <http://ener-supply.eu/hr/6.php>
- <http://www.energetika-net.com/u-fokusu/res-publica/prva-hrvatska-geotermalna-elektrana-uskoro-u-pogonu>
- <http://www.enu.fzoeu.hr/o-projektu>
- <http://www.gradimo.hr/clanak/energija-morskih-valova/24067>
- <http://www.hep.hr/oie/oie/nestalnostIzvora.aspx>
- http://huec.hr/00_DOKUMENTI/10_SKUPSTINE_I_STRUCNI_SKUPOVI/1105_2011/1_dan/10.%20OIE-L.Horvath.pdf
- https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/HRV/Zavrsni%20izvjestaj%20HIO%20konacni_final.pdf
- http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html
- <http://klima.mzoip.hr/default.aspx?id=82>
- <http://www.mzoip.hr/hr/klima/obnovljivi-izvorix.html>
- http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_07_76_2499.html
- <http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/OIE%20Uvod%20prezentacija.pdf>
- <http://www.obnovljivi.com>
- <http://otok-krk.org/krk/hrvatska/energetska-zadruga-otok-krk-i-grad-krk-organizirali-edukaciju-gradana>
- http://www.regea.org/assets/files/objavilismo2012/broshura_gradjani_print_3-opt.pdf
- <http://www.slideserve.com/geri/energija-vode-hidroenergija>
- <http://www.slideboom.com/presentations/615888/ENERGIJA-VJETRA---VJETROELEKTRANE>
- <http://www.sustainablemeasures.com/node/42>
- <http://www.tehno-dom.hr/obnovljivi-izvori-energije/energija-biomase>
- <https://www.yumpu.com/hr/document/view/19194831/biomasa-kao-obnovljivi-izvor-energije-supeus>
- <http://unlocking-the-future.com/energetika/energija-nadohvat-ruke>
- www.urh.hr
- <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/1729-vjetroelektrane-u-hrvatskoj-2014>

- <http://www.wwindea.org/>

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

Popis slika:

Slika 1. Usporedba iskorištavanja tradicionalnih i „novih“ izvora energije	3
Slika 2. Solarna karta Hrvatske	6
Slika 3. Grafički prikaz instaliranih kapaciteta u svijetu	8
Slika 4. Instalirani kapacitet vjetroelektrana 2011-2014 MW	11
Slika 5. Koraci pretvorbe biomase u energiju.....	12
Slika 6. Proizvodnja Biodizela – Europa	14
Slika 7. Geotermička ležišta u Panonskom bazenu	19
Slika 8. Udio OIE u energetske potrošnji pojedinih država u 2014. godini uz prikazani cilj 2020.....	33
Slika 9. Projekcija ukupne potrošnje energije za EU (Mtoe).....	34
Slika 10. Potencijal bioenergije u Hrvatskoj po regijama.....	38
Slika 11. Dinamika rasta korištenja Sunčeve energije u Hrvatskoj do 2030. godine	44
Slika 12. Atlas vjetra Hrvatske (1992-2001)	46
Slika 13. Udjeli u proizvodnji primarne energije.....	55

Popis tablica:

Tablica 1. Faze životnog ciklusa energetskeg postrojenja i utjecaj na zaposlenost	28
Tablica 2. Prednosti i nedostaci korištenja obnovljivih izvora energije.....	32
Tablica 3. Podaci o ukupnoj potrošnji električne energije	35
Tablica 4. Prikaz teoretskog doprinosa biomase za proizvodnju električne energije.....	39
Tablica 5. Teoretski doprinos geotermalne energije za proizvodnju električne energije.....	40
Tablica 6. Prikaz teoretskog doprinosa hidroenergije za proizvodnju električne energije.....	42
Tablica 7. Osnovni parametri vjetroelektrana u redovnom pogonu	47
Tablica 8. Projekcija strukture obnovljivih izvora energije prema Nacrtu zelene knjige	54

Popis grafikona:

Grafikon 1. Proizvodnja električne energije iz OIE u Hrvatskoj 2014.godine	5
--	---

SAŽETAK

Obnovljivi izvori energije uz energetske efikasnost predstavljaju glavne temelje zadovoljenja energetske potrebe, održive energetike i ublažavanja klimatskih promjena. Glavni uzročnik globalnih klimatskih promjena je emisija stakleničkih plinova, a energetika u njima sudjeluje s približno 61% udjela. Stoga su scenariji razvoja energetike usmjereni na smanjivanje emisije stakleničkih plinova bržim širenjem obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti.

Hrvatska je relativno bogata obnovljivim izvorima, jer njihov potencijal iznosi preko 60% potrošnje primarne energije. Njihovim aktiviranjem moguće je znatno povećati zaposlenost i gospodarski razvoj zemlje, smanjiti ovisnost o uvozu energije, znatno utjecati na razvoj ruralnih područja te time doprinijeti energetskej neovisnosti. Otok Krk je među prvima koji je odabrao put energetske neovisnosti.

Prema uzoru na razvijene zemlje razvoj obnovljivih izvora energije trebalo bi temeljiti na energetskeim zadrugama. Više od 50% obnovljivih izvora energije u Njemačkoj je u vlasništvu građana koji su članovi energetskeih zadruga. Energetska zadruga Otok Krk najstarija je takva zadruga u Hrvatskoj.

Ključne riječi: Obnovljivi izvori energije, energetskei potencijal, održivi razvoj, energetska zadruga

SUMMARY

Renewable energy sources and energy efficiency are the main fundamentals to meet energy needs and afford a sustainable energy production and climate change mitigation. The main cause of global climate change is the emission of greenhouse gases, of which energy takes share about 61%. Therefore, the scenarios of energy development policy aim to reduce greenhouse gas emissions through a faster expansion of renewable energy and energy efficiency.

Croatia is relatively rich in renewable resources, because their potential rate covers more than 60% of primary energy consumption. Their activation can significantly increase employment and economic development of the country and reduce dependence on energy imports, take a significant impact on the development of rural areas and thus contribute to energy independence. The island of Krk is among the pioneers who chose the path of energy independence.

According to the model of developed countries, the development of renewable energy should be based on energy cooperatives. More than 50% of renewable energy in Germany is owned by citizens who are members of the Energy Cooperative. Energy Cooperative Island of Krk is the oldest of such cooperatives in Croatia.

Key words: Renewable energy sources, energy potential, sustainable development, energy co-operatives