Primjena obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj

Radolović, Vanja

Undergraduate thesis / Završni 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:137:384647

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet ekonomije i turizma
«Dr. Mijo Mirković»

VANJA RADOLOVIĆ

PRIMJENA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U RH

Završni rad

Pula, 2016.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet ekonomije i turizma
«Dr. Mijo Mirković»

VANJA RADOLOVIĆ

PRIMJENA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U RH

Završni rad

JMBAG: 0145014312, izvanredni student
Studijski smjer: Turizam

Predmet: Uvod u ekonomiju
Mentor: doc.dr.sc. Dean Sinković

Pula, 2016.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Vanja Radolović, kandidat za prvostupnika ekonomije ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mojega 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 Završnog 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, _____, _____ godine

IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Vanja Radolović dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom *Primjena obnovljivih izvora energije u RH* 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, _____ (datum)

Potpis

_____

Sadržaj

1. UVOD 1
2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE 2
2.1. Sunčeva energija 3
2.1.1. Solarni kolektori 4
2.1.2. Fotonaponske ćelije 5
2.1.3. Mogućnosti za primjenu Sunčeve energije u Hrvatskoj 6
2.2. Energija vjetra 7
2.2.1. Opće značajke vjetroelektrana 8
2.2.2. Primjena energije vjetra danas 8
2.2.3. Ekonomske značajke izgradnje vjetroelektrana 9
2.3. Energija vode 10
2.3.1. Hidroenergija i hidroelektrane 11
2.3.2. Hidroenergija u svijetu i kod nas 12
2.3.3. Hidroelektrane u Hrvatskoj 12
2.4. Energija vodika 13
2.4.1. Svojstva vodika 14
2.4.2. Sigurnost primjene vodika 15
2.5. Energija iz biomase 15
2.5.1. Osnovna svojstva biomase 16
2.5.2. Primjena biomase u Hrvatskoj 18
2.6. Energija iz okoliša 19
2.6.1. Geotermalna energija 19
2.6.2. Primjena geotermalne energije u Hrvatskoj 21
2.6.3. Ekonomske značajke primjene geotermalne energije 22
3. UTJECAJ KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJA NA ZAPOŠLJAVANJE 22
4. MARKETING OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U HRVATSKOJ 24
4.1. Marketing slobodnog energetskog tržišta obnovljivih izvora u Hrvatskoj 24
5. ODNOS EUROPSKE UNIJE PREMA OBNOVLJIVIM IZVORIMA 25

6. ZAKLJUČAK 27
SAŽETAK 28
7. LITERATURA 29
POPIS SLIKA 30

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je primjena obnovljivih izvora energije u RH. Energija je presudni čimbenik opstanka ljudske vrste, poput zraka, hrane i vode.

Energija je u tvarima- u Zemlji i njezinu bližem okolišu, u energetskoj aktivnosti tvari Sunca te u gravitacijskom djelovanju masa Zemlje, Sunca i Mjeseca. Kako bi se energija iskoristila, te tvari se moraju steći, prikupiti, pridobiti i privesti energetskim uređajima ili te uređaje izložiti njihovu djelovanju. Energija je sposobnost obavljanja rada. Svi energetski procesi, kojima smišljeno upravlja čovjek, zbivaju se tako da se energija sadržana u nekom izvoru energije, tijekom jedne ili više transformacija njezina oblika usmjeri nekoj potrebnoj svrsi. [1]

Govoreći o energiji i procesima njezine pretvorbe mogu se razlikovati energetske rezerve i resursi, izvori, vrste i oblici energije. Energetski resursi su svi na Zemlji dostupni izvori energije koji mogu biti neobnovljivi i obnovljivi. Energetske rezerve su oni izvori koji se geološki i geografski mogu točno odrediti i koji se uz postojeće gospodarske uvjete i stanje tehnike mogu učinkovito iskorištavati. Izvori energije su sredstva koje služe za pretvorbu energije odnosno koja su sama neki oblik energije (npr. ugljen, prirodni plin, Sunce, vjetar...). Vrste energije podrazumijevaju pojavnost, odnosno načine na koji se uočava djelovanje energije, što je jednim dijelom povezano s njezinim izvorima. Oblici energije obuhvaćaju izvore i vrste energije, ovisno o njihovom mjestu u procesima pretvorbe (primarna, sekundarna, končana i korisna energija). Primarni izvori su izvori koji se dobivaju izravno iz prirode, a sekundarni izvori su oni izvori koji su tehničkim postupcima pretvorbe dobiveni iz primarnih. Konačna energija je vrsta energije koji krajnjem korisniku stoje na raspolaganju (npr.toplina, električna struja, razna goriva...), a korisna energija je onaj dio energije koji se dobiva nakon oduzimanja svih gubitaka koji nastaju pri procesima dobivanja.[2]

Cilj završnog rada je definirati obnovljive izvore energije te paralelno s njima navesti njihovu primjenu u RH. Svrha rada je prikazati i ukazati na sve veću važnost i korištenje obnovljivih izvora energije.

Kod izrade završnog rada korištena je stručna literatura i razni internetski izvori.

[1] Kalea M., *Obnovljivi izvori energije,* Kiklos- krug knjige d.o.o., Zagreb, 2014., str. 4
[2] Labudović B., *Obnovljivi izvori energije,* Energetika marketing, Zagreb, 2002., str. 20.-23

2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Obnovljivi izvori energije su izvori koji se dobivaju iz prirode te se mogu obnavljati. Danas se sve više koriste zbog svoje neškodljivosti prema okolišu. Oni se troše procesima pretvorbe, a njihove se količine samo privremeno iscrpljuju, odnosno uvijek se mogu nadoknaditi ili obnoviti. Možemo ih nazvati alternativnim izvorima energije. [3]

Obnovljivi izvori su najjeftiniji mogući energent, jeftiniji od ugljena, nafte, plina i nuklearne energije. Dolaze u različitim oblicima u neograničenim količinama i besplatni su. Sunce i vjetar su sveprisutni i uz današnju tehnologiju vrlo lako se pretvaraju u korisnu električnu energiju. Dakle, izvor energije je besplatan, lokalno prisutan i sve što je potrebno je uzeti poznatu tehnologiju i izvršiti pretvorbu u električnu energiju koju svi možemo koristiti iz misteriozne crne kutije koju zovemo utičnica.

Od pronalaska električne struje jedan je stari obnovljivi izvor počeo sve više dobivati na značenju a to je energija vodotokova. Ipak, pokazalo se kako njegova primjena također značajno utječe na okoliš jer nakon potapanja dolina ispod vode nerijetko ostaju biljke koje truljenjem stvaraju metan. Većina se suvremenih hidroelektrana gradi ponajviše zbog proizvodnje električne energije, što poskupljuje izgradnju. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća pojavljuju se zamisli o ponovnoj primjeni izvora energije korištenih od davnina, a od početka industrijalizacije pomalo zaboravljenih. Biomasa (drvo, sušeni ostaci biljaka itd.)je bila energent za ogrjev tijekom cijele povijesti. U Južnoj Americi se 1872. godine Sunčevom energijom pokretalo desalinizacijsko postrojenje, dok se 1878. godine u Indiji pojavilo prvo solarno kuhalo.

Od sedamdesetih godina prošlog stoljeća pa do danas mnogo je učinjeno na promicanju ekološke svijesti i primjeni novih, energetski učinkovitih i za okoliš manje štetnih tehnologija koje se danas često nazivaju održivima. Zaštita okoliša i obnovljivi izvori energije postaju sve popularniji u javnosti.

Solarni kolektori i fotonaponske ćelije stalno se razvijaju i unapređuju pa su sve brojniji širom svijeta, a u pogonu je nekoliko solarnih elektrana. Vjetroelektrane su posvuda sve češće, a najviše ih je u Kaliforniji i uz obale Sjevernog i Baltičkog mora. U Islandu je važna

[3] o.c., str. 25

geotermalna energija, a primjena toplinskih crpki i biomase gotovo je nezaobilazna u nekim zemljama srednje Europe.

Važno svojstvo obnovljivih izvora je njihova prilično jednolika raspoređenost i dostupnost po cijeloj Zemljinoj površini, odnosno neomeđenost geopolitičkim i sličnim okvirima. Obnovljivi, neiscrpivi ili alternativni izvori energije na Zemlji potječu od tri glavna primarna izvora: od raspadanja izotopa u dubini Zemlje (npr. Geotermalna energija), od gravitacijskog djelovanja planeta (npr. Energija morskih mijena) i od termonuklearnih pretvorbi na Suncu (npr. Sunčeva energija, energija biološkog porijekla, energija vjetra itd).

Obnovljivi izvori energije se mogu podijeliti u nekoliko osnovnih skupina:

- Sunčeva energija
- Energija vjetra
- Energija vodenih tokova
- Energija vodika
- Energija iz biomase
- Energija iz okoliša[4]

2.1. Sunčeva energija

Sav život na zemlji omogućava sunčeva energija i bez nje bi se Zemlja pretvorila u beživotnu ledenu pustinju. Količina energije koju Sunce u svakom satu emitira prema Zemlji dovoljna je za pokrivanje sveukupnih energetskih potreba čovječanstva u cijeloj kalendarskoj godini![5]

Energija Sunca koristi se oduvijek, od kad postoji ljudski rod. Sunce je nebesko tijelo, zvijezda najbliža Zemlji i bez njega je nemoguć opstanak života na Zemlji. Sunčeva energija potječe od nuklearnih reakcija u njegovom središtu, gdje temperatura doseže 15 milijuna °C. Radi se o fuziji, kod koje spajanjem vodikovih atoma nastaje helij, uz oslobađanje velike količine energije. Svake sekunde na ovaj način u helij prelazi oko 600 milijuna tona vodika, pri čemu se masa od nekih 4 milijuna tona vodika pretvori u energiju. Ova se energija u vidu svjetlosti i topline širi u svemir pa tako jedan njezin mali dio dolazi i do Zemlje. Pod

[4] o. c., str. 46-48
[5] o. c., str. 56

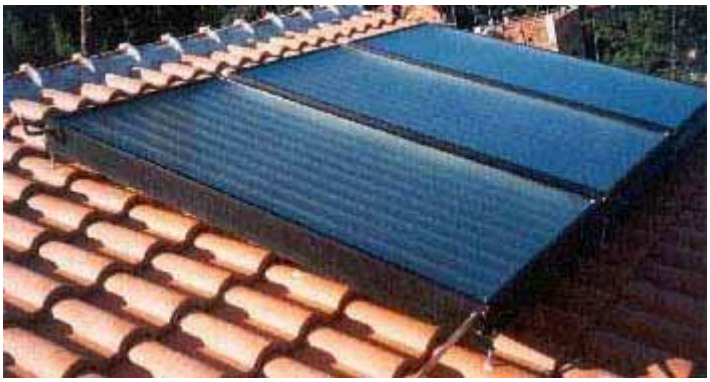
optimalnim uvjetima, na površini Zemlje može se dobiti 1 kW/m^2, a stvarna vrijednost ovisi o lokaciji, godišnjem dobu, dobu dana, vremenskim uvjetima itd. U Hrvatskoj je prosječna vrijednost dnevne insolacije na horizontalnu plohu 3-4,5 kWh/m^2.

Osnovni principi direktnog iskorištavanja energije Sunca su:

- Solarni kolektori (koriste se za pripremanje vruće vode i zagrijavanje prostorija)
- Fotonaponske ćelije (direktna pretvorba sunčeve energije u električnu)[6]

2.1.1. Solarni kolektori

Solarni kolektori pretvaraju sunčevu energiju u toplinsku energiju vode (ili neke druge tekućine). Sistemi za grijanje vode mogu biti ili otvoreni, u kojima voda koju treba zagrijati prolazi direktno kroz kolektor na krovu, ili zatvoreni, u kojima su kolektori popunjeni tekućinom koja se ne smrzava (npr. antifriz). Zatvoreni sustavi mogu se koristiti bilo gdje, čak i kod vanjskih temperatura ispod nule. Tijekom dana, ako je lijepo vrijeme, voda može biti grijana samo u kolektorima. Ako vrijeme nije lijepo, kolektori pomažu u grijanju vode i time smanjuju potrošnju struje. Solarni kolektori su vrlo korisni i kod grijanja bazena. U tom slučaju temperatura vode je niska i jednostavnije je održavati temperaturu pomoću otvorenih sistema grijanja.
Postoje i kolektori koji direktno griju zrak. Ti sustavi cirkuliraju zrak kroz kolektore i na taj način prenose velik dio energije na zrak. Taj se zrak kasnije vraća u grijanu prostoriju i onda se održava temperatura u prostoriji. Kombinacijom grijanja zraka i grijanja vode može se postići vrlo velika ušteda.[7]



Slika 1. Solarni kolektor (Izvor: http://www.izvorienergije.com/energija_sunca.html,2016.)

[6] http://www.izvorienergije.com/energija_sunca.html, 2016.
[7] http://www.izvorienergije.com/energija_sunca.html, 2016.

Kod solarnih sustava najvažnije je da su kolektori u ljetnim mjesecima stalno "u pogonu". To znači da energiju koja dolazi do njih "transportiraju" u smjeru potrošača, a samim time koriste je u korisne svrhe. Ako nije tako sustav je najčešće predimenzioniran. Kod predimenzioniranih sustava kolektori u ljetnim mjesecima brzo napune spremnike toplinom, a nakon toga pošto s energijom nemaju kamo - griju sami sebe. Ovo je čisti energetski gubitak a trenutna iskoristivost sustava jednaka je nuli. Do predimenzioniranosti sustava najčešće dolazi zbog nepoznavanja tehnike kvalitetnog iskorištavanja Sunčeve energije od strane tvrtke davatelja usluge. Cijena solarnog sustava za obiteljsku kuću kreće se u rasponu 25 000 - 45 000 kn, a ovisna je o njegovoj namjeni. Uz daljnji porast cijene energenata obračun utrošene energije u kućanstvu sve više će ići u prilog korištenju Sunčeve energije. Ako se uzme u obzir vijek trajanja solarnog sustava više od 20 godina, investitor koji se već danas odluči za upotrebu solarne energije naći će se na pravoj strani, ne samo u ekološkom, nego i u ekonomskom smislu.[8]

2.1.2. Fotonaponske ćelije

Fotonaponske ćelije su poluvodički elementi koji direktno pretvaraju energiju sunčeva zračenja u električnu energiju. Efikasnost ime je od 10% za jeftinije izvedbe s amorfnim silicijem, do 25% za skuplje izvedbe. Za sada su još uvijek ekonomski nerentabilni jer im je cijena oko 6000 $/kW. Fotonaponske ćelije mogu se koristiti kao samostalni izvori energije ili kao dodatni izvor energije. Kao samostalni izvor energije koristi se npr. na satelitima, cestovnim znakovima, kalkulatorima i udaljenim objektima koji zahtijevaju dugotrajni izvor energije. U svemiru je i snaga sunčeva zračenja puno veća jer Zemljina atmosfera apsorbira veliki dio zračenja pa je i dobivena energija veća. Kao dodatni izvori energije fotonaponske ćelije mogu se na primjer priključiti na električnu mrežu, ali za sada je to neisplativo.[9]

Zahvaljujući dugom životnom vijeku i jednostavnoj građi fotonaponski sustavi pogodni su za postavljanje svuda, gdje je izgradnja konvencionalnog energetskog razvoda složena i skupa. Održavanje je jednostavno i ne zahtijeva posebna stručna znanja niti opremu. I dok se na alpskim strmim krovovima sve češće vide respektabilni energetski sustavi s dvadesetak i više fotonaponskih ploča u Hrvatskoj je to još uvijek iznimno rijedak prizor, iako ima puno više sunčanih dana.

[8] http://www.mcsolar.hr/suncevi-kolektori.php, 2016.
[9] http://www.izvorienergije.com/energija_sunca.html, 2016.

Zimi, u priobalnim dijelovima Hrvatske fotonaponski moduli mogu osigurati oko 160 W/h električne energije, a u ljetnim mjesecima i do 1000 W/h dnevno. U kontinentalnim dijelovima zimi to prosječno iznosi oko 120, a ljeti do 900 W/h dnevno. Ta gotovo besplatna i obnovljiva energija pohranjuje se u odgovarajuće akumulator bez buke i zagađivanja okoliša, a dostatna je za napajanje kućanskih trošila u opsegu uobičajene dnevne uporabe. U slučaju povećanih energetskih potreba takav se sustav jednostavno proširuje nadogradnjom dodatnih fotonaponskih modula.[10]



Slika 2. Fotonaponski solarni sustav (Izvor: http://www.zelenaenergija.org/clanak/solarne-fotonaponske-celije-fotocelije/429, 2016.)

2.1.3. Mogućnosti za primjenu Sunčeve energije u Hrvatskoj

Zahvaljujući zemljopisnom položaju i klimatskim uvjetima Hrvatska ima brojne i posve neiskorištene potencijale za primjenu Sunčeve energije. U ukupnoj potrošnji hrvatskih kućanstava električna energija prevladava s oko 40% što se najvećim dijelom troši u toplinske svrhe. Oko 1/3 svih kućanstva Hrvatske nalazi se u priobalju, zaobalju i na otocima gdje je već danas ekonomski isplativa i opravdana zamjena fosilnih goriva Sunčevom energijom, posebice za sve niskotemperaturne primjene: grijanje prostorija, bazena, staklenika i za sušare. Uz to je sve zanimljivija primjena za desalinizaciju i hlađenje koje je najpotrebnije baš

[10] http://www.zelenaenergija.org/clanak/solarne-fotonaponske-celije-fotocelije, 2016.

kada Sunčevog zračenja ima najviše. Upravo bi hlađenje moglo osigurati punu iskorištenost Sunčeve energije jer će tada veće površine kolektora potrebne zimi za grijanje punu funkciju dobiti i od kasnog proljeća do rane jeseni za hlađenje. Perspektiva za primjenu Sunčeve energije u Hrvatskoj svakako su hibridne solarne toplane(na sunčevu energiju i plin) u svakom naselju i priobalju i na otocima, jer bi se upravo područnim grijanjem i hlađenjem mogli riješiti ključni problemi kućanstva i turizma na tim područjima.

Primjena fotonaponskih sustava u velikoj mjeri može poboljšati standard stanovništva u većini ruralnih područja, u koje bi konačno stigla električna energija, naravno samo za ne toplinske namjene. Udobnost življenja ruralnog stanovništva time će postati gotovo jednaka onoj u gradovima, u kojima je priključak električne energije uobičajen.Priprema PTV i grijanje rješavali bi se tada solarnim kolektorima, a ne bi trebalo izostati ni hlađenje, ako bude potrebno (npr. za neki turističko-ugostiteljski pogon). Primjenom FN sustava također bi se mogli riješiti svi slučajevi opskrbe udaljenih telekomunikacijskih, prometnih ili uslužnih objekata ili otoka, za koje mala potrošnja električne energije ne opravdava povlačenje mreže. Snaga instaliranih FN sustava u razvijenim zemljama danas raste po stopama većim 20% godišnje, dok Hrvatska na tom području za sada ne bilježi nikakav napredak.[11]

2.2. Energija vjetra

Pod pojmom vjetar najčešće se podrazumijeva vodoravna komponenta strujanja zračnih masa nastala zbog razlike temperatura, odnosno prostorne razdiobe tlaka. Vjetar je posljedica Sunčevog zračenja, a na njegove značajke dobrim djelom utječu lokalni čimbenici.Topli zrak se nad ekvatorom diže do približno 10 km, usmjerava prema polovima i zakreće pod utjecajem zemljine rotacije, a za to vrijeme hladan zrak popunjava ostale praznine uzrokujući tako stalne vjetrove u tom dijelu svijeta koji svojim djelovanjem potpomažu kruženje mora u oceanima. Osim s globalnim strujanjem zračnih masa, nastanak vjetrova povezan je i s trenutačnim položajem putujućih baričkih sustava (ciklona i anticiklona), čiji je dominantni smjer kretanja u umjerenim širinama od zapada prema istoku. Vjetar nad nekim područjem posljedica je primarnih strujanja zračnih masa zbog globalne raspodjele tlaka (godišnja doba) i putujućih cirkulacijskih sustava (ciklona i anticiklona). Time nastaju razni lokalni vjetrovi s različitim značajkama što ovisi o izgledu površine tla

[11] Labudović, B., *Obnovljivi izvori energije*, Energetika marketing, Zagreb, 2002, str.129-130

(ravnica, planine, doline, naselja, šume itd), njezinim značajkama (pješčana, kamena, vlažna, vodena itd) i svojstvima zračnih masa koje su uključene u strujanje.[12]

2.2.1. Opće značajke vjetroelektrana

Osnovni dio svakog postrojenja za pretvorbu energije vjetra u druge korisne oblike, električnu energiju ili mehanički rad je vjetroturbina koja se sastoji od rotora, odnosno njegovih lopatica i vratila. Vratilo može ili ne mora biti spojeno na odgovarajući prijenosnik koji pokreće električni generator ili mehanizam kojim se obavlja korisni rad. Vratilo, prijenosnik, generator i razni regulacijski dijelovi smješteni su u zajedničko kućište koje se postavlja na stup odgovarajuće visine. Kako bi stup izdržao sva opterećenja od udara vjetra i drugih utjecaja kojima je cijeli sustav izložen mora se dobro temeljiti. U osnovne dijelove vjetroturbine ubrajaju se: rotor vjetroturbine, vratila s prijenosnikom, električni generator i ostali dijelovi električnog sustava (spoj na mrežu, nužno napajanje i sl), regulacijski sustavi, stup i temelj.[13]

2.2.2. Primjena energije vjetra danas

Značajnija primjena energije vjetra za dobivanje električne energije započinje u godinama nakon tzv. Prve energetske krize, sedamdesetih godina prošlog stoljeća u Danskoj i SAD-u (Kalifornija). U sljedećih nekoliko godina u njima, ali i u još nekoliko zapadnoeuropskih zemalja započinju široki programi izgradnje vjetroelektrana. Smatra se kako danas u svijetu ima oko 60 proizvođača opreme za iskorištavanje energije vjetra, a barem jedna vjetroelektrana može se naći u svakoj zemlji svijeta. Na konkurentnost vjetroelektrana na sve slobodnijem tržištu električne energije u posljednje vrijeme utječu razni programi potpora, najčešće u obliku tarifnih potpora, subvencija pri ulaganju te poreznih ili fiskalnih mjera.

U Hrvatskoj do početka 2002. godine još nije izgrađena nijedna komercijalna vjetroelektrana, a jedno ispitno postrojenje snage 22 kW u Puli (Valtura) još 1988. godine. Dakako, mnogo se očekuje od primjene novih energetskih zakona i najavljene liberalizacije i deregulacije energetskog tržišta.[14]

[12] o.c., str. 245
[13] o.c., str. 282
[14] o.c., str. 241

2.2.3. Ekonomske značajke izgradnje vjetroelektrana

Kroz svoj bi vijek trajanja vjetroelektrana trebala ostvarivati prihode na temelju prodaje proizvedene električne energije te tako pokrivati rashode i nastojati ostvarivati dobit. Pri tome se rashodi, odnosno troškovi izgradnje i pogona VE mogu se podijeliti u tri osnovne skupine:

- investicijski ili troškovi ulaganja (najveći dio ukupnih rashoda)
- troškovi pogona i održavanja
- troškovi plaćanja poreza i doprinosa, kapitala i sl.

Troškovi ulaganja ili investicije pri tome se dijele na: troškove uvjetovane lokacijom i troškove izgradnje.

Troškovi uvjetovani lokacijom obuhvaćaju troškove nekretnina izgradnje pristupnih prometnica i telekomunikacijske mreže te dodatnih sadržaja za oplemenjivanje prostora. Troškovi izgradnje uključuju sve troškove potrebne za fizičku izgradnju postrojenja na odabranoj lokaciji:

- izrade potrebne investicijsko-tehničke i izvedbene dokumentacije (prikupljanje podataka o vjetru, izrada studije isplativosti, studije utjecaja na okoliš, projekta itd)
- dobivanja potrebnih dozvola (lokacijske,građevinske, uporabne i sl)
- nabave opreme i nadoknadih dijelova
- prijevoza opreme
- zemljanih i građevinskih radova (pripremu zemljišta, temeljenje, razvođenje mreže itd)
- radova na postavljanju opreme (podizanju stupa, kućišta, rotora itd.)
- priključivanja na mrežu
- obuke osoblja za pogon i održavanje postrojenja.

Prosječni vijek trajanja vjetroturbina se procjenjuje na dvadesetak godina, dok vijek trajanja temelja može biti i do 50 godina. To zapravo znači kako bi se isti temelji mogli iskoristiti dva puta, to jest za postavljanje dviju generacija VT. Uz to valja spomenuti kako je vrijeme raspoloživosti vjetroelektrana iznimno veliko, pri čemu bi se redoviti pregledi i popravci VE u pravilu trebali izvoditi svakih šest mjeseci.

Financijska procjena projekta izgradnje vjetroelektrana može se podijeliti na procjenu likvidnosti i procjenu rentabilnosti. Procjena likvidnosti podrazumijeva predviđanje o tome hoće li VE cijelog vijeka trajanja moći podmirivati rashode, dok se procjena isplativosti temelji na određivanju njezinog ekonomskog doprinosa. Procjena isplativosti može se provesti na nekoliko osnovnih načina: metodom razdoblja povrata ulaganja (utvrđuje vrijeme potrebno za pokrivanje ukupnih ulaganja), metodom neto sadašnje vrijednosti i na temelju interne stope povrata.[15]



Slika 3. Vjetropark kod Splita (Izvor: http://www.poslovni.hr/tag/vjetroelektrane-i-izgradnja-vjetroelektrana-i-vjetroparkova-u-rh, 2016.)

2.3. Energija vode

Pod pojmom energije vodenih tokova, odnosno jednostavnije hidroenergije, obuhvaćene su sve mogućnosti za dobivanje energije iz strujanja vode u prirodi: iz kopnenih vodotokova, iz morskih mijena (plime i oseke) i iz morskih valova. Kopneni vodotokovi potječu od kruženja vode u prirodi pa njihova energija, zapravo, potječe od Sunčeve. Morski valovi, barem oni koji su uzrokovani vremenskim prilikama zbog čega su prilično pravilni i mogu se iskorištavati, također potječu od Sunčeve energije. Osim njih postoje još i valovi koji nastaju zbog djelovanja Zemljine kore, primjerice vulkana ili potresa, ali zbog stohastičke prirode i redovito razornog djelovanja nisu prikladni za korištenje. Za razliku od njih, energija

[15] o.c., str. 323.-324

morskih mijena potječe od gravitacijskog djelovanja nebeskih tijela, točnije od djelovanja Mjeseca i Zemlje.

Kada se govori energiji kopnenih vodotokova u smislu obnovljivih izvora uglavnom se podrazumijevaju samo hidroelektrane malih učina. 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, lokalnih promjena klime zbog velikih količina vode itd. Za razliku od toga, utjecaj na okoliš malih hidroelektrana je bitno manji jer se nerijetko mogu uklopiti u krajolik (npr. iskorištavanjem postojećih hidroenergetskih sustava, napuštenih mlinova i sl), mala je potrošnja energije za njihovu izgradnju, cijeli sustav nije velik.[16]

2.3.1. Hidroenergija i hidroelektrane

Najveći dio hidroenergije potječe od kruženja vode u prirodi koje je najvećim dijelom uzrokovano Sunčevim zračenjem. Područje znanosti koje se bavi tim kruženjem naziva se hidrologijom, pri čemu se dio koji se odnosi na vodene tokove na površini Zemlje naziva hidrogeologijom. Kruženje vode u prirodi od hidrosfere (velikih vodenih ploha) u atmosferu pa u obliku padalina natrag u hidrosferu ili na litosferu (kopno) naziva se hidrološkim krugom. Pri tome se pod pojmom hidrosfere podrazumijevaju sve velike stajaće vodene plohe na Zemlji:oceani, mora i velika jezera, dok pojam litosfere obuhvaća sva kopnena područja koja mogu biti:

- aridna, iz kojih voda koja padne na njih odmah potom odlazi natrag u atmosferu
- humidna, iz kojih voda koja padne na njih u obliku vodotokova odlazi prema hidrosferi.

Voda koja se u hidrosferi i litosferi nalazi u kapljevitom stanju pod utjecajem topline isparava te u obliku vodene pare odlazi u atmosferu gdje tvori oblake i druge atmosferske pojave. Jedan se dio te vodene pare u obliku padalina vraća na površinu Zemlje, djelomično izravno u hidrosferu, a djelomično u litosferu, odakle pod djelovanjem gravitacije nastavlja svoj put prema hidrosferi tvoreći kopnene vodotokove: rijeke i potoke. Za procjenu hidroenergetskog potencijala vrlo je važna godišnja količina padalina i vodotokova. Udio

[16] o.c., str. 326-327

vodotokova u ukupnoj količini padalina pokazuje kolika se, zapravo, godišnja količina padalina može iskoristiti.[17]

2.3.2. Hidroenergija u svijetu i kod nas

Mogući iskoristivi potencijal za proizvodnju električne energije iz vodotokova na svijetu procjenjuje se na 48222 TW h godišnje,što iznosi oko 75% ukupnog potencijala, dok se tehnički potencijal procjenjuje na 19390 TW h godišnje ili 30% ukupnog. Pri tome ukupna proizvedena energija iznosi 2056 TW h godišnje ili 3,5% ukupnog potencijala. Prema podacima međunarodne agencije za energiju, udio iskorištavanja potencijala vodotokova raste u Južnoj Americi, Aziji i Africi, pri čemu se ukupan dio razvijenih zemalja u svjetskoj proizvodnji električne energije iz vodotokova smanjuje.

U Hrvatskoj se mogući iskoristivi potencijal vodotokova procjenjuje na oko 20 TW h godišnje, a tehnički na oko 12 TW h, od čega se za proizvodnju za sada iskorištava tek polovica. Više od 10% tog neiskorištenog potencijala otpada na rijeke Kupu, Savu i najviše na Dravu.. Godine 1999. proizvodnja u hrvatskim hidroelektranama iznosila je 2076 MW, čime se pokriva nešto manje od polovice ukupnih energetskih potreba. Do danas je izgrađeno i u pogonu je 35 hidroelektrana, od čega 20 velikih, 12 malih i 3 tzv. hidroelektrane biološkog minimuma.[18]

2.3.3. Hidroelektrane u Hrvatskoj

Aktualna je rasprava o predvidivoj izgradnji HE Ombla te hidroelektrana na Savi, kao značajnih čimbenika u investicijskom zamahu i osiguranju daljeg povećanja udjela korištenja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj. Govori se i o tome da je hrvatski hidroenergetski potencijal iskorišten samo s 50%, a opet je znano da u naglašeno vlažnim godinama, proizvodnja hrvatskih hidroelektrana zna biti veća od polovine ukupne proizvodnje električne energije. Početak elektroenergetskog korištenja vodenih snaga počinje u 1895. godini, kada je puštena u pogon HE Jaruga, snage 320 kVA na rijeci Krki. Nakon Drugog svjetskog rata izgrađeno je još šesnaest hidroelektrana, snage veće od 10 MW, koje se ubrajaju u velike hidroelektrane.

[17] o.c., str. 328-329
[18] o.c., str. 331-333

Krajem 2010. godine u Hrvatskoj, u sastavu HEP-a ima 18 velikih HE, 8 malih HE, snage do 10 MW, a izvan sustava HEP-a još je 6 malih HE. Među velikim hidroelektranama pretežu akumulacijske, ima ih 11, a protočnih elektrana je sedam. Omjer akumulacijskih HE spram potočnih je vrlo povoljan, akumulacijske omogućuju iskorištenje vode bolje prilagođeno potražnji. Pogotovo su korisne crpno-akumulacijske HE koje omogućavaju pohranu energije u doba male potražnje i proizvodnju energije u doba povećane potražnje. Jedna je takva velika ((Velebit). Ukupna instalirana snaga velikih hrvatskih HE je 2108 MW, a dodavši i male HEP-ove i one izvan HEP-a, ukupno je hidroelektrana instalirano 2141 MW. Instalirana snaga hidroelektrana, činila je 2010. godine polovinu ukupne instalirane snage svih elektrana na području Hrvatske. U razdoblju 1990-2011. godine ukupni park hidroelektrana bio je gotovo stalan, uz dogradnju s nekoliko malih HE i izgradnju HE Lešće 2010. godine.[19]



Slika 4. Hidroelektrana u Hrvatskoj (Izvor :http://www.lolhr.com/blogovi/energetika/39-hidroelektrane-u-hrvatskoj.html, 2016.)

2.4. Energija vodika

Vodik je plin bez boje i mirisa, koji čini 75% ukupne mase svemira. Vodik se na Zemlji nalazi samo u kombinaciji s drugim elementima kao što su kisik, ugljik i dušik. Da bi se mogao upotrebljavati kao izvor energije, treba ga odvojiti od tih elemenata. Vodik se može

[19] Kalea M., *Obnovljivi izvori energije*, Kiklos- krug knjige d.o.o., Zagreb, 2014., str. 267.-268

izdvojiti iz spojeva, koji se nazivaju ugljikovodici, primjenom topline - taj proces naziva se "reformiranje" vodika. Tako nastaje vodik iz prirodnog plina. Vodik se može dobiti i elektrolizom vode, tj. razdvajanjem vode na njene dijelove, vodik i kisik, pomoću električne energije. Također neke alge i bakterije mogu uz prisustvo sunčeve svjetlosti u određenim uvjetima "stvarati" vodik. Danas se vodik najviše upotrebljava u proizvodnji amonijaka, pročišćavanju nafte i proizvodnji metanola. Također se rabi kao gorivo za svemirske letjelice i u gorivnim ćelijama koje astronaute opskrbljuju toplinom, električnom energijom i pitkom vodom. Gorivna ćelija je uređaj koji izravno pretvara kemijsku u električnu energiju. Možemo je zamisliti kao bateriju koja se stalno nadopunjuje novim "gorivom" (vodikom i kisikom) tako da nikad ne "gubi" naboj. Vodik je gorivo visoke ogrjevne moći s bitnom povoljnošću u odnosu na fosilna goriva: njegovim izgaranjem ne onečišćuje se okoliš - jedini nusproizvod izgaranja čista je voda. U budućnosti bi se stoga vodik trebao u većim količinama od današnjih upotrebljavati za pogon vozila i zrakoplova, kao i opskrbu energijom domova i ureda.[20]

2.4.1. Svojstva vodika

Vodik je najčešći element u Svemiru i najčešći na Zemlji. Ipak, na Zemlji se gotovo isključivo nalazi u vezanom obliku, odnosno u raznim kemijskim spojevima. Najlakši je element u prirodi i čak je 14 puta lakši od zraka. Na sobnoj je temperaturi i pri atmosferskom tlaku u plinovitom stanju, bez boje, okusa i mirisa, zapaljiv, ali neotrovan. Kemijska i fizikalna svojstva vodika po mnogočemu su različita od drugih elemenata. Toplinska mu je vodljivost sedam puta veća nego kod zraka, a kroz čvrste stijenke difundira pet puta brže od zraka. Mogućnost njegovog istjecanja kroz spojeve i pukotine stijenki posuda i cijevi mnogo je veća nego kod bilo kojeg drugog plina, ali se u slučaju istjecanja značajno brže raspršuje u okolicu čime zapaljiva smjesa nastaje samo u neposrednoj blizini mjesta istjecanja. Na zraku vodik gori blijedoplavim, gotovo nevidljivim plamenom temperature pri čemu ne nastaje čađa, a zračenje plamena je oko 10 puta manje nego kod drugih gorivih plinova. Zbog toga je i smanjena opasnost od zagrijavanja neposredne okolice i mogućih ozljeđivanja ljudi. Njegovim izgaranjem nastaje samo vodena para, posve neškodljiva za okoliš. Područje zapaljivosti vodika u zraku iznosi od 4 do 75% njegovog volumnog udjela. Donja mu je

[20] http://www.mojaenergija.hr/index.php/me/Knjiznica/Zelim-znati/Skola-energetike/20-Vodik-i-buduci-izvori-energije, 2016.

granica zapaljivosti na zraku četiri puta viša nego za benzin i dva puta viša nego za propan. Područje zapaljivosti vodika u čistom kisiku kreće se između 4 i 95% volumnog udjela. Ipak, energija potrebna za zapaljenje na zraku je 12 puta manja nego kod benzina, ali je brzina izgaranja 8 puta veća.[21]

2.4.2. Sigurnost primjene vodika

Kao i svako drugo gorivo, vodik može biti vrlo opasan ako se ne poštuju osnovna pravila pri rukovanju, skladištenju u uporabi. Fizikalna svojstva vodika različita su od onih kod drugih plinovitih i kapljevitih goriva. Neka njegova svojstva čine ga opasnijim od drugih goriva, a neka pak značajno sigurnijim. Procjena sigurnosnih aspekata vodika kao goriva jedino je moguća u usporedbi s drugim gorivima čiji su sigurnosni aspekti poznati. S obzirom na to da vodik ima najmanju molekulu od svih elemenata, mogućnost njegova istjecanja kroz spojeve i pukotine u cijevima značajno je veća nego kod drugih plinovitih i tekućih goriva. Vodik ima vrlo nisku energiju zapaljenja, otprilike za jedan red veličina manju nego kod drugih goriva. Energija zapaljenja je funkcija omjera goriva i zraka te je za vodik najmanja kod omjera vodika i zraka između 25 i 30%. Zapaljiva će se smjesa zapaliti već kod donje granice zapaljivosti i manja je nego kod prirodnog plina. Vodik nema miris pa mu treba dodavati odorante (kao što se u prirodnom plinu dodaju spojevi sumpora), čime ga se u slučaju neželjenog istjecanja može osjetiti njuhom. U slučaju kad se vodik koristi kao gorivo za gorive ćelije, odoranti na sumpornoj osnovi se ne mogu koristiti jer sumpor inhibira djelovanje katalizatora. Vodik je opasan gotovo isto koliko i druga goriva, čak je po mnogim svojim svojstvima sigurniji.[22]

2.5. Energija iz biomase

Biomasa je sva organska tvar nastala rastom biljaka i životinja. Od svih obnovljivih izvora energije, najviši se doprinos u bližoj budućnosti očekuje od biomase. Svake godine na zemlji nastaje oko 2 000 miljardi tona suhe biomase. Za hranu se od toga koristi 1,2%, za papir 1% i za gorivo 1%- Ostatak, oko 96% trune ili povećava zalihe obnovljivih izvora energije.

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

[21] Labudović, B., *Obnovljivi izvori energije*, Energetika Mareketing, Zagreb, 2002., ., str. 408-409
[22] o.c., str. 445 - 448

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 i maslina, slama, kukuruzovina, stabljike suncokreta, i sl. relativno su lako iskoristiv oblik energije. 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. Računa se da je opterećenje atmosfere s CO2 pri korištenju biomase kao goriva zanemarivo, budući da je količina emitiranog CO2 prilikom izgaranja jednaka količini apsorbiranog CO2 tijekom rasta biljke. U posljednje vrijeme sve više postaje očito da je današnji pristup energiji neodrživ. Od svih obnovljivih izvora energije, najveći se doprinos u bližoj budućnosti očekuje od biomase. Biomasa, kao i njezini produkti – tekuća biogoriva i bioplin, nije samo potencijalno obnovljiva, nego i dovoljno slična fosilnim gorivima da je moguća izravna zamjena.[23]

2.5.1. Osnovna svojstva biomase

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

- Drvna biomasa
  - ✓ Ostaci i otpad nastao pri piljenju, brušenju, blanjanju...
  - ✓ Često je to otpad koji opterećuje poslovanje drvno-prerađivačke tvrtke
  - ✓ Služi kao gorivo u vlastitim kotlovnicama, sirovina za proizvode, brikete, pelete
  - ✓ Jeftinije je i kvalitetnije gorivo od šumske biomase
- Ostaci i otpaci iz poljoprivrede
  - ✓ Slama, kukuruzovina, oklasak, stabljike, koštice, ljuske...
  - ✓ To je heterogena biomasa različitih svojstava
  - ✓ Ima nisku ogrjevnu vrijednost zbog visokog udjela vlage i različitih primjesa (klor!)
  - ✓ Prerađuje se prešanjem, baliranjem, peletiranjem

[23] http://www.tehno-dom.hr/obnovljivi-izvori-energije/energija-biomase

- Životinjski otpad i ostaci
  - ✓ Anaerobna fermentacija (izmet – sve vrste životinja + zelena masa)
  - ✓ Spaljivanjem (stelja, lešine – peradarske farme)
  - ✓ Bioplin (60% metana, 35% CO_2 te 5% smjese vodika, dušika, amonijaka, sumporovodika, CO, kisika i vodene pare)
- Biomasa iz otpada
  - ✓ Zelena frakcija kućnog otpada
  - ✓ Biomasa iz parkova i vrtova s urbanih površina
  - ✓ Mulj iz kolektora otpadnih voda

Ogrjevna vrijednost- određuje se mjerenjem u kalorimetru, pri čemu zrak i gorivo moraju doći u prostor za izgaranje s istom temperaturom, a nastali produkti izgaranja moraju biti ohlađeni na istu temperaturu. U nastalim se produktima izgaranja vlaga pojavljuje u parovitom ili u kapljevitom agregatnom stanju. Drvna biomasa- osnovne su joj značajke: kemijski sastav, ogrjevna vrijednost, temperatura samozapaljenja, temperatura izgaranja i fizikalna svojstva koja utječu na ogrjevnost. Nedrvna biomasa- na ogrjevne vrijednosti podjednako utječu udio vlage i pepela. Udio pepela u nedrvnim biljnim ostacima može iznositi i do 20% pa značajno utječe na ogrjevnost. Općenito supstance koje čine pepeo nemaju nikakvu energetsku vrijednost. Bioplin- nastaje procesom anaerobnog truljenja biomase i sastoji se od metana, ugljikovog dioksida, smjese vodika, dušika, amonijaka, sumporovodika, kisika i vodene pare. Dobiveni se bioplin najčešće koristi za dobivanje toplinske ili električne energije izgaranjem u kotlovima, plinskim motorima ili turbinama. Biogoriva- su kruta, tekuća ili plinovita goriva dobivena iz organskih materijala, neposredno iz biljaka, ili posredno iz industrijskog, kućnog ili poljoprivrednog otpada. Kruta goriva u koja se ubraja drveni ugljen dobivaju se zagrijavanjem drvnih ostataka i otpada iz šumarstva. Tekuća biogoriva obuhvaćaju etanol, metanol i biodizel. Etanol- se dobiva fermentacijom biomase na bazi poljoprivrednih proizvoda, kao što su šećerna trska, repa ili žitarice. Metanol- otrovna tekućina, a koristi se kao pogonsko gorivo kod automobilskih motora gdje je potrebna velika snaga. Biodizel- dobiva se od ulja uljane repice ili recikliranog otpadnog jestivog ulja. Pripada skupini derivata srednje dugih lančanih masnih kiselina.[24]

[24]Labudović, B., *Obnovljivi izvori energije,* Energetika Mareketing, Zagreb, 2002., str. 462-485

2.5.2. Primjena biomase u Hrvatskoj

Primjena energije iz biomase (uglavnom ogrjevnog drva i drvnog ostatka) u Hrvatskoj ima dugu tradiciju pa se tako još 1960. godine iz biomase zadovoljavala gotovo ¼ ukupnih potreba za energijom. Danas Hrvatska zbog netehničkih prepreka: pomanjkanja tržišta za energiju iz biomase te nedostatka svijesti o prednostima takve proizvodnje, primjenom biomase pokriva samo mali dio svojih potreba za energijom, ostavljajući tako neiskorišten značajan prirodni potencijal. To je osobito vidljivo kada se današnje stanje usporedi s nekim europskim zemljama koje su po svojim značajkama slične Hrvatskoj. Također valja uočiti kako se energija iz biomase, odnosno drva, u Hrvatskoj većinom proizvodi na tradicionalan način, pri čemu se koriste energetski neučinkovite tehnologije. Dodatnu poteškoću predstavljaju uznapredovala plinofikacija i prelazak nekih drvnoprerađivačkih pogona za nove tehnologije. Iako su obje pojave same po sebi pozitivne, jedna od njihovih posljedica jest i sve veća količina neiskorištene drvne biomase. Drvna biomasa koja nužno nastaje pri proizvodnji u pogonima drvnoprerađivačke industrije ili pri redovitim radovima u šumi predstavlja vrijedan izvor energije koji može postati i problem za okoliš i za gospodarstvo, ako se zanemari njezina primjena. U Hrvatskoj je drvo od davnina služilo kao izvor energije, a u ruralnim područjima ono i danas predstavlja važan izvor pa je tako njegov udio u ukupnoj potrošnji energije 1996. godine iznosio 4,6%.[25]



Slika 5. Biomasa od drvnih ostataka (Izvor: http://www.tehno-dom.hr/obnovljivi-izvori-energije/energija-biomase, 2016.)

[25] o.c., str. 460-461

2.6. Energija iz okoliša

Pod pojmom energija iz okoliša obuhvaćene su sve mogućnosti za dobivanje energije (električne, toplinske, mehaničkog rada) iz neposrednog fizičkog okoliša: tla, vode i zraka. Toplina iz tla, bez obzira na to radi li se o razmjerno plitkim podzemnim vodama ili o geotermalnim vodama iz dubina Zemlje, uglavnom posljedica procesa u unutrašnjosti Zemlje, a tek manjim dijelom dozračene Sunčeve energije. Za razliku od toga, toplina iz zraka i vode (kopnenih vodotokova, jezera, mora i oceana) uzrokovana je isključivo Sunčevom energijom. Sustavi za iskorištavanje energije iz okoliša načelno se mogu podijeliti u dvije osnovne skupine:

- Sustavi koji izravno koriste tople medije (geotermalnu energiju) iz dubina Zemlje
- Toplinske crpke u kojima se toplina iz neposredne okolice (tla, vode ili zraka) uz dodatnu energiju i prikladan medij dovodi na višu temperaturnu razinu.[26]

2.6.1. Geotermalna energija

Geotermalnom energijom razumijeva se toplina ispod površine tla ali na dosta manjim dubinama. Geotermalna energija promatra se s relativno većih dubina koja se prilikom pridobivanja, na površini javlja kao vrući izvor vode odnosno kao vrela para. Koristi se izravno u toplinske svrhe za zagrijavanje ili kao sanitarna topla voda ili preobražava u električnu energiju ili u električnu energiju i toplinu u spojenom procesu proizvodnje. Ne koristi se, ili se koristi danas sporadično, u 13 zemalja-članica EU, dakle u polovini zemalja ne radi se o lokacijama pogodnim za iskorištavanje geotermalne energije, najčešće se radi o premalenoj temperaturi na nalazištu. [27]

Potencijal geotermalne energije je ogroman, ima je 50000 puta više od sve energije koja se može dobiti iz nafte i plina širom svijeta. Geotermalni resursi nalaze se u širokom spektru dubina, od plitkih površinskih do više kilometara dubokih rezervoara vruće vode i pare koja se može dovesti na površinu i iskoristiti. U prirodi se geotermalna energija najčešće pojavljuje u formi vulkana, izvora vruće vode i gejzira. U nekim zemljama se geotermalna energija koristi već tisućljećima u obliku toplica odnosno rekreacijsko-ljekovitog kupanja. No razvoj znanosti nije se ograničio samo na područje ljekovitog iskorištavanja geotermalne energije već je iskorištavanje geotermalne energije usmjerio i prema procesu dobivanja

[26] o.c., str. 572
[27] Kalea M., *Obnovljivi izvori energije,* Kiklos- krug knjige d.o.o., Zagreb, 2014., str. 62

električne energije te grijanju kućanstava i industrijskih postrojenja. Grijanje zgrada i iskorištavanje geotermalne energije u procesu dobivanja struje, glavni su ali ne i jedini načini iskorištavanja te energije. Geotermalna energija također se može iskoristiti i u druge svrhe kao što su primjerice u proizvodnji papira, pasterizaciji mlijeka, plivačkim bazenima, u procesu sušenja drveta i vune, planskom stočarstvu, te za mnoge druge svrhe. Glavni nedostatak prilikom iskorištavanja geotermalne energije je da nema puno mjesta na svijetu koja su izuzetno pogodna za eksploataciju. Najpogodnija su područja na rubovima tektonskih ploča, tj. područja velike vulkanske i tektonske aktivnosti. Jedan od najzanimljivijih oblika iskorištavanja geotermalne energije je proizvodnja električne energije. Tu se koriste vruća voda i para iz Zemlje za pokretanje generatora, pa prema tome nema spaljivanja fosilnih goriva i kao rezultat toga nema niti štetnih emisija plinova u atmosferu, ispušta se samo vodena para. Dodatna prednost je u tome što se takve elektrane mogu implementirati u najrazličitijim okruženjima, od farma, osjetljivih pustinjskih površina pa sve do šumsko-rekreacijskih područja. Počeci korištenja topline Zemlje za generiranje električne energije vežu se uz malo talijansko mjesto Landerello i 1904 godinu. Tamo je te godine započelo eksperimentiranje s tim oblikom proizvodnje električne energije, kada je para upotrijebljena za pokretanje male turbine koja je napajala pet žarulja, a taj se eksperiment smatra prvom upotrebom geotermalne energije za proizvodnju električne energije. Drugi zanimljivi oblik iskorištavanje geotermalne energije je grijanje. Najveći geotermalni sistem koji služi za grijanje nalazi se na Islandu, odnosno u njegovom glavnom gradu Reykjavik-u u kojem gotovo sve zgrade koriste geotermalnu energiju, te se čak 89% islandskih kućanstava grije na taj način.

Geotermalna energija koristi se i u poljoprivredi za povećanje prinosa. Voda iz geotermalnih rezervoara koristi se za grijanje staklenika za proizvodnji cvijeća i povrća. Pod grijanje staklenika ne uzima se u obzir samo grijanje zrake, već se grije i tlo na kojem rastu biljke. Stoljećima se ovo koristi u centralnoj Italiji, a Mađarska trenutno pokriva 80% energetskih potreba staklenika geotermalnom energijom. Toplinske pumpe su još jedna od upotreba geotermalne tekućine, a ta tekućina kasnije se koristi za grijanje, hlađenje, kuhanje i pripremu tople vode i zato se znatno smanjuje potreba za električnom energijom. [28]

[28] http://www.izvorienergije.com/geotermalna_energija.html, 2016.



Slika 6. Izvor vruće vode na Islandu podoban za iskorištavanje geotermalne energije (Izvor: http://www.izvorienergije.com/geotermalna_energija.html, 2016.)

2.6.2. Primjena geotermalne energije u Hrvatskoj

Geotermalna se voda na području Hrvatske koristila od davnina i na njoj se temelje brojne toplice (npr. Varaždinske, Bizovačke). Dok je ranije u tim toplicama voda na površinu dotjecala prirodno, danas se koriste plitke bušotine. Značajnija istraživanja geotermalnih ležišta kako bi se ispitala moguća primjena u razne svrhe, ne samo zdravstveno-turističke, u Hrvatskoj započinju 1976. godine. S obzirom na temperaturu geotermalnog medija, sva se ležišta u Hrvatskoj mogu podijeliti u dvije skupine:

- s temperaturom višom od 100 °C (srednjetemperaturna)
- s temperaturom nižom od 100 °C (niskotemperaturna)

Osim za primjenu u zdravstveno-turističke svrhe (kao termalna voda u bazenima), geotermalna se energija u Hrvatskoj koristi samo na dva mjesta (koja su i sama dio sportsko-turističkog, odnosno zdravstveno-turističkog kompleksa): u Bizovačkim toplicama u Bizovcu i u športsko-rekreacijskom centru „Mladost“ u Zagrebu. Bizovačke toplice koriste bušotinu Bizovac koja je dio istoimenog geotermalnog polja. Sustav je izgrađen prije dvadesetak godina, no u međuvremenu nije proširivan ni poboljšavan. Geotermalni se medij dobiva iz dvije proizvodne bušotine, a kroz treću se u ležište, umjesto iskorištenog, ohlađenog medija, utiskuje bunarska voda jer ne postoje uređaji za pročišćivanje vode iskorištene u bazenima. Športsko-rekreacijski centar „Mladost“ koristi bušotine Mladost 1,2 i 3 koje su dio istoimenog polja. Bušotina Mladost 3 je proizvodna, s projektiranim protokom 50 l/s i temperaturom medija na izvoru 80 °C. Druge dvije bušotine služe kao utisne, odnosno za povrat medija u ležište.

S obzirom na značajniji potencijal, smatra se kako bi se geotermalna energija u Hrvatskoj iz većine ležišta ponajprije mogla koristiti za sustave grijanja (ponajviše zgrada koja čine zdravstveno-turističke komplekse), gdje se geotermalni medij u te svrhe već koristi, a zatim i za zagrijavanje staklenika (posebice u krajevima u kojima inače postoji poljoprivredna proizvodnja).[29]

2.6.3. Ekonomske značajke primjene geotermalne energije

Ekonomske značajke bilo kojeg postrojenja za iskorištavanje geotermalne energije ponajviše ovise o značajkama ležišta (npr. potrebe za dubokim bušenjima i sl) i svojstvima geotermalnog medija (temperatura, protok, udio agresivnih tvari, plinova i sl). Isplativost primjene geotermalne energije trebalo bi promatrati za svako ležište posebno. Kada se geotermalna energija koristi za dobivanje električne energije, preporučljiva je primjena spojnih procesa, to jest višak topline bi se trebao koristiti za zagrijavanje ogrjevnog medija (za sustave grijanja). U Hrvatskoj bi se, zbog razmjerno niže temperaturne razine medija, geotermalna energija mogla koristiti samo u toplinske svrhe. Pri tome valja reći kako bi razvod tako dobivene toplinske energije trebao biti što manji jer s povećanjem duljine rastu troškovi, ali i toplinski gubici.

Smatra se kako najveći dio ulaganja u iskorištavanje geotermalne energije otpada na razradu bušotina (istraživanja, bušenja, opremanje itd). Primjerice, u sustavu ŠRC „Mladost“ na bušotine otpada čak 82% ulaganja, a na ostalu opremu svega 18% ukupnih troškova. Većina ležišta koja bi se mogla iskorištavati u Hrvatskoj, radovi na razradi bušotina već izvedeni u sklopu radova na istraživanju nafte i plina.[30]

3. UTJECAJ KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJA NA ZAPOŠLJAVANJE

Zapošljavanje u Hrvatskoj bi se povećavalo kada bi se povećavala domaća proizvodnja komponenata ili sustava za opskrbu energijom iz obnovljivih izvora, a pogotovo kada bi se ostvarivao značajniji izvozni udjel u njihovim isporukama. Trebalo bi se raditi o učinkovitosti podjednakoj inozemnim uzorima, cijenama sumjerljivim uvoznoj konkurenciji te o kreditnoj i poreznoj podršci kakvu ima konkurencija. Teško je govoriti o nekakvom direktno primjenjivom iskustvu neke uzorne zemlje u kojoj je došlo do vrlo velikog zapošljavanja u

[29] Labudović, B., *Obnovljivi izvori energije,* Energetika Mareketing, Zagreb, 2002., str. 604-607
[30] o.c., str. 607

branši obnovljivih izvora, koje zapošljavanje se mjeri desetinama tisuća radnika. Pojedini oblici obnovljive energije, imaju u tom pogledu ipak svoje specifičnosti, neko kod gradnje postrojenja, neki kod njihova instaliranja, a neki pri pogonu i održavanju.

U vrijeme gradnje velikih hidroelektrana, pogotovo kad bi se uspostavio sustavni pristup pri tome (jedne godine završava se gradnja jedne hidroelektrane, iste godine završava se izrada opreme za narednu hidroelektranu i iste godine završava se projektiranje treće u nizu budućih hidroelektrana), mogle bi biti trajnije i kontinuirano zaposlene stotine projektanata i tisuće građevinskih radnika na ogromnim gradilištima koja se ostvaruju na takvim građenjima. Male hidroelektrane nemaju tako veliki potencijal novoga zapošljavanja, ali uz veće serije vlastito proizvedenih hidroagregata u normiziranih nekoliko stepenica nazivne snage. Kolektorsko i fotonaponsko korištenje Sunčevim zračenjem kao i korištenje unutarnje topline dizalicama topline, ukoliko bi doživjelo masovni zamah, tražilo bi zapravo velik broj ovlaštenih instalatera, disperziranih po cijeloj državi. U budućnosti bi bili trajno angažirani na ovlaštenim popravcima. Održavanju i servisiranju tih uređaja i instalacija. Moguć je i sve veći udio domaće proizvodnje samih uređaja, najviše za kolektorsku transformaciju Sunčeva zračenja u toplinu. Postoji i vlastita proizvodnja fotonaponskih modula. Kod vjetroelektrana u Hrvatskoj su sada neprihvatljive prilike, ima ih za koje su se i prethodno fabricirane betonske kabelske kanalice uvozile. Domaća proizvodnja postoji, ali se za sada radi o vrlo malim serijama, ali kad se jednom izgradi, za redoviti pogon i održavanje, traži angažman vlasnika i nekoliko radnika. Korištenje biomasom i otpadom te bioplinom, može najjače djelovati na zapošljavanje, osobito zemalja koje nisu na najvišoj tehnološkoj razini, pa ne mogu bitnije sudjelovati na svjetskome tržištu sve sofisticiranije opreme. Za sađenje, sječu, transport i uskladištenje velikih količina biomase ili zbrinjavanje velikih količina otpada, treba veliki broj radnika koji nisu previše kvalificirani. Za uzgoj uljane repice ili drugih biljki pogodnih za proizvodnju biodizela, potreban je angažman velikih poljoprivrednih obradivih površina i trajni angažman tisuća seoskih kućanstava. Mnoge zemlje proizvodnju biodizela, uopće ne gledaju kao važnu energetsku preokupaciju nego prvenstveno kao mjeru zadržavanja zaposlenog seoskog stanovništva na selima, jer s proizvodnjom hrane su zbog povećane produktivnosti sve manje zaokupljeni.[31]

[31] Kalea M., *Obnovljivi izvori energije*, Kiklos- krug knjige d.o.o., Zagreb, 2014., str. 178.-180

4. MARKETING OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U HRVATSKOJ

Održivi razvoj, energetska efikasnost, korištenje obnovljivih izvora energije i zaštita okoliša najaktualnije su teme na početku novog tisućljeća. Nakon prve naftne krize 1973. godine svijet je prihvatio činjenicu da su iscrpivi, konvencionalni izvori energije ograničeni. Svaka razvijena zemlja, osobito na početku novog stoljeća, uključila je održivi razvoj, energetsku efikasnost, korištenje obnovljivih izvora i zaštitu okoliša u svoje strateške planove. Hrvatska, iako ima odlične preduvjete za uporabu obnovljivih izvora, nalazi se po instaliranim sustavima za njihovu primjenu na samom europskom dnu. U Hrvatskoj nije iskorištena komparativna prednost u pogledu njihove primjene. Za njihovu što veću primjenu nužna je uloga marketinga kao interdisciplinirano područja. Bez jasnog istraživanja, segmentacije ciljnog tržišta, bez jasne strategije i sredstava komunikacije i promocije, obnovljivi izvori energije neće zauzeti svoje mjesto na tržištu ni u Hrvatskoj ni u svijetu.[32]

4.1. Marketing slobodnog energetskog tržišta obnovljivih izvora u Hrvatskoj

Suvremeno razvijeno tržišno gospodarstvo temelji se na: privatnom vlasništvu, profitnoj motivaciji, slobodnom tržišnom sustavu i političkim ekonomskim slobodama. Utjecaj okruženja na slobodno energetsko tržište obnovljivih izvora energije može se podijeliti na: gospodarsko, socijalno, političko i tehnološko okruženje. Osim što je uz primjenu manjih, decentraliziranih energetskih sustava koji koriste obnovljive izvore energije, manji utjecaj na okoliš i uvoz energenata (Hrvatska uvozi oko 40% energije), jednostavniji je proces analiziranja, planiranja, usklađivanja, nadziranja i kontrole opskrbom tržišta energijom nego što je to kod velikih sustava. Oni su fleksibilniji, lakše i brže se prilagođavaju promjenama na tržištu odnosno potrošnji energije, dok su veliki sustavi interni i tome se teže prilagođavaju.Odrednice energetskog sektora u Hrvatskoj bi trebale biti:

- suvremeno razvijeno tržišno gospodarstvo (sustav slobodnog poduzetništva)
- turizama kao strateški važna grana
- usmjerenost sofisticiranim proizvodima i informatici, a ne industriji
- uporaba obnovljivih izvora energije i zaštita okoliša
- usmjerenost obrtu, malom i srednjem poduzetništvu

[32] o.c., str. 644

- demografska kretanja pučanstva.[33]

5. ODNOS EUROPSKE UNIJE PREMA OBNOVLJIVIM IZVORIMA

Obnovljivi izvori energije (energija vjetra, sunčeva energija, hidroenergija, energija oceana, geotermalna energija, biomasa i biogoriva) zamjena su za fosilna goriva i pridonose smanjenju emisija stakleničkih plinova, raznolikoj opskrbi energijom te smanjenju ovisnosti o nepouzdanim i nestabilnim tržištima fosilnih goriva, posebno nafte i plina. EU je vodeća u svijetu na području tehnologija obnovljive energije. Posjeduje 40 % patenata obnovljive energije u svijetu, a gotovo polovica (44 %) svjetskih kapaciteta obnovljive električne energije u 2012. (ne uključujući hidroenergiju) nalazila se u EU-u. U industriji obnovljive energije u EU-u trenutno je zaposleno oko 1,2 milijuna ljudi. Zakonodavstvo EU-a za promicanje obnovljivih izvora energije znatno se razvilo posljednjih godina.[34]

Kao prvi korak prema zajedničkoj strategiji razvitka obnovljivih izvora u Europskoj Uniji, Europska komisija je potkraj 1996. godine prihvatila dokument pod nazivom Zelena knjiga. Nakon toga je uslijedila široka javna rasprava, pri čemu je posebna pozornost posvećena prioritetnim mjerama koje treba poduzeti na razini EU i pojedinih zemalja članica. Europski parlament je u svojoj rezoluciji o dokumentu istaknuo važnu ulogu obnovljivih izvora u smanjenju utjecaja efekta staklenika, u povećanju energetske sigurnosti i otvaranju novih radnih mjesta u malim i srednjim poduzećima te poljoprivrednim područjima, a nakon što je provedena javna rasprava, Europska komisija je izradila novi dokument pod nazivom Bijela knjiga i predložila plan aktivnosti na temelju opširne analize sadašnjeg stanja.[35]

Nakon objavljivanja Bijele knjige o obnovljivim izvorima energije 1997., EU je postavila sebi cilj prema kojem bi do 2010. udio obnovljivih izvora energije u potrošnji energije iznosio 12 %, dok bi u potrošnji električne energije iznosio 22,1 %. Nakon proširenja EU-a 2004. 25 država članica postavile su sebi novi cilj da se 21 % električne energije proizvodi iz obnovljivih izvora energije. Zbog nedostatka napretka u postizanju ciljeva za 2010. donesen je sveobuhvatniji zakonodavni okvir. U svojoj komunikaciji od 10. siječnja 2007. pod nazivom „Plan za obnovljivu energiju – energija iz obnovljivih izvora u 21. stoljeću: stvaranje održive budućnost, u kojoj se utvrđuje dugoročna strategija za obnovljivu energiju u EU-u do

[33] o.c., str. 650
[34] http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html, 2016.
[35] Labudović, B., *Obnovljivi izvori energije*, Energetika Mareketing, Zagreb, 2002., str. 648

2020., komisija je predložila obvezan cilj prema kojem udio obnovljivih izvora energije u potrošnji energije EU-a do 2020. mora iznositi 20 %, 10 % potrošnje goriva u prometu mora dolaziti iz biogoriva te se mora stvoriti novi zakonodavni okvir. Na proljetnom zasjedanju Europskog vijeća 2007. politički vođe EU-a podržali su ciljeve za 2020. od svih država članica traži se da do 2020. proizvode 10 % svog goriva za promet iz obnovljivih izvora. Direktivom su se također utvrdili različiti mehanizmi koje države članice mogu koristiti za postizanje svojih ciljeva (programi potpora, potvrde podrijetla, zajednički projekti, suradnja među državama članicama i trećim zemljama) kao i kriteriji održivosti biogoriva. Države članice usvojile su 2010. nacionalne akcijske planove za obnovljivu energiju. Komisija je 2011. ocijenila napredak država članica u postizanju njihovih ciljeva povezanih s obnovljivom energijom za 2020. Kako je putanja postizanja konačnog cilja prema kraju sve strmija, gotovo će sve države članice trebati uložiti dodatan trud kako bi postigle ciljeve za 2020. Prema posljednjim dostupnim podacima Eurostata obnovljiva energija činila je 14 % potrošnje energije u 28 država članica u 2012. Komisija u svom izvješću također ukazuje na niz čimbenika koji utječu na budući razvoj: odstupanja nekih država članica od svojih nacionalnih akcijskih planova za obnovljivu energiju; neuspješno uklanjanje administrativnih prepreka vezanih uz upotrebu obnovljive energije i poteškoća vezanih uz mrežnu infrastrukturu; nedavne promjene koje ometaju nacionalne programe potpora za obnovljivu energiju te sporo prenošenje direktive u nacionalno zakonodavstvo. Komisija je u svojoj komunikaciji od 6. lipnja 2012. pod nazivom „Obnovljiva energija: glavni akter na europskom energetskom tržištu utvrdila područja u kojima je u razdoblju od sada pa do 2020. potrebno uložiti dodatan napor kako bi proizvodnja energije iz obnovljivih izvora nastavila rasti do 2030. i nakon nje, za postizanje jeftinije, konkurentnije i tržišno usmjerene tehnologije obnovljive energije (s programima potpora namijenjenim samo slabije razvijenim tehnologijama), te za poticanje ulaganja u obnovljivu energiju (postupnim ukidanjem subvencija za fosilna goriva, djelotvornim tržištem ugljika i pravilno uspostavljenim porezima na energiju). [36]

Neke zemlje članice izradile su vlastite mjere za potporu obnovljivim izvorima i pripadajućim programima, ali ostaje činjenica da se udio obnovljive energije u ukupnoj potrošnji pojedinih zemalja EU kreće od 1 do 25 posto. Procjena je EU da će 2020. godine na tehnologijama obnovljivih izvora energije u obrtu, malom i srednjem poduzetništvu uposlenost biti jednaka onoj koja je danas u automobilskoj industriji.

[36] http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html, 2016.

6. ZAKLJUČAK

Svijetu treba sve više energije. Stalan porast populacije iziskuje i veće potrebe za energijom, stoga je čovječanstvo u kontinuiranoj potrazi za izvorima energije koji bi primjereno prihvatili energetske potrebe.

Trenutno se kao ekološki prihvatljivo rješenje nude obnovljivi izvori energije, ali ipak nije realno očekivati da će se ti izvori energije dovoljno razviti i komercijalizirati da u nekoj većoj mjeri zadovolje rastuće energetske potrebe čovječanstva. Energija Sunca nema dovoljnu iskoristivost i skupa je. U energiju Sunca bi se trebalo što više ulagati zato što je neograničen i čist izvor koji bi u budućnosti mogao biti mnogo djelotvorniji nego danas. Tehnologije fotonaponskih ćelija i koncentrirane sunčeve energije ubrzano se razvijaju, a ulaganja investitora postaju sve veća. Energija vjetra isto tako može biti konkurentni izvor energije. Hrvatska ima iznimno veliki prirodni potencijal za izgradnju vjetroelektrana. Obalni prostor Hrvatske vrlo je povoljan s obzirom na učestalost, brzinu i smjer vjetra pa bi ga trebalo iskoristiti. Jednom kada se otplati kapitalna investicija vjetroelektrane, tj. kada se njena ukupna vrijednost amortizira – to je uz solarne elektrane najjeftiniji izvor energije. Geotermalna energija se može optimalno iskorištavati na mjestima na Zemlji gdje toplinska energija dolazi vrlo blizu površini. Energija plime i oseke, te energija valova predstavljaju veliki potencijal, ali zbog male dostupnosti trenutno se malo generira iz tih izvora. Hidroenergija može biti znatno jeftinija od energije dobivene iz fosilnih goriva ili nuklearne energije. Stanje u hidroenergetici u Hrvatskoj je dobro, jer je postojeći hidropotencijal ipak prilično dobro iskorišten, pogotovo za izgradnju velikih hidroelektrana – oko 55% proizvodnje električne energije u Hrvatskoj i danas dolazi iz velikih hidroelektrana (što pokriva oko 40% ukupne potrošnje energije). Vodik ne postoji u prirodi, on je često gorivo te dodatni proizvod drugih energija. Biomasa je obnovljiva energija poput sunčeve jer Sunce utječe na rast biljaka. Danas Hrvatska zbog pomanjakanja tehnologije i tržišta za energiju iz biomase, primjenom biomase pokriva samo mali dio svojih potreba za energijom, ostavljajući tako neiskorišten značajan prirodni potencijal. Slaba točka obnovljivih izvora energije jest u tome što su veoma raspršeni, a nemaju kontinuitet te proizvode na mahove. Tako stvaraju nestabilno stanje u mreži.

Obnovljivim izvorima energije je potrebno da postanu ekonomski konkurentni. Ekonomska konkurentnost obnovljivih izvora energije je još vrlo daleko u budućnosti, osim ako se iznenada ne počnu slijevati znatna sredstva u ovaj sektor.

SAŽETAK

Rad se bavi obnovljivim izvorima energije i načinom njihovih primijenjivanja u Hrvatskoj. Kroz nekoliko poglavlja definirani su obnovljivi izvori poput sunčeve energije, energije vjetra, vode, vodika, energije iz biomase i geotermalne energije. Nakon toga obrađena je njihova primjena u Hrvatskoj, tj. navedena je njihova dostupnost, iskoristivost i količina. Od svih navedenih prirodnih izvora energije najviše pozornosti usmjereno je na energiju Sunca i vode zbog ekonomskog potencijala kojeg solarni kolektori, fotonaponske ćelije i hidroelektrane imaju u Hrvatskoj. Energija iz biomase i geotermalna energija u Hrvatskoj spadaju pod manje dostupne izvore pa je stoga u radu dan kraći osvrt na njihovu primjenu. Također, obrađen je i utjecaj obnovljivih izvora energije na zapošljavanje te je stavljen naglasak na važnost marketinga koji bi svakako omogućio širu primjenu obnovljivih izvora. Budući da je Europska Unija vodeća u svijetu na području tehnologija obnovljive energije ukratko je opisan cilj Unije prema obnovljivim izvorima te su navedene potpore i programi koje je EU izradila za sve članice.

7. LITERATURA

Knjige:

1. Budin, R. i Mihelić-Bogdanić, A. (2013.) *Izvori i gospodarenje energijom u industriji*. 1 izdanje. Zagreb: Element d.o.o.
2. Kalea, M.(2014.) *Obnovljivi izvori energije,* Zagreb: Kiklos- krug knjige d.o.o.
3. Labudović, B. (2002.) *Obnovljivi izvori energije*. Zagreb: Energetika marketing.

Internet izvori:

- http://www.izvorienergije.com/energija_sunca.html, (22.8.2016.)
- http://www.mcsolar.hr/suncevi-kolektori.php, (22.8.2016.)
- http://www.zelenaenergija.org/clanak/solarne-fotonaponske-celije-fotocelije, (25.8.2016.)
- http://www.mojaenergija.hr/index.php/me/Knjiznica/Zelim-znati/Skola-energetike/20-Vodik-i-buduci-izvori-energije,(1.9.2016.)
- http://www.tehno-dom.hr/obnovljivi-izvori-energije/energija-biomase, (9.9.2016.)
- http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html, (12.9.2016.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Solarni kolektor na krovu obiteljske kuće

Slika 2. Fotonaponski solarni sustav

Slika 3. Vjetropark kod Splita

Slika 4. Hidroelektrana u Hrvatskoj

Slika 5. Biomasa od drvnih ostataka

Slika 6. Izvor vruće vode na Islandu podoban za iskorištavanje geotermalne enrgije