



Naručitelj:

IRENA – Istarska regionalna energetska agencija
Rudarska 1
HR-52200 Labin

Broj ugovora:

EIHP: 63-13

Potencijali obnovljivih izvora u Istri

Autori:

Željka Fištrek
Andro Bačan
Nikola Karadža
dr.sc. Sanja Živković

Ravnatelj:

dr.sc. Goran Granić

Izdavač:



Energetski institut Hrvoje Požar
Savska cesta 163
10000 Zagreb
Hrvatska
<http://www.eihp.hr/>

Oznaka studije:

EIHP-053-13-01-A

Zagreb, studeni 2013



Sadržaj

1	Uvod	3
2	O projektu TERRE.....	4
3	Potencijali upotrebe OIE u Istarskoj županiji.....	7
3.1	Biomasa	7
3.1.1	Biomasa iz poljoprivrede	7
3.1.2	Biomasa iz šumarstva	10
3.1.3	Biomasa iz otpada.....	12
3.2	Sunce	13
3.2.1	Prirodni potencijal energije Sunca.....	14
3.2.2	Sunčani toplinski sustavi.....	16
3.2.3	Fotonaponski sustavi	17
3.3	Vjetar	18
3.3.1	Opće značajke	18
3.3.2	Prirodni i tehnički potencijal energije vjetra	19
3.4	Geotermalna energija.....	21
4	Mogućnosti otvaranja novih radnih mjesta na temelju ulaganja u OIE u Istarskoj županiji	24

1 Uvod

Obnovljivi izvori energije u novije vrijeme predstavljaju sve zastupljeni i značajniji izvor energije, bilo da se radi o proizvodnji električne energije, korištenju energije za grijanje i/ili hlađenje te korištenje energije u prometu. U skladu s ciljevima smanjenja emisija stakleničkih plinova, ali i prisutnim ograničenjima u korištenju konvencionalnih, fosilnih izvora energije poput dostupnosti, sigurnosti opskrbe i rasta cijena očekuje se da će se obnovljivi izvori energije u budućnosti sve intenzivnije koristiti.

Osim pozitivnog utjecaja korištenja obnovljivih izvora u vidu smanjivanja ili barem neutraliziranja emisija stakleničkih plinova, obnovljivi izvori mogu i jedan od pokretača razvoja lokalne zajednice, u to u vidu razvoja industrije za proizvodnju opreme, zapošljavanjem tokom procesa planiranja, izgradnje i pogona proizvodnih objekata, te smanjivanjem potrebe za uvozom energije, ali i eventualnim izvozom energije proizvedene iz OIE.

Za konkretnu odluku primjene pojedinih izvora na konkretnom području potrebno je poznavati prirodne i tehničke potencijale korištenja pojedinih izvora na tome području, ali i procijeniti legalne, tehničke i financijske mogućnosti implementacije projekata korištenja pojedinih OIE.

Također, povećanje korištenja obnovljivih izvora energije otvara nove gospodarske mogućnosti na lokalnoj razini. Prvenstveno, ove mogućnosti su vezane za razvoj usluga vezanih za instaliranje, održavanje i pogon postrojenja, ali uz dobro planiranje i mogu biti vezane i uz proizvodnju opreme za sustave OIE.

2 O projektu TERRE

Projekt TERRE (TERritory, eneRgy & Employment), tj. Teritorij, Energija i Zapošljavanje namjerava eksperimentirati i pokazati da planiranim i integriranim iskorištavanjem endogenih resursa za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora (iz različitih izvora kao što su bio-mase, sunce, voda, vjetar) možemo postaviti učinkovit model za samodostatan i održiv lokalni razvoj područja, baziran na temelju JPP između javnih institucija, privatnih poduzetnika i lokalnih zajednica, kako bi se ostvarili prihodi i mogućnosti zapošljavanja u manje razvijenim ili marginalnim zona, čime bi se krojio put ka rastu i razvoju temeljem pravilno korištenih lokalnih resursa.

Projekt TERRE će pokušati utvrditi dugotrajne pozitivne učinke na lokalne energetske politike kojima se mogu prevladati ideološke prepreke ulaganja u energetska postrojenja u civilnom društvu i kojima će se uvjeriti donositelje političkih odluka o usvajanju modela i obrazaca za ulaganje u obnovljive izvore energije na temelju multi-sektorskog pristupa, koji se zalaže za zaštitu okoliša i promociju društvenih inputa, poput pravedne raspodjele resursa i promicanje zapošljavanja. Na temelju iskorištavanjem prirodnih resursa za proizvodnju energije želi se doprinijeti pozitivnim učincima na zapošljavanje u depresivnim, neproduktivnim ili depopulacijskim područjima.

Partnerstvo projekta TERRE uključuje uravnoteženu kombinaciju lokalnih vlasti, energetske i razvojne agencije, sveučilišta i trgovinske komore, raspoređenih u 9 različitih zemalja: Italija, Austrija, Mađarska, Bugarska, Slovenija, Rumunjska, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, te Albanija. TERRE uključuje 13 SEE područja koja imaju slična svojstva, a time i zajedničke izazove: urbanu polarizaciju s posljedičnim rizikom od depopulacije rubnih zona (obično ruralnog, brdovitog i planinskog kraja) i rizik od smanjenja produktivnosti usjeva. S obzirom na dostupnost prirodnih resursa, sva navedena područja imaju visok potencijal za lokalni razvoj na temelju ulaganja u obnovljive izvore energije. Projekt TERRE želi olakšati donošenje održivih modela javno-privatnog partnerstva u sektoru obnovljivih izvora energije, naravno uzimajući u obzir zaštitu okoliša i prirodni krajolik.

Interesne i ciljne skupine

Zbog višerazinskog i međusektorskog obilježja projekta TERRE i činjenice da on nije striktno energetski projekt, ciljne i interesne skupine pripadaju različitim aktivnostima i disciplinama:

Ciljne skupine:

- Menadžeri ne-vladinih organizacija
- Menadžeri i zaposlenici lokalnih razvojnih agencija
- Donositelji političkih odluka
- ostali: žene, djeca, mladi, umirovljenici, invalidi, itd.

Interesne skupine:

- Farmeri, uzgajivači, prerađivači drva
- Lokalne zajednice uključene u lokalni razvoj
- Menadžeri tvrtaka koje se bave obnovljivim izvorima energije
- Menadžeri investicijskih tijela



Ciljevi projekta TERRE

- Analizirati posebna obilježja svakog područja (poput prirodnih i ljudskih resursa, značajki krajolika, te kulturnih i ekonomskih karakteristika); njegov potencijal za dobivanje biomase iz šuma, poljoprivrednih i uzgojnih aktivnosti; snage sunčevog zračenja i dostupnosti površina za smještanje fotonaponskih elektrana; potencijal hidroenergije i snage vjetra; kao i dobivanje podataka o lokalnoj potrebi za energijom (uključujući i grijanje)
- Izraditi, na temelju procjenjivanja potencijala za proizvodnju obnovljive energije i kroz provedbu transnacionalnog sustava za potporu odlučivanja, tehničko-ekonomsko-financijski plan za svako području projekta, kako bi se promovirao ekonomsko-socijalni i ekološki održivi lokalni razvoj
- Ojačati trajnost i održivost lokalnog razvoja kroz strukturirane procese izgradnje kapaciteta i poticanje većeg sudjelovanja javnih i privatnih sudionika u lokalnom razvoju. Cilj je izraditi Katalog sa mogućnostima ulaganja u obnovljive izvore energije (OIE) u projektnim područjima, te ga podijeliti s javnim institucijama, zainteresiranim stranama (privatni poduzetnici i investitori u obnovljive izvore energije) i lokalnim zajednicama.
- Promicati ciljanu izgradnju kapaciteta, smatrajući znanje i ljudske resurse kao najjaču i najizdržljiviju "obnovljivu energiju", obratiti se skupinama političara i dužnosnika koji bi na temelju dobivenih rezultata trebali postati učinkovitiji u integriranom planiranju i upravljanju razvojem lokalnih područja, temeljenom na javno-privatnom partnerstvu (JPP) i umrežavanju različitih institucionalnih razina (regija, županija, općina) na regionalnoj, nacionalnoj i transnacionalnoj razini.

TERRE će analizirati potencijale OIE u svakom od navedenih 13 projektnih područja kroz sedam različitih sektora: poljoprivredni sektor, šumarski sektor, solarna energija, energija vjetra, hidro energija, geotermalna energija i organski ostaci.

TERRE želi potaknuti lokalni razvoj kroz poticanje proizvodnje energije iz obnovljivih resursa kao što su: biomasa, Sunce, voda i vjetar.

Očekivani rezultati projekta TERRE

- Razvoj 12 scenarija o obnovljivim izvorima energije i potencijalnim socio-ekonomskih i ekoloških učincima na projektna područja, na temelju primjene zajedničkog sustava za potporu odlučivanju
- Definiranje jednog transnacionalnog modela koji će se odnositi na održivo i uravnoteženo iskorištavanje obnovljivih izvora energije kao poticaj za lokalni razvoj uz pomoć pripreme tehničkih i financijskih lokalnih planova koji će biti sposobni za pridobivanje investicija
- Izrada 12 tehničko-ekonomsko-financijskih planova koji će se odnositi na poticanje strategija za lokalni razvoj na temelju OIE
- Izdavanje jednog transnacionalnog Kataloga investicijskih prilika za korištenje obnovljivih izvora energije u svrhu poticanja lokalnog razvoja
- Realizacija tri pilot projekta
- Povećanje znanja javnih uprava i lokalnih zajednica o obnovljivim izvorima energije kroz organizaciju seminara i stručno osposobljavanje, kao i razrada sklonosti, težnja i vizija interesnih skupina, te prevladavanje eventualnih sukoba u vezi iskorištavanja OIE u projektnim područjima
- Uključenost, zahvaljujući korištenju odgovarajućih komunikacijskih kanala, više od 260.000 ljudi iz 13 projektnih područja



3 Potencijali upotrebe OIE u Istarskoj županiji

3.1 Biomasa

Članak je baziran na rezultatima studije potencijala energije iz biomase provedenima 2012 godine. u okviru projekta REPAM (Javno zagovaranje i praćenje politika vezanih za obnovljive izvore energije).

Direktiva 2009/28/EZ o promociji obnovljivih izvora energije definira biomasu kao biološko razgradiv dio proizvoda, otpada i ostataka biološkoga podrijetla iz poljoprivrede, šumarstva i s njima povezanih proizvodnih djelatnosti, uključujući ribarstvo i akvakulturu te biološko razgradiv dio industrijskog i komunalnog otpada. Zbog različitih karakteristika i izvora sirovine, biomasa predstavlja najsloženiji oblik obnovljivih izvora energije. Sa stajališta konačnog proizvoda - energije, iz biomase je moguće proizvesti toplinsku i električnu energiju te goriva za prijevoz. U ovom članku prikazani su potencijali poljoprivredne biomase (ratarstvo i stočarstvo), šumske biomase (gospodarenje šumama) te potencijali biorazgradivog dijela komunalnog otpada. Osim navedenih, značajni su i potencijali iz drvno- i prehrambeno- prerađivačke industrije za čiju kvantifikaciju bi bile potrebne detaljnije studije.

3.1.1 Biomasa iz poljoprivrede

Poljoprivredna biomasa koja se može koristiti za proizvodnju energije vrlo je raznolika, a s obzirom na poljoprivredne grane može se podijeliti u sljedeće kategorije:

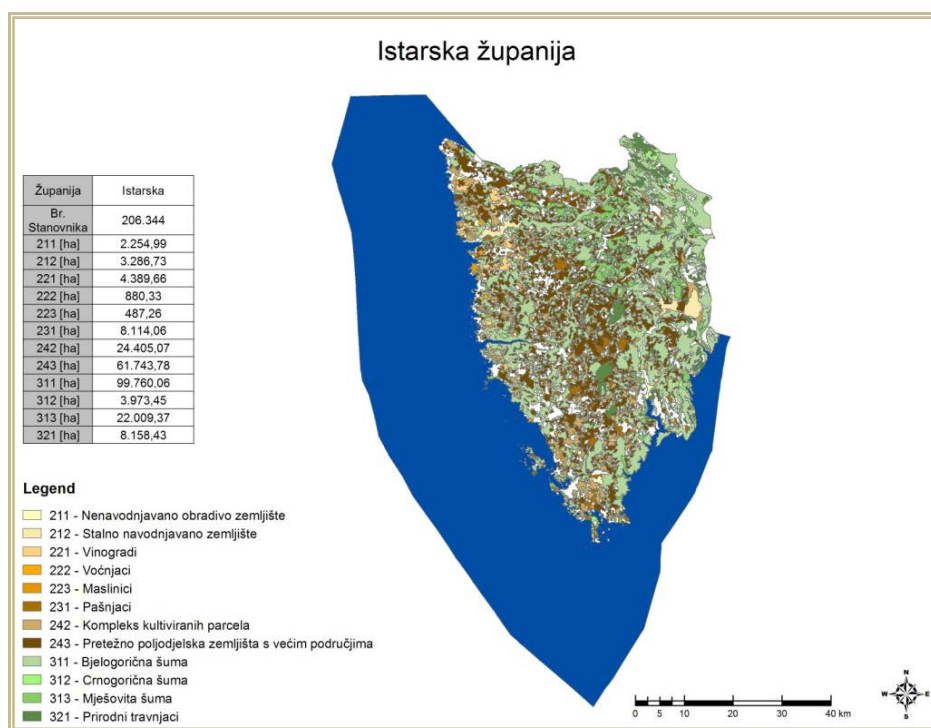
- Ratarstvo - energetske kulture (jednogodišnje i višegodišnje); ostaci nakon žetve ili povrtlarstva
- Stočarstvo - stajski gnoj i gnojovka
- Višegodišnji nasadi – energetske nasadi, granjevina i ostali drvni ostaci nakon redovitog održavanja višegodišnjih nasada (voćnjaci, vinogradi, maslinici)

Pojedine vrste biomase međusobno se razlikuju s obzirom na energetske vrijednost, sadržaj vlage i pepela, oblik i sastav, što je potrebno uzeti u obzir prilikom izbora adekvatne tehnologije za njihovu pretvorbu u korisnu energiju. Ovisno o primijenjenoj tehnologiji, iz poljoprivredne biomase je moguće proizvoditi toplinsku, električnu i mehaničku energiju (motorna goriva), kao i derivate iz kojih se dobiva korisna energija. Najčešći primjeri derivata poljoprivredne biomase su briketi, peleti, bioplina te biogoriva.

U okviru ovog članka analizirano je iskorištavanje stajskog gnoja (goveda, svinje, perad) radi proizvodnje bioplina te uzgoj energetskih kultura za proizvodnju biodizela i bioetanola na raspoloživim poljoprivrednim površinama. U slučaju analize potencijala stajskog gnoja, razmotrena je proizvodnja bioplina monodigestijom te kodigestijom s kukuruznom silažom uz pretpostavku masenog udjela kukuruzne silaže u supstratu od 30%. Prioritet je dan proizvodnji bioplina stajskog gnoja budući da se pri tome istovremeno rješava i problem zbrinjavanja stajskog gnoja na način koji je prihvatljiv za okoliš i u skladu s dobrom poljoprivrednom praksom. U analizi su primijenjeni i kriteriji održivosti koji uključuju:

- Osiguravanje površina za proizvodnju hrane (0,16 ha po čovjeku), uzimajući u obzir da županija mora hraniti udio stanovništva razmjerni udjelu njihovih poljoprivrednih površina u ukupnim poljoprivrednim površinama u Hrvatskoj.
- Površine travnjaka i pašnjaka izuzete su iz poljoprivrednih površina koje su raspoložive za proizvodnju kukuruzne silaže, odnosno energetskih kultura zbog njihovog značaja za očuvanje biološke raznolikosti.

Prema podacima iz digitalne baze podataka CORINE Land Cover Hrvatska poljoprivredne površine Županije zauzimaju 113.720 ha. Na slici 1 prikazan je zemljišni pokrov i namjene korištenja zemljišta Istarske županije.



Slika 1 Karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Istarske županije

Ukupno poljoprivredno zemljište sastoji se od 76.312 ha obradive površine s većinskim udjelom oranica, vrtova i livada. Stočarska proizvodnja pokazuje tendenciju pada, kako ukupnog broja jedinki životinja, tako i proizvodnje mesa i drugih životinjskih proizvoda. Takvi trendovi nisu zastupljeni jedino u peradarstvu. Nadalje, na području Županije zamjetne su značajne površine vinograda, voćnjaka i maslinika. Rezidbom kultura koje se uzgajaju na navedenim površinama nastaju određene količine drvene biomase koju je također moguće iskoristiti u energetske svrhe.

3.1.1.1 Bioplin

Bioplin je proizvod anaerobne razgradnje organske tvari, a sastoji se od mješavine plinova, uglavnom ugljikovog dioksida (25-45%) i metana (50-75%), a u manjim dijelovima sadrži i vodenu paru, kisik, dušik, amonijak, vodik te sumporovodik. Energetska vrijednost bioplina ovisi o udjelu metana čija gornja ogrjevna vrijednost iznosi 39,8 MJ/m³. Prosječna energetska vrijednost bioplina iznosi 21 MJ/m³. Izgaranjem bioplina se može proizvoditi toplinska ili električna energija, odnosno u slučaju kogeneracije istovremeno toplinska i električna energija. Pročišćavanjem bioplina do razine od oko 95% metana, dobiva se biometan koji se koristi kao zamjena za prirodni plin (ubrizgavanje u mrežu prirodnog plina, motorno gorivo i sl.). Nadalje, prilikom proizvodnje bioplina dobiva se digestat (biomasa preostala nakon anaerobne razgradnje organske tvari) koji se može koristiti kao kvalitetno gnojivo u ratarstvu.

Za proizvodnju bioplina, pretpostavljeno je iskorištavanje ukupne količine stajskog gnoja koji nastaje na farmama u Županiji. Količina otpada iz stočarstva, koji nastaje na godišnjoj razini, izračunata je na temelju podataka o broju uvjetnih grla goveda, svinja i peradi, a dobiveni teoretski energetska potencijal prikazan je u tablici u nastavku. Tehnički potencijal, odnosno razina praktičnog iskorištavanja ovog potencijala ovisi o

načinu uzgoja u stočarstvu i veličini farmi, agrotehničkim mjerama u ratarstvu te učinkovitosti postrojenja za proizvodnju korisne energije.

Tablica 1. Energetski potencijal proizvodnje bioplina u Istarskoj županiji na godišnjoj razini

Sirovina	Raspoloživost stajskog gnoja (t/god)*	Teoretski energetski potencijal (MWh/god)	Teoretski energetski potencijal (TJ/god)
Proizvodnja bioplina u monodigestiji			
Goveđi stajski gnoj	48.998	26.949	97
Svinjski stajski gnoj	9.989	1.664	6
Gnoj peradi	14.109	13.968	50
Proizvodnja bioplina u kodigestiji s kukuruznom silažom (maseni udio silaže 30%)			
	Površina potrebna za uzgoj kukuruzne silaže (ha)	Teoretski energetski potencijal (MWh/god)	Teoretski energetski potencijal (TJ/god)
Goveđi stajski gnoj + silaža	625	48.721	175
Svinjski stajski gnoj + silaža	127	6.103	22
Gnoj peradi + silaža	180	20.237	73

*Izračun se temelji na podacima o broju životinja iz *Statističkih ljetopisa Republike Hrvatske* za razdoblje od 2007. do 2009. godine

Iz prethodne tablice vidljivo je da bi se u slučaju proizvodnje bioplina iz ukupno raspoloživog stajskog gnoja iz stočarske proizvodnje na godišnjoj razini mogao proizvesti bioplin ukupne energetske vrijednosti 153 TJ u slučaju proizvodnje u monodigestiji. Kada bi se ista količina stajskog gnoja koristila za proizvodnju bioplina u kodigestiji s kukuruznom silažom, energetska vrijednost bioplina bi iznosila 270 TJ/god. U ovom slučaju bilo bi potrebno angažirati 932 ha poljoprivrednog zemljišta za proizvodnju kukuruzne silaže.

Uzmemo li u obzir postojeću praksu u poljoprivredi, uz pretpostavku okrupnjavanja stočarske proizvodnje te sukladno *Strategiji energetskog razvoja Republike Hrvatske*¹ može se procijeniti da bi se oko 20% teoretskog potencijala moglo iskoristiti za proizvodnju obnovljive energije. Već je spomenuto da se stočarska proizvodnja u Županiji smanjuje te je time dostupnost sirovine upitna. S druge strane, peradarstvo drži stabilan trend što bi moglo pogodovati iskorištavanju sirovine iz peradarstva. Ukoliko se osiguraju dovoljne površine za uzgoj kukuruzne silaže te dovoljne količine stajskog gnoja, proizvodnja bioplina iz stajskog gnoja u kodigestiji s kukuruznom silažom predstavljala bi povoljan scenarij u slučaju da nije moguće koristiti otpadne sirovine, na primjer ostatke iz prehrambene industrije, klaonički otpad i sl.

3.1.1.2 Tekuća biogoriva

Tekuća biogoriva su goriva proizvedena iz biomase, koja se koriste za pogon motornih vozila, bilo kao čista ili kao mješavina s dizelskim gorivom, odnosno motornim benzinom. S obzirom na tehnologiju proizvodnje, postoje biogoriva prve, druge i treće generacije. Tehnologije prve generacije biogoriva su komercijalne, a primarno se odnose na proizvodnju biodizela iz uljarica te bioetanola i njegovih derivata iz biljaka bogatih šećerom i škrobom. Tehnologije druge i treće generacija biogoriva još su u fazi razvoja. Kao sirovine za

¹ NN 130/09

proizvodnju biodizela, odnosno bioetanola razmotriti ćemo samo uljanu repicu i kukuruz, iako postoje i druge sirovine poput soje i šećerne repe.

Poznavajući raspoloživost poljoprivrednih površina za energetske usjeve (nakon zadovoljavanja kriterija održivosti i eliminacije površina potrebnih za uzgoj kukuruzne silaže za proizvodnju bioplina) te prinose usjeva po hektaru, možemo izračunati potencijalnu količinu biogoriva i energetske potencijal za svaku kulturu (Tablica 2.)

Tablica 2. Potencijali proizvodnje biogoriva na području Istarske županije na godišnjoj razini

Sirovina	Masa sirovine (t)*	Količina biogoriva (t)	Energetska vrijednost (GJ/t)	Teoretski energetske potencijal (TJ/god)
Bioetanol				
Kukuruz (s.v)**	281.571	84.715	27	2.287
Biodizel				
Uljana repica	124.082	50.646	37	1.874

* Izračun se temelji na podacima o prosječnim prinosima kultura iz *Statističkih ljetopisa Republike Hrvatske* za razdoblje od 2006. do 2008. godine te podacima o raspoloživom poljoprivrednom zemljištu za uzgoj energetskih kultura; ** s.v.- srednja vrijednost između postupka suhog mljevenja (s.m) i postupka mokrog mljevenja (m.m)

Iz prethodne tablice je vidljivo da ukoliko se 68.117 ha raspoloživog poljoprivrednog zemljišta angažira za proizvodnju jedne od navedenih kultura, mogla bi se proizvesti količina biodizela odnosno bioetanola energetske vrijednosti od 1.874 GJ biodizela i 2.287 GJ bioetanola godišnje. No, treba imati na umu da prikazani potencijali biogoriva vrijede u slučaju kada se proizvodi samo jedna vrsta biogoriva (ili bioetanol ili biodizel) iz samo jedne sirovine, odnosno da se na ukupnom raspoloživom zemljištu za neprehrambene namjene zasadi jedna kultura. U praksi ovakav scenarij nije realan, radi plodoreda koji je obavezan u proizvodnji razmatranih kultura i radi korištenja ovog zemljišta i za druge svrhe.

Realno je za pretpostaviti da bi za proizvodnju energetskih kultura bilo moguće angažirati oko 20% poljoprivrednog zemljišta raspoloživog za neprehrambene namjene. Struktura tla i klimatski uvjeti na području Županije nisu optimalni za kultiviranje energetskih kultura što se vidi po niskim prinosima po hektaru koji su ispod prosjeka Hrvatske. Osim toga, uzgoj energetskih kultura zahtjeva znatne količine vode, vrijednog resursa koji nije toliko obilan na području Mediterana.

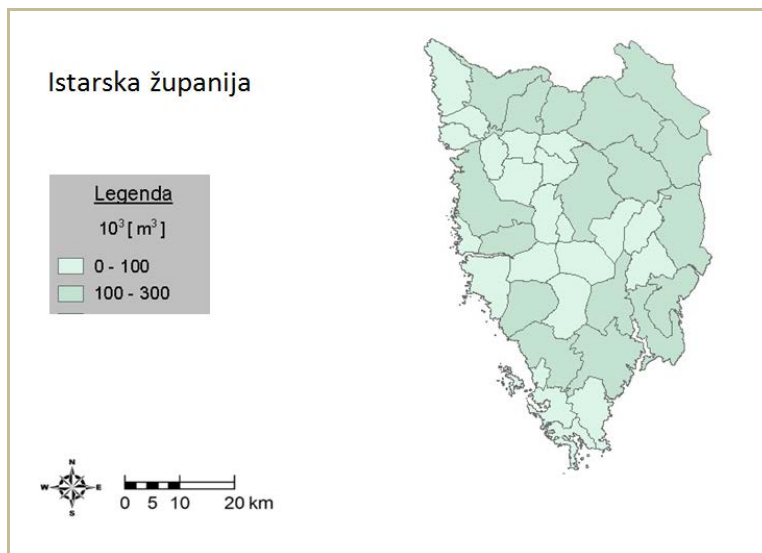
3.1.2 Biomasa iz šumarstva

Najčešći oblici drvene biomase koji se koriste u energetske svrhe su ogrjevno drvo, sječka, kora, piljevina, blanjevna, briketi i peleti. Drvenu biomasu moguće je pretvoriti u toplinsku i električnu energiju te u tekuća i plinovita goriva koristeći različite termokemijske i biokemijske tehnologije. Ovisno o karakteristikama drvene biomase, tj. veličini, distribuciji veličine, vlažnosti, udjelu pepela i onečišćenja (npr. kamenje, zemlja i pijesak) ovisi i tehnologija njezinog iskorištavanja. Izgaranje je najrazvijenija i najčešće korištena tehnologija za energetske iskorištavanje drvene biomase.

Prema *Prostornom planu Istarske županije* šume zauzimaju površinu od 143.496 ha. Namjena šuma je u najvećoj mjeri gospodarska. Prema strukturi vlasništva, preko 58% površina šuma nalazi se u privatnom posjedu, a svega oko 42% je u državnom vlasništvu. Najveći dio Županije prekrivaju niske šume, poznate pod nazivom panjače te degradacijski stupnjevi istih. Oko 15% površina Županije obraslo je visokim šumama među kojima je najviše umjetno podignutih kultura raznih vrsta borova i drugih četinjača. Listače su

zastupljene manjim djelom, uglavnom bukva na obroncima Ćićarije i Učke te hrast lužnjak i poljski jasen u dolini rijeke Mirne.

Raspoložive količine drvene biomase dobivene gospodarenjem šumama preuzete su iz WISDOM Croatia² baze podataka (Slika 2).



Slika 2 Prikaz raspodjele ukupnih drvnih zaliha na području Istarske županije

Teoretski potencijal je ukupni raspoloživi energetski potencijal drvene biomase na određenom području koji se izračunava kao umnožak ukupne drvene biomase (kg) i ogrjevne vrijednosti biomase (MJ/kg) (Tablica 3).

Tablica 3. Teoretski potencijal proizvodnje energije iz drvene biomase u Istarskoj županji

Ukupna drvena zaliha (m ³)	Ukupni godišnji prirast (m ³)	Godišnji etat prostornog drva (uključujući četinjače) (m ³)		Teoretski energetski potencijal godišnjeg etata prostornog drva (uključujući četinjače)			
				Planirana sječa		Ostvarena sječa	
		Planirana sječa	Ostvarena sječa	GWh	TJ	GWh	TJ
3.791.746	109.243	18.374	6.811	40	144	16	57

Kao što je vidljivo iz prethodne tablice energetski potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo), koji je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi 144 TJ godišnje. U 2007. godini ostvareni etat prostornog drva iznosio je 6.811m³ (57 TJ) što čini oko 37% mogućeg godišnjeg etata. Udio prostornog drva koji će biti raspoloživ za iskorištavanje u energetske svrhe ovisi i o tržištu drvnih sortimenata odnosno cijenama sirovine potrebne za potrošače kao što su industrija ploča, celuloze i papira.

Potrebno je napomenuti da energetski potencijal prikazan u prethodnoj tablici predstavlja teoretski potencijal. Tehnički potencijal, odnosno razina praktičnog iskorištavanja ovog potencijala ovisit će o učinkovitosti postrojenja za proizvodnju korisne energije (peći, toplane, elektrane, odnosno kogeneracijskog postrojenja).

² WISDOM - Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping

3.1.3 Biomasa iz otpada

Potencijal iskorištavanja energije iz otpada dobiven je na osnovu raspoloživih podataka iz Registra otpada Agencije za zaštitu okoliša. Dakle, radi se o prijavljenim količinama pojedinih vrsta otpada, te se pretpostavlja da su stvarne količine veće. Osim toga, prijavljeni otpad već ima svoje tokove koji znatno utječu na raspoloživost otpada kao sirovine za energetske svrhe.

Potencijalni izvori biomase iz prehrambeno-prerađivačke industrije, između ostalog, uključuju proizvodnju vina i žestokih pića, preradu voća, proizvodnju šećera, klaonice, preradu žita, proizvodnju ulja te ostalu primarnu preradu i prehrambenu industriju. Klaonički otpad uključuje i ribe i druge morske organizme ulovljene na otvorenom moru radi proizvodnje ribljeg brašna te svježih nusproizvode od ribe iz objekata za proizvodnju ribljih proizvoda za prehranu ljudi. Animalni i klaonički otpad kao i životinjska trupla i životinjske prerađevine ne smiju biti odlagani na odlagališta komunalnog otpada. Ovaj otpad može se koristiti za proizvodnju energije anaerobnom digestijom, ali nakon sanitarne obrade, u skladu s propisima iz oblasti veterinarstva. Budući da prikupljeni klaonički otpad već ima svoje ustaljene tokove, nismo ga razmatrali u analizi potencijala.

Otpad iz drvno-prerađivačke industrije uključuje otpad od prerade drva i proizvoda od drva i pluta (osim namještaja) te proizvodnje namještaja od slame i pletarskih materijala. Prema registru AZO-a, na području županije se sakuplja oko 1 t ostataka iz drvne industrije godišnje. Pretpostavimo li da spomenuti ostaci se mogu iskoristiti u energetske svrhe, dolazimo do teoretskog energetskeg potencijala od 0,02 TJ/god.

Prema podacima iz Registra otpada za 2010. godinu, na odlagališta u Republici Hrvatskoj odloži se godišnje 96% proizvedenog biorazgradivog komunalnog otpada. Izračun teoretskog energetskeg potencijala proizvodnje bioplina iz komunalnog otpada temelji se na podacima Agencije za zaštitu okoliša o prikupljenom komunalnom otpadu u 2010. godini³, uz pretpostavku da otpad pogodan za proizvodnju bioplina (kuhinjski otpad i biootpad) čini 42% nesortiranog komunalnog otpada⁴.

Tablica 4 Teoretski energetskeg potencijali dobiveni iz biorazgradive komponente komunalnog otpada na području Istarske županije

Biorazgradiva komponenta komunalnog otpada	Raspoloživost otpada (t/god)*	Teoretski energetskeg potencijal (MWh/god)	Teoretski energetskeg potencijal (TJ/god)
	45.697	30.846	111,0**

*izvor: Registri otpada za razdoblje 2008-2010. (Agencija za zaštitu okoliša), **dobiven tehnologijom proizvodnje bioplina

Iskorištavanje biorazgradive komponente komunalnog otpada ne samo da može pridonijeti proizvodnji energije već predstavljaju dobro rješenje za zbrinjavanje otpada te smanjenje ukupne količine otpada koja se odlaže na odlagališta. Prema Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada⁵, na odlagališta komunalnog otpada od 2016. godine bit će zabranjeno odlagati komunalni otpad ako maseni udio biorazgradive komponente premašuje 35%. Pravilnikom se nadalje upućuje na iskorištavanje biorazgradive komponente za proizvodnju energije, za što postrojenja mogu biti smještena u posebnom odjeljku odlagališta.

³ AZO, 2011: Izvješće o komunalnom otpadu za 2010. godinu

⁴ AZO, 2010: Okoliš na dlanu - 2009.

⁵ NN br. 117/07, 111/11

Prema Registru projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača (Registar OIEKPP) Ministarstva gospodarstva, na području Istarske Županije planira se izgradnja dva postrojenja na biomasu: kogeneracijsko postrojenja na drvenu biomasu instalirane snage 1 MW te bioplinska energana instalirane snage 1 MW.

3.2 Sunce

Sunčeva energija predstavlja jednu od nužnih komponenata za razvoj života na Zemlji, te većina dostupnih energetske oblike u prirodi potiče od energije Sunčevog zračenja. Sunčeva energija je dostupan i besplatan oblike energije, međutim, sustavi za korištenje Sunčeve energije nerijetko predstavljaju značajnu investiciju, što je uvelike ograničavalo primjenu ovakvih sustava u prošlosti. .

Sunce, užarena vaterena kugla u kojoj se odvijaju termonuklearne reakcije, dio svoje energije emitira u svemir kao Sunčevo zračenje kakvo poznamo na planetu Zemlji. Od ukupno emitiranog zračenja, tek manji dio dopire do vanjskih dijelova Zemljine atmosfere, a Sunčevo zračenje na gornjoj granici atmosfere naziva se ekstraterestričko zračenje. Ekstraterestričko zračenje okomito na površinu za srednju udaljenost Zemlje od Sunca naziva se Sunčeva konstanta i iznosi 1367 W/m^2 . Na putu do Zemljine površine, Sunčevo zračenje slabi zbog interakcije s plinovima, prašinom te oblaka.

Zemlja se u svojoj putanji okreće oko Sunca (revolucija) te oko svoje osi (rotacija), što uzrokuje pojavu godišnjih doba, te dana i noći. Nagib osi ekliptike (vrtanje oko svoje osi) mijenja se tijekom godine, što uzrokuje promjenu kuta upada Sunčevih zraka, odnosno smanjivanje i povećanje duljina dana i noći, te pojavu godišnjih doba.

Za razumijevanje značenja pojedinih vrijednosti parametra Sunčevog zračenja potrebno je upoznati s sljedećim pojmovima:

- *Ozračenje* je srednja gustoća dozračene snage Sunčevog zračenja i jednaka je omjeru snage Sunčevog zračenja i površine plohe okomite na smjer tog zračenja. Jedinica za ozračenje je vat po kvadratnom metru (W/m^2).
- *Ozračenost* je količina energije Sunčevog zračenja dozračena na jediničnu površinu plohe određenom vremenskom razdoblju. Dobiva se integriranjem ozračenja po vremenu, a jedinica za ozračenost je vat sat po kvadratnom metru (Wh/m^2) ili džul po kvadratnom metru (J/m^2). Ovisno o promatranom vremenskom intervalu ozračenost se često naziva satna, dnevna, mjesečna ili godišnja suma zračenja.

Na putu kroz atmosferu Sunčevo zračenje slabi jer se apsorbira zbog interakcija s plinovima i vodenom parom, pa raspršuje na molekulama plinova i česticama prašine. Zbog toga Sunčevo zračenje do tla dopire kao izravno i kao raspršeno zračenje.

- *Izravno* (direktno) Sunčevo zračenje dolazi izravno iz prividnog smjera Sunca.
- *Raspršeno* (difuzno) Sunčevo zračenje nastaje raspršenjem Sunčevog zračenja u atmosferi i do tla dopire iz svih smjerova.
- *Ukupno* (globalno) Sunčevo zračenje na vodoravnoj plohi sastoji se od izravnog i raspršenog Sunčevog zračenja. Nagnuta ploha osim izravnog i raspršenog zračenja prima i od tla odbijeno Sunčevo zračenje.

- *Odbijeno* (reflektirano) Sunčevo zračenje je dio Sunčevog zračenja koji se odbije od tla ili vodenih površina.
- *Ukupno Sunčevo zračenje* na nagnutu plohu sastoji se od izravnog, raspršenog i od tla odbijenog zračenja.

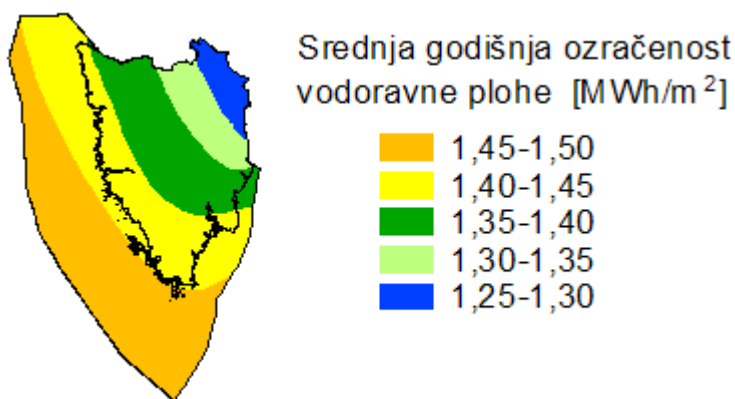
Izravna komponenta Sunčevog zračenja je dominantna u ukupnom zračenju. Maksimalno ozračenje izravnim Sunčevim zračenjem postiže se postavljanjem plohe okomito na smjer zračenja. Kako je raspršeno zračenje anizotropno, intenzitet zračenja se povećava približavanjem Sunčevom disku i, u manjoj mjeri, obzoru. Površina koja nije okomita na smjer upadnih zraka ozračena je s dijelom maksimalno mogućeg ozračenja u ovisnosti o kutu između upadnih zraka i normale plohe. Maksimalno ozračenje plohe moguće je ako se u svakom trenutku prati kretanje Sunca na nebu. Ozračenje tada ovisi samo o optičkoj masi zraka koja se povećava kako se Sunce približava obzoru. Za fiksno postavljene sustav određuje se vrijednost *optimalnog kuta nagnute plohe*. Optimalni kut nagnute plohe je kut pod kojim je potrebno postaviti modul u odnosu na vodoravnu površinu da bi se dobila najveća moguća godišnja ozračenost. Osim optimalnog godišnjeg kuta, optimalni kut je moguće izračunati za sezonu i za svaki mjesec.

Ozračenost ili klimatološke značajke iz kojih se može procijeniti vrijednost ozračenosti najčešće se mjere na meteorološkim postajama ili na namjenskim mjernim postajama za mjerenje karakteristika Sunčevog zračenja. Najčešće se na meteorološkim postajama mjeri osunčavanje (trajanje sijanja Sunca), dok se na namjenskim mjernim postajama mjeri ukupno, a na bolje opremljenim mjernim postajama i izravno i raspršeno Sunčevo zračenje. Svjetska meteorološka organizacija za prikaz prosječnih klimatskih prilika, pa tako i Sunčevog zračenja, preporuča korištenje niza podataka iz tridesetogodišnjeg razdoblja od 1961. do 1990. godine.

3.2.1 Prirodni potencijal energije Sunca

Godišnja ozračenost vodoravne plohe osnovni je parametar kojim se može procijeniti prirodni potencijal energije Sunca na nekoj lokaciji ili širem području. Ozračenost vodoravne plohe na nekom širem području (poput područja županije) je prostorno distribuirana ovisno o zemljopisnoj dužini (povećava se u smjeru sjever-jug), topografiji terena (smanjuje se u smjeru od mora prema kopnu), te klimatološkim značajkama samog prostora.

Prostorna distribucija Sunčevog zračenja na području Istarske županije modificirana je obalnom linijom, položajem uzvisina u unutrašnjosti (Učka), te utjecajem kontinentalne klime u samom sjeveru županije. Zbog toga se, umjesto uobičajenog smanjivanja potencijala linijom jug-sjever, na području županije potencijal Sunčevog zračenja smanjuje skoro u smjeru zapad-istok, te se kreće od 1,45 MWh/m² za krajnji južni i obalni dio, do 1,30 MWh/m² za sjeveroistočni, kontinentalni dio županije. Slika 3 prikazuje prostornu raspodjelu srednje godišnje ozračenosti na području Istarske županije.



Slika 3 Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Istarske županije

Detaljni podaci o Sunčevom zračenju na području Istarske županije dostupni su za tri lokacije na kojima se provode meteorološka mjerenja: Pula, Rovinj i Čepić. Tablica 5 prikazuje srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima za lokaciju Pula i Čepić, kao tipične predstavnike klimatologije županije.

Tablica 5 Srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima

Lokacija	Pula			Čepić		
	Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Ukupno	Raspršeno
siječanj	1,29	0,78	0,51	1,21	0,76	0,45
veljača	2,40	1,10	1,30	2,23	1,11	1,12
ožujak	3,55	1,66	1,89	3,26	1,68	1,58
travanj	5,09	2,08	3,01	4,57	2,17	2,40
svibanj	6,08	2,51	3,57	5,58	2,61	2,97
lipanj	6,63	2,62	4,01	6,04	2,76	3,28
srpanj	6,63	2,47	4,16	6,32	2,56	3,76
kolovoz	5,66	2,23	3,43	5,24	2,33	2,91
rujan	4,32	1,72	2,60	3,97	1,77	2,20
listopad	2,84	1,29	1,55	2,67	1,30	1,37
studeni	1,50	0,88	0,62	1,38	0,86	0,52
prosinac	1,09	0,68	0,41	1,00	0,65	0,35
Σ[MWh/m ²]	1,43	0,61	0,82	1,32	0,63	0,70

Ozračenost vodoravne plohe koristan je parametar prilikom određivanja prirodnog potencijala i uspoređivanja dvaju različitih lokacija, međutim, za energetske korištenje Sunčevo zračenje bitno je poznavati optimalni kut nagiba za pojedinu lokaciju, kao i količinu dozračene energije u tome slučaju. Osim zračenja u slučaju optimalno postavljenog kolektora, moguće je odrediti i zračenja za bilo koji nagib i orijentaciju kolektora, te na taj način dobiti podatke za daljnji proračun energetskih prinosa sustava. Tablica 6 srednje dnevne ozračenosti prema jugu nagnute plohe za godišnje optimalne kutove nagiba za lokacije Pula i Čepić, kao tipične predstavnike područja županije.

Tablica 6 Srednje dnevne vrijednosti ozračenosti prema jugu nagnute plohe za optimalne kutove nagiba

Lokacija	Pula				Čepić			
	29°				27°			
Optimalni kut								
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno
siječanj	1,89	0,73	1,14	0,02	1,73	0,72	1,00	0,01
veljača	3,38	1,03	2,32	0,03	3,07	1,04	2,00	0,03
ožujak	4,25	1,56	2,65	0,04	3,84	1,58	2,22	0,04
travanj	5,45	1,96	3,42	0,06	4,84	2,05	2,74	0,05
svibanj	5,97	2,36	3,53	0,07	5,48	2,46	2,95	0,06
lipanj	6,27	2,47	3,72	0,08	5,74	2,61	3,07	0,07
srpanj	6,38	2,32	3,97	0,08	6,10	2,42	3,61	0,07
kolovoz	5,84	2,10	3,67	0,07	5,39	2,20	3,13	0,06
rujan	5,01	1,62	3,34	0,05	4,55	1,67	2,83	0,05
listopad	3,75	1,22	2,50	0,03	3,47	1,22	2,22	0,03
studeni	2,13	0,82	1,29	0,02	1,91	0,81	1,08	0,02
prosinac	1,65	0,64	1,00	0,01	1,46	0,62	0,84	0,01
Σ [MWh/m ²]	1,58	0,57	0,99	0,02	1,45	0,59	0,84	0,02

Energiju Sunčevog zračenja moguće je koristiti na više različitih načina i pomoću više različitih tehnologija, poput pasivnog korištenja, proizvodnje energije za grijanje pomoću sunčanih toplinskih sustava te proizvodnje električne energije pomoću fotonaponskih sustava ili koncentriranjem sunčevog zračenja. U današnje vrijeme, najrasprostranjenije je korištenje uz pomoć aktivnih sustava – sunčanih toplinskih sustava i fotonaponskih sustava.

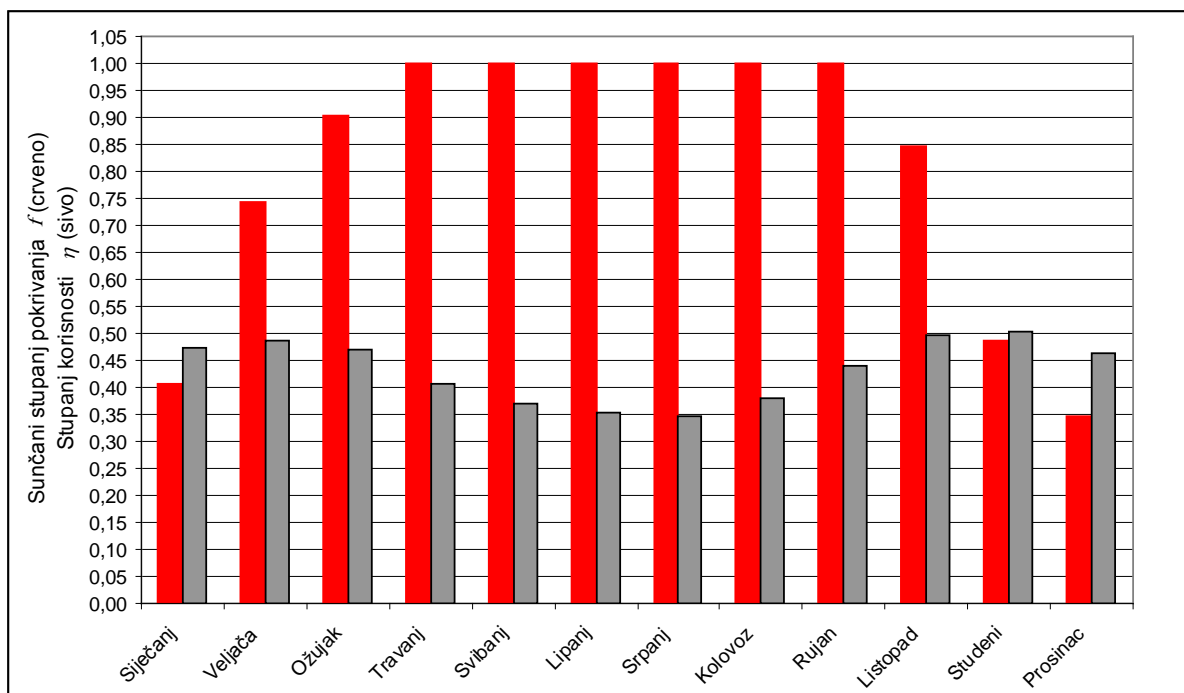


Slika 4 Primjeri korištenja Sunčeve energije: sunčani toplinski kolektori (lijevo) i fotonaponski moduli (desno)

3.2.2 Sunčani toplinski sustavi

Sunčani toplinski sustavi u najvećoj mjeri koriste se za grijanje potrošne tople vode, a u nešto manjoj mjeri i kao podrška grijanju, gdje je to tehnološki i ekonomski opravdano, kao npr. u niskotemperaturnom grijanju. Osnovi dio koji sunčani toplinski sustav razlikuje od toplinskih sustava na druge energente jest sunčani kolektor, uređaj u kojemu se dozračenom energijom zagrijava radni medij. Radni medij cirkulira sustavom, te u spremniku tople vode zagrijava sanitarnu vodu. Spremnici tople vode služe za pohranu tople vode uz niske gubitke, te se zagrijava voda može koristiti tokom cijelog dana. Ovakvi sustav u pravilu imaju i dodatni

energent za zagrijavanje (ogrjevno drvo, moderna biomasa, plin, el. energija) koji se koriste u nepovoljnim razdobljima. Uobičajena primjena sunčanih toplinskih sustava je u objektima koji se koriste kroz cijelu godinu, poput obiteljskih kuća, bolnica ili domova umirovljenika, ali i u objektima koji se koriste sezonski, poput hotela ili apartmana za iznajmljivanje. U obiteljskim kućama se najčešće koristi relativno mali sustav koji se sastoji od sunčanih kolektora površine cca. 4 m² i spremnika toplo vode volumena 300 l. Takav sustav, na području Pule, može zadovoljiti oko 80 % energetske potreba za zagrijavanje potrošne tople vode u slučaju kućanstva od četiri člana. Slika 5 prikazuje procjenu pokrivanja energetske potreba kroz godinu, kao i stupanj korisnosti sunčanog toplinskog sustava.



Slika 5 Godišnji tijek sunčanog stupnja pokrivanja potreba za toplom vodom (crveno) i stupnja korisnosti (sivo) sunčanog toplinskog sustava

3.2.3 Fotonaponski sustavi

Fotonaponski sustavi tradicionalno se koriste za opskrbu električnom energijom objekata udaljenih od elektroenergetske mreže, a u novije vrijeme i za proizvodnju električne energije u mrežno vezanim sustavima, posebice radi poticajnih cijena otkupa takve energije (tzv. *feed-in* tarifa). Fotonaponski sustavi zasnivaju svoj rad na pretvorbi Sunčevog zračenja u električnu energiju putem fotoelektričkog efekta. Sunčana ćelija je osnovni element ovakvih sustava, a spajanjem više ćelija u jednu cjelinu dobiva se fotonaponski modul. Fotonaponski modul je gotov uređaj kojim je moguće generirati električnu energiju, međutim kako se oni proizvode u relativno malim snagama (do maksimalno nekoliko stotina vata), više fotonaponskih modula se slaže u fotonaponsko polje kako bi se postigle veće snage. Fotonaponski moduli generiraju istosmjernu električnu struju, te se za pretvorbu iz istosmjerne u izmjeničnu, pogodnu za predaju u elektroenergetsku mrežu, koriste izmjenjivači. Osim prilagodbe oblika, izmjenjivači imaju još dvije važne zadaće – praćenje optimalne radne točke fotonaponskog polja te odspajanje sustava s mreže u slučaju nestanka električne energije radi sigurnosnih razloga. Ovisno o izvedbi, na jedan izmjenjivač je moguće spojiti više polja fotonaponskih modula, te se jedan takav kompletan sustav može smatrati generatorom električne energije u punom smislu te riječi. Spremnici energije (najčešće baterijske akumulatorske banke) koriste se kod autonomnih sustava koji nisu spojeni na elektroenergetsku mrežu. Fotonaponske sustave moguće je instalirati na objektima poput stambenih objekata, objekata komercijalne ili proizvodne namjene

kojima osnovna zadaća nije proizvodnja električne energije. Uobičajeno je da se fotonaponski moduli u ovim slučajevima postavljaju na krovove objekata (bilo ravne, bilo kose), ali su u zadnje vrijeme sve češće i primjene korištenja specijalnih fotonaponskih modula kao elementa fasade.

Proizvodnja električne energije u fotonaponskom sustavu, osim o dozračenju energiji na lokaciji, ovisi o cijelim nizu faktora poput zasjenjenja, kuta nagiba i orijentacije fotonaponskih modula, tehničkim karakteristikama modula, temperaturi okoline, karakteristikama izmjenjivača, gubicima u kabelima itd. Fotonaponski sustav snage 10 kW postavljen pod optimalnim kutom, bez zasjenjenja na području Pule može proizvesti oko 12 000 kWh električne energije godišnje (Tablica 7).

Tablica 7 Procjena proizvodnje električne energije za FN sustav snage 10 kW na području Pule

Mjesec	Generirana električna energija u FN modulima [kWh]	Električna energija isporučena u mrežu [kWh]
siječanj	509	484
veljača	847	814
ožujak	1141	1096
travanj	1325	1273
svibanj	1433	1373
lipanj	1396	1338
srpanj	1454	1393
kolovoz	1358	1303
rujan	1185	1139
listopad	976	937
studen	550	524
prosinac	435	411
Ukupno	12609	12084

Proizvodnost fotonaponskog sustava je količina električne energije koju može proizvesti sustav jedinične snage, te bi u predstavljenom gornjem slučaju za Pulu iznosila oko 1200 kWh/kW godišnje. Za različite lokacije na području Istarske županije ona bi iznosila između 1000 kWh/kW (za sjeverni dio županije) do 1200 kWh/kW za područje Pule.

3.3 Vjetar

3.3.1 Opće značajke

Vjetar je prirodna pojava, odnosno gibanje čestica zraka koje nastaje uslijed razlika u tlaku koje su posljedica nejednolikog zagrijavanja Zemljine površine. Činitelji koji u najvećoj mjeri utječu na vjetrovne prilike na nekom području jesu zemljopisni položaj i raspodjela baričkih sustava opće cirkulacije. Osim toga, na opće vjetrovne prilike na nekom području utječu more i kopneno zaleđe, izloženost terena, nadmorska visina i slično. Vjetar se obično opisuje s dva podatke a to su brzina i smjer. Smjer vjetra često je definiran geografskim obilježjima prostora na kojem vjetra puše. Uvažavajući dakle usmjerenost jadranske obale i u Istri se uglavnom radi o sjeveroistočnom (bura) i jugoistočnom vjetru (jugo).

Karakteristični vjetrovi za Istarsku županiju su bura, jugo i maestral. Bura puše od sjevera prema jugu i donosi suho i vedro vrijeme. Topli vjetar jugo donosi kišu, a blagi maestral puše ljeti s mora prema kopnu.

Intenzitet vjetrova jači je zimi nego ljeti, posebice u siječnju i veljači kada je bura najučestaliji vjetar. Jugo je karakterističan za početak proljeća i jeseni. Obzirom da su bura i jugo najzastupljeniji vjetrovi i samim time najinteresantniji s energetskeg stanovišta, u daljnjem su tekstu detaljnije opisani.

Bura je mahovit, relativno hladan i suh vjetar te puše okomito s planina istočne obale Jadrana prema moru. Teži hladni planinski zrak obrušava se prema moru odnosno području nižeg tlaka. Bura nastaje uslijed prodora hladnih fronti zraka prema Sredozemlju, ali i uslijed lokalnog utjecaja intenzivnijeg zagrijavanja zraka nad morem u odnosu na zrak nad gorjem. Na mahovitost bure utječu okolnosti specifične za predmetno područje, a to su mogućnost dodira toplog i hladnog zraka upravo na mjestu gdje se visina terena naglo i jako mijenja, kao i vrlo neravno kopno, nad kojima se nalazi ili odakle dolazi hladni zrak. Najjači udari vjetra za koje se može očekivati da će biti dosegnuti ili premašeni jednom u 50 godina iznose 30 do 35 m/s na većem dijelu istarske obale. Na vršku Istre udari bure znaju prijeći i 43 m/s a mjestimično i 50 m/s.

Jugo je vjetar koji puše uzdužnom osi Jadrana, dakle najčešće je jugoistočnog smjera. Jugo je za razliku od bure uglavnom uvjetovan općom atmosferskom cirkulacijom, a manje lokalnim efektima nejednakog zagrijavanja zraka nad kopnom i morem. S obzirom na prostornu raspodjelu općenito vrijedi da se čestina juga povećava od sjevernog prema južnom dijelu Jadrana. To je posljedica ciklonalnih vrtloga koji svojom prednjom stranom samo kratko ili nikako ne djeluju na sjeverni dio Jadrana.

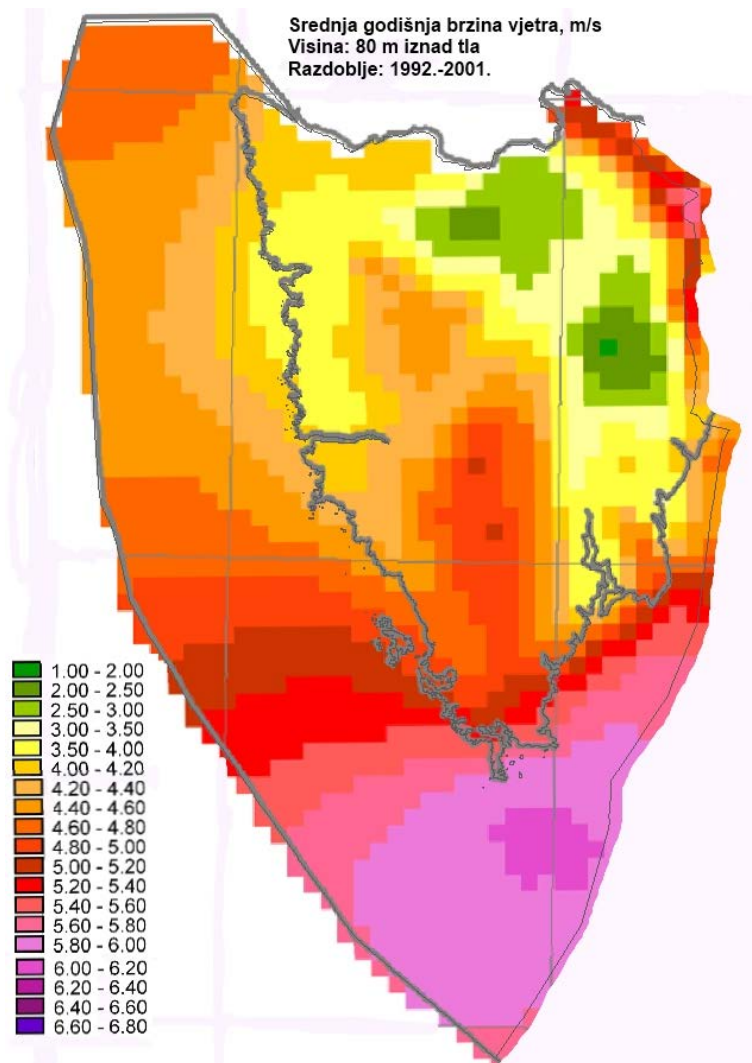
Maestral je osvježavajući sjeverozapadni vjetar koji u toplim danima puše s mora na kopno. Javlja se uglavnom ljeti i puše samo uz obalu. Maestral prati lijepo vrijeme i pri tome znatno ublažuje ljetnu sparinu.

3.3.2 Prirodni i tehnički potencijal energije vjetra

Raspoloživi prirodni potencijal energija vjetra u Istarskoj županije prema dostupnim podacima nije znan u usporedbi s drugim primorskim dijelovima Republike Hrvatske. Pretpostavka je kako na vremenske prilike šireg područja od interesa, najveći utjecaj ima masiv Učke i Ćićarije. Najbolji potencijal energije vjetra u Istarskoj županiji prema slici 6 se može očekivati u krajnjim južnim dijelovima županije, te na sjeveroistočnom rubu (Ćićarija). Karta vjetra prikazana na slici je dobivena korištenjem modela ALADIN/HR⁶.

Prema dostupnoj karti vjetra na 80 m iznad razine tla, najvjetrovitija su područja u južnom obalnom području županije. Za iskorištavanje energije vjetra povoljna je snaga koju nose stalni i umjereni vjetrovi. Lokalna obalna cirkulacija pokretač je takvih vjetrova koji noću pušu s kopna prema moru, a danju s mora prema kopnu pa se u Istarskoj županiji mogu očekivati takvi povoljni utjecaji za lokacije koje se nalaze u široj okolici obalne linije. Mogući ograničavajući faktor za područje Istarske županije nepovoljni je utjecaj bure, o čemu se mora voditi računa pri planiranju i izgradnji postrojenja.

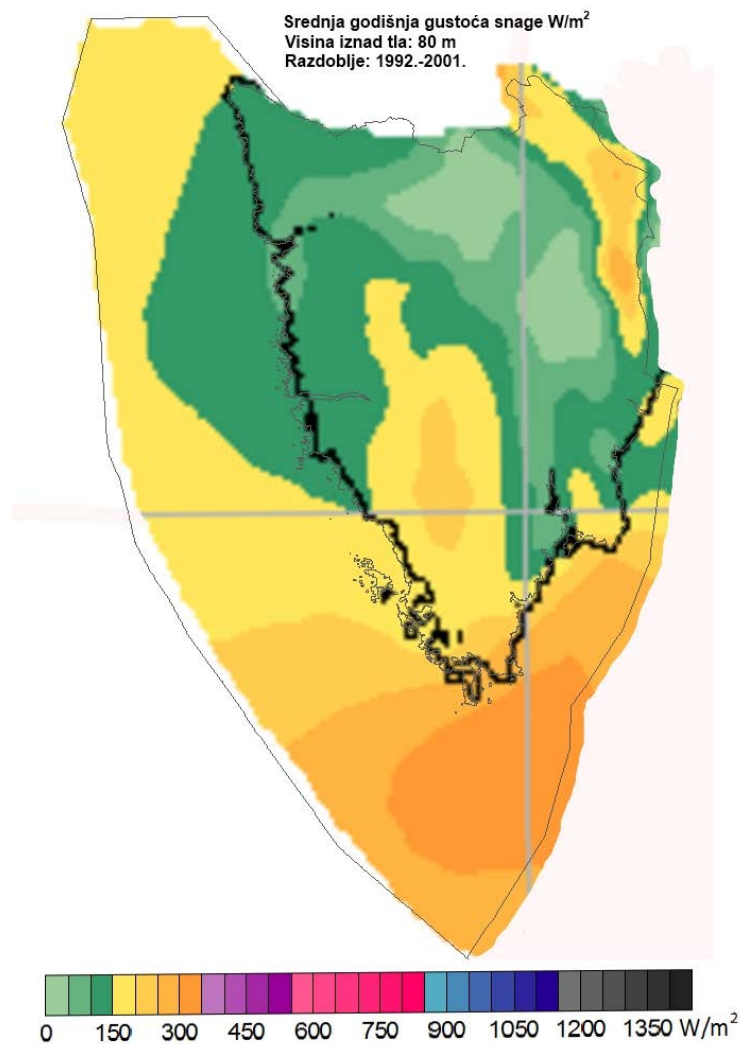
⁶ Aladin/HR je mezoskalni model vremena koji koristi DHMZ. Model ima rezoluciju 2 km.



Slika 6 Karta vjetra za područje Istarske županije na 80 m iznad razine tla. Brzina vjetra u m/s (Izvor: DHMZ)

Tehnički potencijal vjetra određen je kapacitetom lokacija koje su pogodne za iskorištavanje energije vjetra. Takve lokacije moraju zadovoljavati niz zahtjeva od koji je najvažniji vjetropotencijal, zatim mogućnost evakuacije snage, prihvatljivost s obzirom na utjecaje na okoliš, zaštita prirode, pristup i drugi. Raspoloživi tehnički potencijal u Istarskoj županiji procijenjen je na 145 MW. Tehnički potencijal bi se mogao povećati ukoliko se promijeni zakonska odredba iz Zakona o prostornom uređenju i gradnji⁷ prema kojoj je zabranjeno graditi vjetroelektrane unutar Zaštićenog obalnog pojasa (ZOP-a). Naime, raspoloživi potencijal energije vjetra raspoloživ je uz jugoistočnu obalu Istre, a razvoj lokacija je djelomično ograničen primjenom navedene odredbe zbog blizine obalne linije. Također, izvjestan potencijal vjetra postoji i na izloženim dijelovima Učke i Ćićarije čije iskorištavanje bi moglo biti upitno s obzirom na činjenicu da je većina tog prostora područje pod zaštitom.

⁷ Zakon o prostornom uređenju i gradnji, NN 76/07, članak 51.



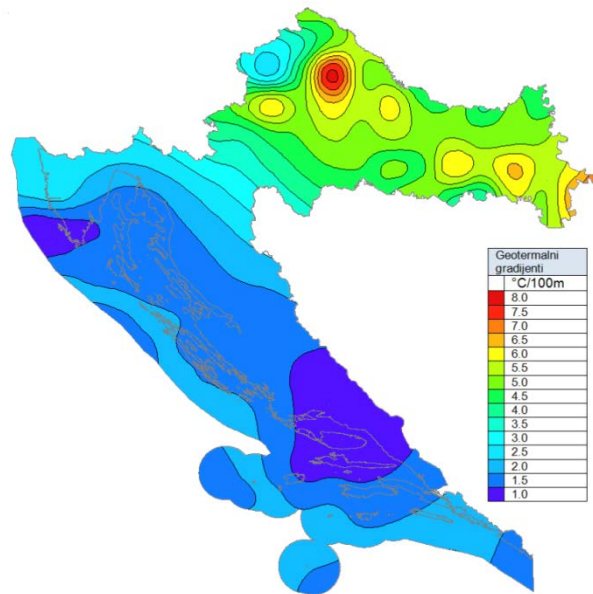
Slika 7 Karta snage vjetra za područje Istarske županije na 80 m iznad razine tla, W/m^2 (Izvor: DHMZ)

Na slici 7 prikazana je karta srednje godišnje gustoće snage vjetra na visini od 80 m iz koje se vidi da najviše snage u vjetru ima iznad dijelova središnje Istre ($150-300 W/m^2$), uz jugoistočnu obalu i u brdsko-planinskim dijelovima uz sjeveroistočni rub županije.

3.4 Geotermalna energija

Geotermalna energija je toplinska energija Zemlje koja je prikladna za iskorištavanje u izvornom obliku ili za pretvorbu u druge oblike energije. S obzirom da je količina geotermalna energije tako velika da se može smatrati skoro neiscrpnom, smatra se obnovljivim izvorom energije.

Istarska županija pripada geološkoj jedinici Dinarida karakteriziranoj najvećim dijelom mezozojskim karbonatima te klastičnim i vapnenačkim sedimentima paleogena. Područje Dinarida, odnosno područje jadranskog priobalja i otoka karakterizirano je niskim geotermalnim gradijentom i niskim vrijednostima gustoće toplinskog toka. Geotermalni gradijent je jedan od pokazatelja potencijala geotermalne energije na nekom području i predstavlja stopu promjene temperature s dubinom. Geotermalni gradijent može značajno varirati od lokacije do lokacije te u Istarskoj županiji iznosi između 10 i $25^{\circ}C/km$.



Slika 8 Karta geotermalnih gradijenata Republike Hrvatske

Izvor: Modificirano prema Jelić et al., 1995.

Današnja geološka građa Istre posljedica je opetovanih tektonskih sila koje su uzrokovale navlačne strukture Učke i Ćićarije. Tektonske deformacije uzrokovale su kontakt propusnih vapnenaca i nepropusnih fliških klastičnih naslaga uz koji se u sjevernom dijelu Istre u naselju Sv. Stjepan nalazi se termomineralni izvor. Izvor je poznat još iz 17. stoljeća, a prvo kupalište je izgrađeno 1817. godine. Danas se na toj lokaciji nalazi moderno lječilište i rekreacijski centar Istarske toplice. Temperatura vode je oko 35°C, bogata je sumporom i radioaktivna što je najvjerojatnije posljedica miješanja termalne vode na putu prema površini s vodama koje se procjeđuju kroz radioaktivne i sumporom bogate crne boksite.

Kako u Istarskoj županiji nisu poznati drugi termalni izvori vode, a nisu očekivana niti nalazišta geotermalnih ležišta na većim dubinama zbog niskog toplinskog toka u cijelom području priobalja, geotermalnu energiju je moguće koristiti putem geotermalnih dizalica topline koje su pogodne za nisko temperaturne sustave grijanja i/ili hlađenja te zagrijavanja potrošne tople vode. Geotermalne dizalice topline su sustavi kojima se toplina iz tla ili vode može pretvoriti u korisnu toplinsku energiju. Horizontalni sustav cijevi ugrađen u tlo koristi stalnu temperaturu tla na dubini od oko 2 m. Za njegovu je ugradnju potrebna površina oko 2 puta veća od grijanje površine, a toplinski dobitak ovisi o sastavu tla i rasporedu cijevi. Drugi način dobivanja topline iz stijena podrazumijeva sonde (izmjenjivač) u plitkim bušotinama, na 15-400 m dubine. Za ugradnju dizalica topline sa izmjenjivačima topline u podzemnoj i površinskoj vodi potrebna je suglasnost Hrvatskih voda. S obzirom da se temperatura podzemne vode kroz godinu ne mijenja, ili se mijenja vrlo malo, podzemna voda je vrlo povoljna kao izvor topline za pogon dizalica topline.

Primjena dizalica topline moguća je za manje i veće objekte, a mogu se koristiti, kako u samostalnim stambenim objektima, tako i u industrijskim i poljoprivrednim procesima. Geotermalne dizalice topline imaju male pogonske troškove i koriste obnovljive izvore energije te pridonose smanjuju emisija onečišćujućih tvari. Uz to, dizalice topline imaju veliki potencijal za povećanje učinkovitosti sustava, te je potrebno proširiti znanja o njihovoj primjeni kako bi se povećala i njihova upotreba. Kako bi se to postiglo potrebno je povećati broj lokalnih proizvođača opreme i izgraditi servisnu mrežu.

Geotermalne dizalice topline s horizontalnom ugradnjom izmjenjivača moguće je ugraditi na svim područjima s tlom debljine najmanje 2,5 m. U to se ubrajaju područja pokrivena kvartarnim naslagama i

zemljom crvenicom. To su npr. jugoistočni dio Čepićkoga polja sa jezerskim naslagama koje se sastoje od jezerskih pijesaka i glina, čija je utvrđena debljina do 28m. Također su pogodna priobalna područja od Savudrije do Mrlere, Premanturskoga poluotoka i otoka Fenolige gdje su rasprostranjeni eolski pijesci, no oni se samo mjestimično pojavljuju s odgovarajućom debljinom tla. Uz to, pogodna su i područja pokrivena zemljom crvenicom odgovarajuće debljine od kojih su veće površine izdvojene od Umaga prema Novigradu i Višnjanu, u okolici Poreča, Rovinja, Pazina, Barbana, u Limskoj dragi, te između Pule i Raškoga zaljeva. Crvenica zapunjava ponikve, udubine i udoline, a zavisno o reljefu debljina joj se kreće najčešće do 1m, ali mjestimice može dosegnuti i do 20-ak m. Za ugradnju horizontalnih geotermalnih dizalica topline pogodna su i područja aluvijalnih nanosa koji se prostiru na velikim površinama u potočnim i riječnim dolinama u okolici Buja, sjeverno od Bujske antiklinale, u dolinama Mirne i pritoka, Fojbe i Raše, te u Čepićkome polju. To su najčešće muljevi, gline i detritus nastali od trošenja okolnih stijena, te su mjestimice debeli i do 10-ak m.

Vertikalni izmjenjivači dizalica topline ugrađuju se u bušotine duboke više od 15 m, a najčešće do 100 m. S obzirom da je velik dio jugozapadnog dijela Istre građen od vapnenaca i dolomita koji su podložni okršavanju, u ovim je područjima potrebno uzeti u obzir stabilnost podloge radi mogućnosti urušavanja stijenki bušotine ili prodiranja podzemnih voda. U sjevernom i istočnom dijelu Istarskog poluotoka, navlačne strukture i fliške naslage zbog svoje nepstojanosti također mogu utjecati na stabilnost kanala bušotine. Stoga je u cijelom području Istre prije izrade bušotina na lokaciji neophodno provesti geotehnička ispitivanja.

Za primjenu dizalica topline na površinskim tokovima mogućnosti su ograničene s obzirom na njihovu brojnost i pristupačnost. Za korištenje dizalica topline s izmjenjivačima u podzemnim vodama treba voditi računa o građi odnosno okršenosti podzemlja koje mogu imati negativan utjecaj na sigurnost sustava. U oba slučaja treba imati na umu i sezonalnost pojavljivanja npr. u zimskim mjesecima, odnosno nedostatka voda kao izvora topline u sušnim razdobljima.

4 Mogućnosti otvaranja novih radnih mjesta na temelju ulaganja u OIE u Istarskoj županiji

Jedan od benefita koje donose ulaganja u obnovljive izvore energije svakako je i otvaranje povremenih radnih mjesta prilikom gradnje, te stalnih radnih mjesta prilikom pogona postrojenja ali i tijekom proizvodnje komponenata i sustava za korištenje obnovljivih izvora. Zapošljavanju na lokalnoj razini najviše će doprinijeti radna mjesta tijekom pogona sustava, poput osoba zaposlenih na poslovima održavanja i vođenja pogona.

Svaka od tehnologija korištenja obnovljivih izvora ima svoje specifičnosti u procesu proizvodnje komponenata, razvoja i izgradnje postrojenja te tijekom pogona. Određene tehnologije, posebice one vezane za postrojenja za OIE kojima nije potrebno gorivo, zbog relativno visokog stupnja automatizacije, zahtijevaju vrlo mali broj zaposlenih tijekom samog pogona sustava, te se najveći dio radnih mjesta prilikom razvoja ovakvih sustava najviše odnosi na radna mjesta u proizvodnji te gradnji samog postrojenja. Druge tehnologije, posebice one koje zahtijevaju dobavu goriva i kontrolu proizvodnih procesa, poput toplana/elektrana na biomasu i hidroelektrana, osiguravaju i radna mjesta tijekom gradnje, ali i stalna radna mjesta tijekom samog pogona.

Tehnologije čije tržište karakterizira veliki broj malih sustava, poput fotonaponskih sustava, sunčanih toplinskih sustava te dizalica topline također mogu doprijeti povećanju radnih mjesta na lokalnoj razini. Kod ovakvih sustava, uz stabilno poticanje, stvara se stabilno i rastuće tržište, koje iz godine u godinu rezultira određenim brojem novoinstaliranih sustava. Kako bi se ovakva tržišna kretanja potpomogla, ključno je imati lokalna radna mjesta na poslovima planiranja i instaliranja sustava. Međutim, stvaranje radnih mjesta usko je povezano s poticajnim politikama prema određenim tehnologijama, stoga je važno, prilikom određivanja ciljeva za OIE i politike poticanja, uzeti u obzir i stvaranja novih radnih mjesta.

Ipak, većina novostvorenih radnih mjesta, neovisno o tehnologiji i resursu, odnosi se na radna mjesta u proizvodnji i gradnji, a tek manji dio broja radnih mjesta u radnim mjestima tijekom pogona sustava. Podaci o tipičnom broju radnih mjesta značajno variraju od izvora do izvora podataka, budući ne postoji međusobno usuglašena metodologija procjene. Tablica 8 prikazuje broj radnih mjesta po instaliranoj snazi za četiri tehnologije, prema dostupnim podacima.

Tablica 8 Broj radnim mjesta po instaliranoj snazi

Tehnologija	Broj radnih mjesta u proizvodnji i gradnji [/MW]	Broj radnih mjesta tijekom pogona [/MW]
Biomasa – ukupno	4,29	1,53
Bioplinsko postrojenje		3
Sunčani toplinski sustavi	10,3	1
Fotonaponski sustavi	37	1
Vjetroelektrane	10	0,4

Izvor: Wei, Pataida, Kammen: *Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?, 2010, osim podataka o bioplinskom postrojenju*

Na području Istarske županije već postoji određen proizvodnja komponenta sustava za OIE, te postoji određeni broj tvrtki koje se bave planiranjem, instaliranjem i održavanjem sustava koji koriste OIE, prvenstveno sustava male snage. Značajniji proizvodni kapaciteti za proizvodnju komponenta sustava za OIE na području Istarske županije su:

- Brodogradilište Tehnomont, proizvodnja sunčanih toplinskih kolektora,
- Tvornica fotonaponskih modula Solaris-Novigrad (proizvodnja prekinuta 2011.).

Osim gore navedenih, djelatnosti u kojima se može očekivati otvaranje novih radnih mjesta na lokalnoj razini su:

- prijevoz i dobava sirovine za toplane/elektrane na biomasu,
- pogon i održavanje toplana/elektrana na biomasu,
- dobava i priprema sirovine za toplane/elektrane na bioplin,
- pogon i održavanje toplana/elektrana na bioplin,
- proizvodnja stupova za vjetroelektrane,
- održavanje vjetroelektrana,
- instaliranje i održavanje malih fotonaponskih sustava,
- instaliranje i održavanje sunčanih toplinskih sustava,
- instaliranje i održavanje dizalica topline.

Konkretan broj novih radnih mjesta ovisiti će o ciljevima energetske strategije i plana korištenja obnovljivih izvora energije na razini države, te programa županija za korištenje obnovljivih izvora energije.