






# SADRŽAJ

<b>PREDGOVOR</b>	<b>2</b>
<b>UVOD</b>	<b>3</b>
<b>1. ENERGIJA VJETRA</b> 	<b>4</b>
1.1. OPĆE ZNAČAJKE	4
1.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE VJETRA	4
<b>2. ENERGIJA SUNCA</b> 	<b>5</b>
2.1. OPĆE ZNAČAJKE	5
2.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE SUNCA	6
<b>3. ENERGIJA BIOMASE</b> 	<b>9</b>
3.1. OPĆE ZNAČAJKE	9
3.1.1. OPĆE ZNAČAJKE ENERGIJE BIOMASE	9
3.1.2. KARAKTERISTIKE ŽUPANIJE VAŽNE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ BIOMASE	9
3.2. PROCJENA ENERGETSKOG POTENCIJALA	10
3.2.1. BIOMASA IZ POLJOPRIVREDE	10
3.2.2. BIOMASA IZ ŠUMARSTVA	13
3.2.3. BIOMASA IZ OTPADA	14
<b>4. GEOTERMALNA ENERGIJA</b> 	<b>15</b>
4.1. OPĆE ZNAČAJKE	15
4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL	17
<b>5. HIDROENERGIJA</b> 	<b>20</b>
5.1. OPĆE ZNAČAJKE	20
5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE	21
<b>ZAKLJUČAK</b>	<b>23</b>

# PREDGOVOR

**„Potencijal obnovljivih izvora energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji“ predstavlja integralnu analizu prirodnog potencijala svih oblika obnovljivih izvora energije (OIE) - energije vjetra, Sunca, biomase, geotermalnih izvora te vodotoka.**

**Pregled postojećih potencijala obnovljivih izvora energije omogućit će građanima i organizacijama civilnog društva da realno sagledaju mogućnosti budućeg razvoja OIE u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji.**

**Cilj ove publikacije je regionalnoj i lokalnoj samoupravi olakšati energetske planiranje na području Županije. Istovremeno ona može poslužiti i investitorima u projekte OIE, kao osnova za identifikaciju potencijalnih projekata odnosno njihovo usmjeravanje radi održivog razvitka Županije.**

Studija potencijala OIE i ova publikacija izrađene su u okviru projekta „Javno zagovaranje i praćenje politika vezanih za obnovljive izvore energije“ (eng. *“Renewable Energy Policies Advocacy and Monitoring - REPAM”*). Projekt se provodi uz financijsku pomoć Europske unije, kroz IPA program „Razvoj kapaciteta organizacija civilnog društva za sustavno praćenje i javno zagovaranje politika održivog razvoja i integriranih pristupa upravljanju otpadom i vodom, transportom, regionalnim razvojem, održivoj upotrebi prirodnih resursa i sigurnosti okoliša“.

Studiju je izradio interdisciplinarni tim stručnjaka Energetskog instituta Hrvoje Požar, a projekt se provodi u partnerstvu s udrugama Društvo za oblikovanje održivog razvoja (Zagreb) i Focus (Ljubljana).

## UVOD

Bjelovarsko-bilogorska županija nalazi se u istočnom dijelu središnjega područja Hrvatske i s ukupno 119.743<sup>1</sup> stanovnika čini 2,8% stanovništva Republike Hrvatske. Grad Bjelovar, upravno i administrativno središte županije, ima 40.443 stanovnika. Ukupna površina Županije iznosi 2.652 km<sup>2</sup> ili 3,03% kopnenoga teritorija Republike Hrvatske. U sastavu županije nalazi se 5 gradova i 18 općina.

Prostor Bjelovarsko-bilogorske županije obuhvaća četiri karakteristične zemljopisne cjeline: Bilogoru (sjeverno i sjeveroistočno), rubne masive Papuka i Ravne gore (istočno), Moslavačku goru (jugozapadno) i dolinu rijeke Česme i Ilove (zapadno, središnje i južno).

Prostorno i funkcionalno gledano, Bjelovarsko-bilogorska županija nalazi se u istočnom dijelu središnje Hrvatske, najrazvijenijeg područja i ključnog čvorišta europskih i regionalnih prometnih pravaca. Međutim, s obzirom na rubni položaj (prema grupi Županija istočne Hrvatske) te smještaj između najznačajnijih prometnih pravaca (Posavskog i Podravskog koridora te poprečnih koridora Srednja Europa-Jadran i Podunavlje-Jadran) ostala je dijelom izvan interesa dosadašnjih razvojnih usmjerenja. To je došlo do izražaja nakon prekida sekundarnih prometnih veza sjevera i juga Hrvatske preko Bosne i Hercegovine.

Područje Bjelovarsko-bilogorske županije pripada, prema Köppenovoj klasifikaciji, klimi toplo umjerenog kišnog tipa u kojem je srednja temperatura najhladnijeg mjeseca između -3°C i 18°C, a srednja temperatura najtoplijeg mjeseca nije veća od 22°C.

<sup>1</sup> Popis stanovništva 2011, Državni zavod za statistiku, [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)

# 1. ENERGIJA VJETRA



## 1.1. OPĆE ZNAČAJKE

Na značajke vjetrova u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji u najvećoj mjeri utječu prolasci fronti ili ciklona u proljeće ili ljeto. U ovom razdoblju godine ponekad se javljaju kratkotrajni i olujni vjetrovi koji znaju nanijeti štetu na objektima i poljoprivrednim kulturama. Općenito, vjetrovi na kopnu nemaju neki poseban naziv, nego se uglavnom nazivaju prema smjeru iz kojeg dolaze.

Za kopneni dio Hrvatske pa tako i za Bjelovarsko-bilogorsku županiju karakterističan je sjeveroistočni vjetar koji puše najčešće u zimskom dijelu godine i donosi vedro i hladno vrijeme. Intenzitet vjetrova je jači zimi nego ljeti. Međutim, u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, s energetskeg stanovišta, na godišnjoj razini nema posebno istaknutih vjetrova koji bi se mogli značajnije iskoristiti za proizvodnju električne energije.

## 1.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE VJETRA

Raspoloživi prirodni potencijal energija vjetra u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, prema dostupnim podacima, nije znan. Najbolji potencijal energije vjetra u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (slika 1.) može se očekivati u njezinom sjevernom i istočnom dijelu. Prema dostupnoj karti vjetra na 80 m iznad razine tla, najvjetrovitija su područja na nešto višoj nadmorskoj visini u sjevernom i istočnom dijelu, odnosno na obroncima Pšunja i Papuka na istoku i Bilogore uz sjeverni rub županije. Karta vjetra je dobivena korištenjem modela ALADIN/HR<sup>2</sup>. Za iskorištavanje energije vjetra najpovoljnija je snaga koju nose stalni i umjereni vjetrovi. Prema raspoloživim podacima, u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji se s energetskeg stanovišta može očekivati vrlo mali potencijal energije vjetra, sa srednjim godišnjim brzinama vjetra koje ne prelaze 5,5 m/s na 80 m iznad tla na najvišoj nadmorskoj visini. Tehnički potencijal vjetra određen je kapacitetom lokacija koje su pogodne za iskorištavanje njegove energije.

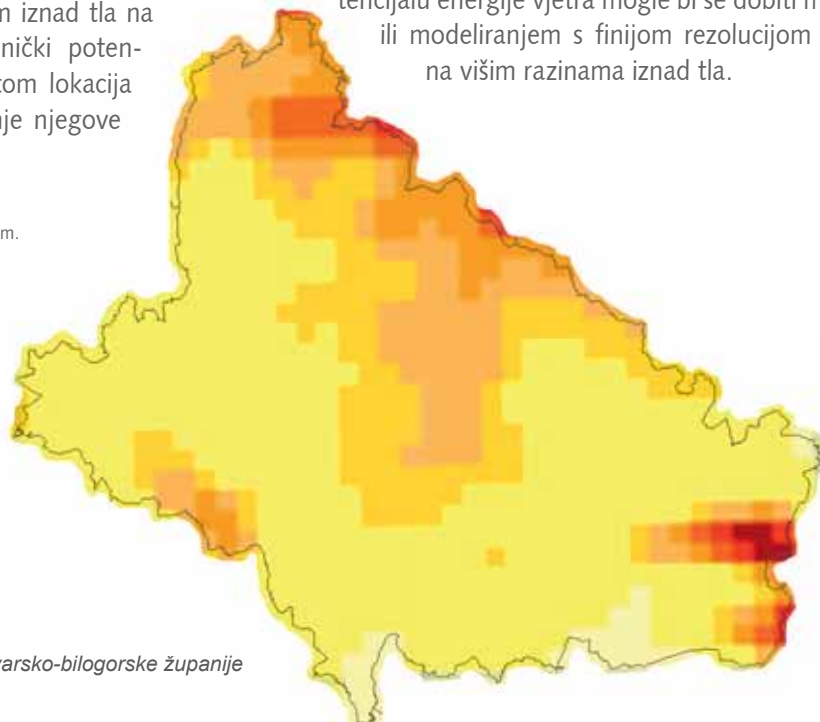
Takve lokacije moraju zadovoljavati niz zahtjeva od kojih je najvažniji: vjetropotencijal, mogućnost evakuacije snage, prihvatljivost s obzirom na utjecaje na okoliš, zaštita prirode, pristup i drugi.

Preliminarno raspoloživi tehnički potencijal u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji procijenjen je na 20-ak MW, uz zadovoljenje nužnih tehničkih uvjeta. Prikazana karta vjetra dobivena je modelski. U Bjelovarsko-bilogorskoj županiji na izloženim brdskim vrhovima Bilogore i čistinama vjerojatno postoje lokacije na kojima bi, sa stajališta raspoloživog resursa, bilo opravdano koristiti energiju vjetra. No, utvrđivanje potencijalnih lokacija zahtijevalo bi temeljito istraživanje, što u ovom trenutku nije napravljeno. Preciznije informacije o potencijalu energije vjetra mogle bi se dobiti mjerenjima ili modeliranjem s finijom rezolucijom podataka na višim razinama iznad tla.

<sup>2</sup> ALADIN/HR je mezoskalni model vremena koji koristi DHMZ. Model ima rezoluciju 2 km.

Srednja godišnja brzina vjetra (m/s)  
Visina: 80 m iznad tla  
Razdoblje: 1992.-2001.

3.00-3.50
3.50-4.00
4.00-4.20
4.20-4.40
4.40-4.60
4.60-4.80
4.80-5.00
5.00-5.20



Slika 1. Karta vjetra za područje Bjelovarsko-bilogorske županije

## 2. ENERGIJA SUNCA



### 2.1. OPĆE ZNAČAJKE

Sunčeva energija predstavlja jednu od osnovnih komponenti za razvoj života na Zemlji. Većina dostupnih energijskih oblika u prirodi nastala je djelovanjem energije Sunca. Sunčeva energija je dostupan i besplatan oblik energije, međutim, sustavi za korištenje Sunčeve energije nerijetko predstavljaju značajnu investiciju.

U unutrašnjosti Sunca odvijaju se nuklearne reakcije prilikom kojih se oslobađaju veće količine energije te se dio te energije emitira u svemir kao Sunčevo zračenje kakvo poznajemo na planetu Zemlji. Od ukupno emitiranog zračenja, tek manji dio dopiye 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  $1.367 \text{ W/m}^2$ . Na putu do Zemljine površine, Sunčevo zračenje slabi zbog interakcije s plinovima, prašinom i oblacima.

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 sljedeće pojmove:

- **Ozračenje** je srednja gustoća dozračene snage Sunčevog zračenja, koja je jednaka omjeru snage Sunčevog zračenja i površine plohe okomite na smjer tog zračenja. Jedinica za ozračenje je vat po kvadratnom metru ( $\text{W/m}^2$ ).
- **Ozračenost** je količina energije Sunčevog zračenja dozračena na jediničnu površinu plohe u određenom vremenskom razdoblju. Dobiva se integriranjem ozračenja po vremenu, a jedinica za ozračenost je vat sat po kvadratnom metru ( $\text{Wh/m}^2$ ) ili džul po kvadratnom metru ( $\text{J/m}^2$ ). 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 se raspršuje na molekulama plinova i česticama prašine. Zbog toga Sunčevo zračenje do tla dopiye kao izravno i kao raspršeno zračenje.

- **Izravno (direktno)** Sunčevo zračenje dolazi izravno iz prividnog smjera Sunca.
- **Raspršeno (difuzno)** Sunčevo zračenje nastaje raspršivanjem zračenja u atmosferi i do tla dopiye iz svih smjerova.
- **Ukupno (globalno)** Sunčevo zračenje na vodoravnoj plohi sastoji se od izravnog i raspršenog zračenja. Nagnuta ploha osim izravnog i raspršenog zračenja prima i od tla odbijeno Sunčevo zračenje.
- **Odbijeno (reflektirano)** Sunčevo zračenje je dio zračenja koje se odbiye 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 proporcionalnom kosinusu kuta 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 s približavanjem Sunca obzoru. Za fiksno postavljeni 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 godišnjeg kuta, optimalni kut je moguće izračunati za sezonu i za svaki mjesec pojedinačno.

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.

## 2.2. PRIRODNI I TEHNIČKI 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. Bjelovarsko-bilogorska županija nalazi se u kontinentalnom dijelu Hrvatske koji ima relativno stalnu razdiobu potencijala Sunčevog zračenja.

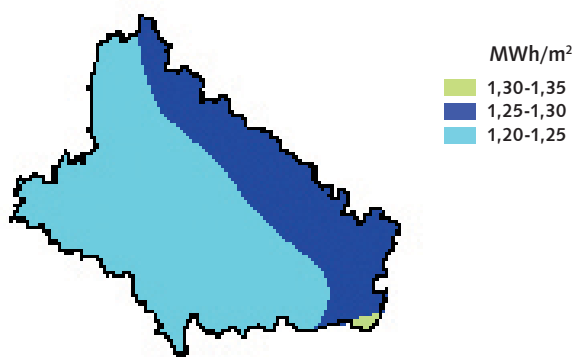
Bjelovarsko-bilogorska županija se većim dijelom nalazi u relativnom nizinskom području, dok se samo rubni dijelovi (sjever - Bilogora, jugozapadni dio - Moslavačka gora i istočni dio - Papuk) nalaze na brežuljkastom području. Ozračenost vodoravne plohe u Županiji je izrazito stalna te se kreće oko 1,25 MWh/m<sup>2</sup>, uz blagu prostornu distribuciju. Na slici 2. prikazana je prostorna raspodjela srednje godišnje ozračenosti na području Bjelovarsko-bilogorske županije.

Detaljni podaci o Sunčevom zračenju na području Bjelovarsko-bilogorske županije dostupni su za mjernu postaju Daruvar. Uzimajući u obzir relativno stalnu prostornu razdiobu godišnje ozračenosti, podaci s ove

postaje mogu se smatrati reprezentativnima za cijelo područje Županije. U tablici 1. prikazane su srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima, a u tablici 2. srednje dnevne ozračenosti prema jugu nagnute plohe za godišnji optimalni kut nagiba za lokaciju Daruvar, kao tipičnog predstavnika područja Županije.

Tablica 1. Srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima (kWh/m<sup>2</sup>)

Lokacija	Daruvar		
	Ukupno	Raspršeno	Izravno
Siječanj	1,09	0,73	0,36
Veljača	1,67	1,08	0,59
Ožujak	3,14	1,67	1,48
Travanj	4,38	2,18	2,19
Svibanj	5,45	2,63	2,83
Lipanj	5,99	2,77	3,22
Srpanj	6,33	2,56	3,78
Kolovoz	5,11	2,34	2,77
Rujan	4,18	1,72	2,46
Listopad	2,49	1,29	1,20
Studeni	1,23	0,82	0,41
Prosinac	0,82	0,60	0,23
Uk.god. (MWh/m <sup>2</sup> )	1,28	0,62	0,66



Slika 2. Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Bjelovarsko-bilogorske županije



Tablica 2. Srednje dnevne vrijednosti ozračenosti prema jugu nagnute plohe za optimalni kut nagiba ( $kWh/m^2$ )

Lokacija	Darugar			
Optimalni kut	25°			
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno
Siječanj	1,49	0,69	0,79	0,01
Veljača	2,07	1,03	1,03	0,02
Ožujak	3,66	1,59	2,04	0,03
Travanj	4,63	2,08	2,51	0,04
Svibanj	5,39	2,50	2,84	0,05
Lipanj	5,75	2,64	3,06	0,06
Srpanj	6,17	2,43	3,68	0,06
Kolovoz	5,27	2,23	2,99	0,05
Rujan	4,83	1,64	3,15	0,04
Listopad	3,15	1,23	1,90	0,02
Studeni	1,62	0,78	0,83	0,01
Prosinac	1,11	0,57	0,53	0,01
Uk.god. ( $MWh/m^2$ )	1,38	0,59	0,77	0,01

Energiju Sunčevog zračenja moguće je koristiti na dva načina – korištenjem sunčanih toplinskih sustava za zagrijavanje potrošne tople vode i podršku grijanju te korištenjem fotonaponskih sustava za proizvodnju električne energije (slika 3., slika 4.).

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 pa se zagrijana voda može koristiti tijekom cijelog dana. Ovakvi sustavi 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 umirovlje-

nika, 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  $m^2$  i spremnika tople vode volumena 300 l. Takav sustav, na području Bjelovarsko-bilogorske županije, može zadovoljiti do 70% energetske potreba za zagrijavanje potrošne tople vode u slučaju kućanstva od četiri člana. Na slici 5. prikazana je procjena pokrivanja energetske potreba kroz godinu, kao i stupanj korisnosti sunčanog toplinskog sustava.

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.

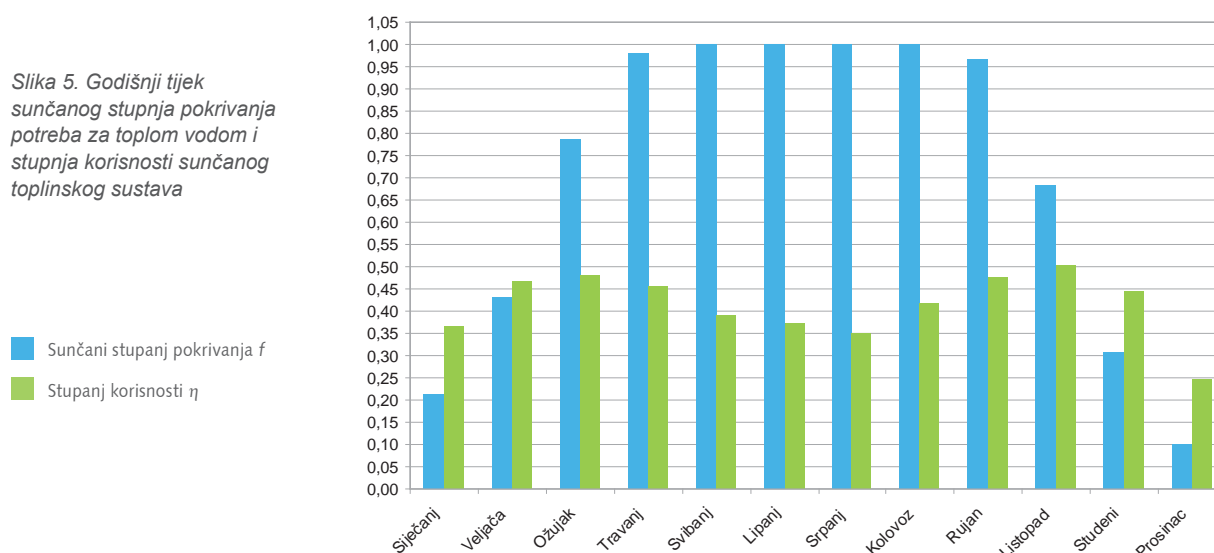
Slika 3. Primjer korištenja Sunčeve energije: fotonaponski moduli



Slika 4. Primjer korištenja Sunčeve energije: sunčani toplinski kolektori



Slika 5. Godišnji tijek sunčanog stupnja pokrivanja potreba za toplom vodom i stupnja korisnosti sunčanog toplinskog sustava



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 pa 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 stambenim objektima, objektima komercijalne ili proizvodne namjene kojima proizvodnja električne energije nije osnovna zadaća. Uobičajeno je da se fotonaponski moduli u ovim slučajevima postavljaju na krovove objekata (bilo ravne, bilo kose), ali su u posljednje vrijeme sve češće primjene korištenja specijalnih fotonaponskih modula kao elementa fasade. Proizvodnja električne energije u fotonaponskom sustavu, osim o dozračenoj energiji na lokaciji, ovisi o cijelom nizu čimbenika 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 Daruvara može proizvesti oko 10.600 kWh električne energije godišnje (tablica 3.).

Tablica 3. Procjena proizvodnje električne energije za FN sustav snage 10 kW na području Daruvara

Mjesec	Generirana električna energija u FN modulima (kWh)	Električna energija isporučena u mrežu (kWh)
Siječanj	400	377
Veljača	522	498
Ožujak	989	950
Travanj	1.137	1.091
Svibanj	1.318	1.264
Lipanj	1.311	1.256
Srpanj	1.439	1.379
Kolovoz	1.253	1.200
Rujan	1.166	1.120
Listopad	837	802
Studeni	413	391
Prosinac	283	264
<b>Ukupno</b>	<b>11.068</b>	<b>10.590</b>

Proizvodnost fotonaponskog sustava je količina električne energije koju može proizvesti sustav jedinične snage. Za Daruvar bi ona iznosila oko 1.060 kWh/kW godišnje. Slična proizvodnost se može očekivati i na cjelokupnom području Bjelovarsko-bilogorske županije.



## 3. ENERGIJA BIOMASE



### 3.1. OPĆE ZNAČAJKE

#### 3.1.1. OPĆE ZNAČAJKE ENERGIJE BIOMASE

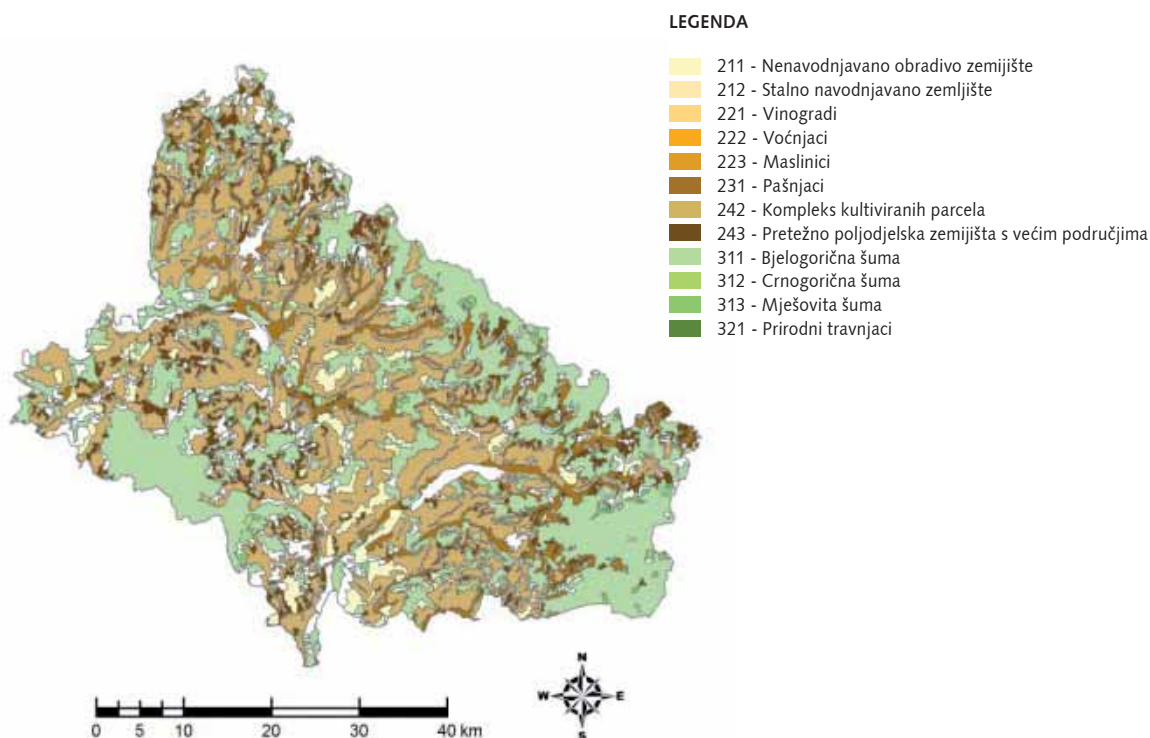
Direktiva 2009/28/EZ o promociji obnovljivih izvora energije definira biomasu kao biološko razgradiv dio proizvoda, otpada i ostataka biološkoga podrijetla iz poljoprivrede, šumarstva i s njima povezanih proizvodnih djelatnosti, uključujući ribarstvo i akvakulturu te biološko razgradiv dio industrijskog 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 ovoj studiji prikazani su potencijali poljoprivredne biomase (ratarstvo i stočarstvo), šumske biomase (gospodarenje šumama) te potencijali biorazgradivog dijela komunalnog otpada i otpada iz drvno- i prehrambeno-prerađivačke industrije.

#### 3.1.2. KARAKTERISTIKE ŽUPANIJE VAŽNE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ BIOMASE

Prema Prostornom planu Bjelovarsko-bilogorske županije iz 2000. godine, najveći dio površine Županije (57,9%) čini poljoprivredno zemljište koje se prostire na 152.290 ha, od čega je 144.725 ha obradivih površina. Podaci iz digitalne baze podataka CORINE

Land Cover Hrvatska se razlikuju te prema njima ukupne poljoprivredne površine Županije zauzimaju 145.977 ha. Na slici 6. je prikazana karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Bjelovarsko-bilogorske županije.



Slika 6. Karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Bjelovarsko-bilogorske županije

Bjelovarsko-bilogorska županija ima izrazito poljoprivredne karakteristike. Stočarstvo i stočarska proizvodnja je najvažnija poljodjelska grana, a prioritetnu ulogu ima govedarstvo, proizvodnja mlijeka i sira te svinjogojstvo. Broj stoke i proizvodnja su iznad državnog prosjeka. Po broju mliječnih krava Bjelovarsko-bilogorska županija je na drugom mjestu, a po udjelu poljoprivrednih gospodarstva s više od 10 goveda na prvom mjestu u Hrvatskoj. U govedarstvu dominiraju mali proizvođači u čijem je posjedu 97% ukupnog broja goveda i koji ostvaruju više od 99% proizvodnje mlijeka u Županiji. U ukupnoj proizvodnji mesa, Županija sudjeluje s 8,1%. U peradarstvu sve veću ulogu ima proizvodnja jaja na velikim farmama.

Prema podacima iz Prostornog plana, 95.973 ha (prema CORINE 88.505 ha) odnosno 36,3% površine Županije je pod šumom. Šumski fond je očuvan i uravnotežen.

Šume su najzastupljenije na gorju i pobrđu Bilogore, Papuka i Moslavačke gore, gdje su najzastupljenije vrste hrast kitnjak, obična bukva, grab i jela. Porječje i tokovi Česme i Ilove staništa su šuma u kojima su glavne vrste hrast lužnjak, obični grab, poljski jasen i crna joha. Posebni oblik šumske vegetacije predstavljaju "šumske kulture", umjetno podignute sastojine na pravim šumskim staništima ili poljoprivrednom tlu, s alohtonim vrstama četinjača, nasada topola ili bagrema. Ovi oblici su zastupljeni najčešće u privatnim šumama, osobito bagremom. U privatnom vlasništvu je 12.200 ha šuma.

Šumarstvo predstavlja značajnu gospodarsku djelatnost, a drvna industrija je jedna od važnih strateških grana gospodarstva Bjelovarsko-bilogorske županije, koja je karakteristična po dugoj proizvodnoj tradiciji i velikom broju zaposlenih.

## 3.2. PROCJENA ENERGETSKOG POTENCIJALA

### 3.2.1. 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 drveni ostaci nakon redovitog održavanja višegodišnjih nasada (voćnjaci, vinogradi, maslinici)

Pojedine vrste biomase međusobno se razlikuju s obzirom na energetske vrijednosti, 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 ove Studije analizirano je iskorištavanje stajskog gnoja (goveda, svinje, perad) radi proizvodnje bioplina te uzgoj energetskih kultura za proizvodnju biodizela (uljana repica, soja) i bioetanol (kukuruz, šećerna repa) 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 iz razloga što 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.

Podaci o poljoprivrednim površinama iz prostornih planova uglavnom se temelje na podacima iz Statističkog ljetopisa ili katastarskim podacima te se u većini slučajeva razlikuju od podataka izvedenih iz CORINE Land Use Hrvatska baze podataka. Zbog dosljednosti, za izračune potencijala su korišteni podaci iz CORINE baze.

## 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 vodu, paru, kisik, dušik, amonijak, vodik te sumporovodik. Energetska vrijednost bioplina ovisi o udjelu metana čija gornja ogrjevna vrijednost iznosi 39,8 MJ/m<sup>3</sup>. Prosječna energetska vrijednost bioplina iznosi 21 MJ/m<sup>3</sup>. 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.

Prilikom izračuna potencijala proizvodnje bioplina korištena je sljedeća formula:

$$BP = m \times oST \times p \times k \text{ [kWh/god]}$$

Gdje je:

**BP** - energetska vrijednost proizvedenog bioplina [kWh/god]

**m** - masa stajskog gnoja goveda, svinja odnosno peradi koja godišnje nastaje u Županiji [t/god]

**oST** - udio organske suhe tvari u svježoj sirovini

**p** - prinos metana (CH<sub>4</sub>) po jedinici organske suhe tvari u svježoj sirovini [m<sup>3</sup>/t oST]

**k=10** - energetska vrijednost metana [kWh/Nm<sup>3</sup>]

U slučaju kodigestije potrebno je zbrojiti potencijale pojedinih sirovina, izračunate na temelju masenog udjela sirovina u kodigestiji.

Tablica 4. Energetska vrijednost proizvodnje bioplina u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji na godišnjoj razini

Sirovina	Raspoloživost stajskog gnoja (t/god)*	Teoretski energetska vrijednost (MWh/god)	Teoretski energetska vrijednost (TJ/god)
<b>Proizvodnja bioplina u monodigestiji</b>			
Goveđi stajski gnoj	461.614	253.888	914
Svinjski stajski gnoj	96.071	16.005	58
Gnoj peradi	20.450	20.246	73
Sirovina	Površina potrebna za uzgoj kukuruzne silaže (ha)	Teoretski energetska vrijednost (MWh/god)	Teoretski energetska vrijednost (TJ/god)
<b>Proizvodnja bioplina u kodigestiji s kukuruznom silažom (maseni udio silaže 30%)</b>			
Goveđi stajski gnoj + silaža	5.884	459.003	1.652
Svinjski stajski gnoj + silaža	1.225	58.694	211
Gnoj peradi + silaža	261	29.332	106

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

Iz tablice 4. 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 1.044 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 1.969 TJ/god.

U ovom slučaju bilo bi potrebno angažirati 7.370 ha poljoprivrednog zemljišta za proizvodnju kukuruzne silaže. Potrebno je napomenuti da opisani rezultati predstavljaju tek teoretski potencijal. 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.

Uzmemo li u obzir postojeću praksu u poljoprivredi, uz pretpostavku okrupnjavanja stočarske proizvodnje te sukladno *Strategiji energetskeg razvoja Republike Hrvatske*<sup>3</sup> može se procijeniti da bi se oko 20% teoretskog potencijala moglo iskoristiti za proizvodnju

obnovljive energije. Budući da Bjelovarsko-bilogorska županija raspolaže dovoljnim površinama za uzgoj silaže, 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 NN 130/09

## 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 uljaraica te bioetanol i njegovih derivata iz biljaka bogatih šećerom i škrobom. Tehnologije druge i treće generacije biogoriva su još u fazi razvoja. Biodizel prve generacije proizvodi se procesom transesterifikacije biljnih ulja.

U našem području kao osnovna sirovina najčešće se koristi uljana repica. U slučaju proizvodnje bioetanol radi se o procesu fermentacije šećera proizvedenog iz biljaka bogatih šećerom i škrobom. Najčešće sirovine za proizvodnju su kukuruz i šećerna repa. Poznavajući raspoloživost poljoprivredne površine 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 5.).

Tablica 5. Potencijali proizvodnje biogoriva na području Bjelovarsko-bilogorske županije na godišnjoj razini

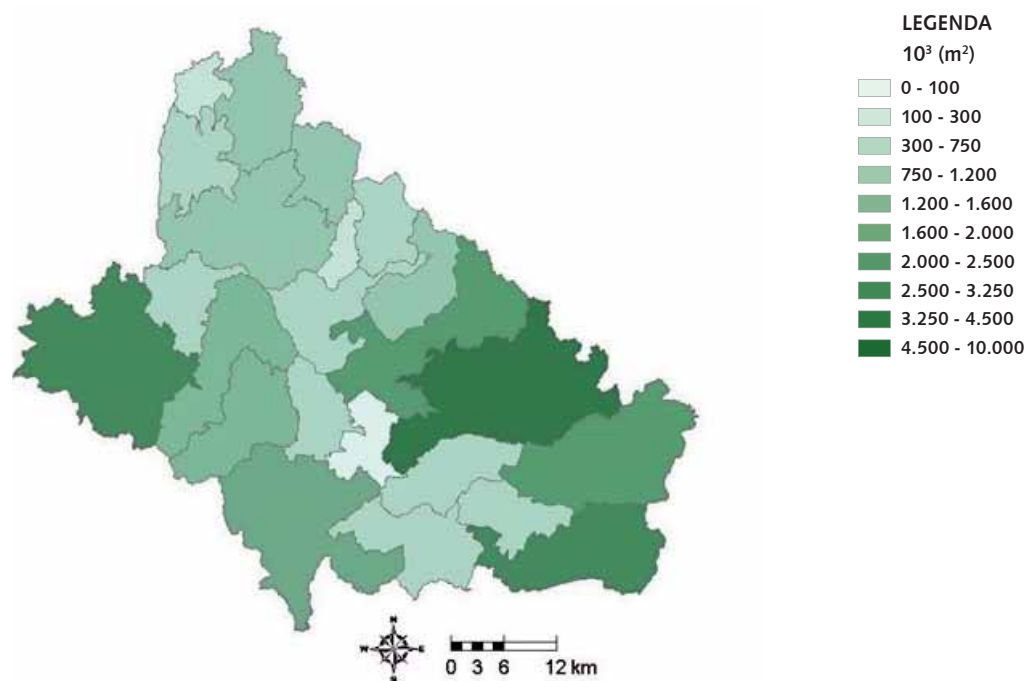
Sirovina	Masa sirovine (t/god)*	Količina biogoriva (t/god)	Energetska vrijednost (GJ/t)	Teoretski energetske potencijal (TJ/god)
<b>Bioetanol</b>				
Kukuruz (s.v)**	546.558	164.442	27	4.440
Šećerna repa	3.360.290	260.488	27	7.033
<b>Biodizel</b>				
Uljana repica	171.060	69.821	37	2.583
Soja	228.637	43.302	37	1.602

\* 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 i postupka mokrog mljevenja

Iz tablice 5. vidljivo je da ukoliko se 83.444 ha raspoloživog poljoprivrednog zemljišta angažira za proizvodnju jedne od navedenih kultura, mogla bi se proizvesti količina biodizela odnosno bioetanol energetske vrijednosti od 1.602 do 7.033 TJ godišnje. No, treba imati na umu da prikazani potencijali biogoriva vrijede u slučaju kada bi se proizvodila samo jedna vrsta biogoriva (ili bioetanol ili biodizel) iz samo jedne sirovine, odnosno da se na ukupnom raspoloživom zemljištu za neprehrambene namjene zasadi samo jedna kultura. U praksi, ovakav scenarij nije moguć radi plodoreda koji je obavezan u proizvodnji razmatranih kultura i radi korištenja ovog zemljišta i u druge svrhe.

Realno je za pretpostaviti da bi za proizvodnju energetskog bilja bilo moguće angažirati oko 20% poljoprivrednog zemljišta raspoloživog za neprehrambene namjene. Što se tiče samih kultura, iako šećerna repa ima najveći potencijal na području Bjelovarsko-bilogorske županije zastupljena je na samo 0,1% oranica jer za bolji prirast zahtjeva veće količine vode. Stoga se za proizvodnju bioetanol preporučuje kukuruz, a za proizvodnju biodizela uljana repica zbog većeg energetskog potencijala od soje.



Slika 7. Prikaz raspodjele ukupnih drvnih zaliha na području Bjelovarsko-bilogorske županije

### 3.2.2. 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. U okviru studije analizirane su raspoložive količine drvene biomase dobivene gospodarenjem šumama na osnovu podataka iz baze podataka WISDOM Croatia<sup>4</sup> (slika 7., tablica 6.). Teoretski potencijal je ukupni raspoloživi energetske potencijal drvene biomase na određenom području koji se izračunava kao umnožak ukupne drvene biomase (kg) i ogrjevne vrijednosti biomase (MJ/kg) (tablica 6.).

4 WISDOM - Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping

Tablica 6. Teoretski potencijal proizvodnje energije iz drvene biomase u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji

Ukupna drvena zaliha (m <sup>3</sup> )	Ukupni godišnji prirast (m <sup>3</sup> )	Godišnji etat prostornog drva (uključujući četinjače) (m <sup>3</sup> )		Teoretski energetske potencijal godišnjeg etata prostornog drva (uključujući četinjače)			
				Planirana sječa		Ostvarena sječa	
		Planirana sječa	Ostvarena sječa	GWh	TJ	GWh	TJ
27.824.863	783.266	257.102	200.334	588	2.123	477	1.720

Kao što je vidljivo iz tablice 6. energetske potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo), koji je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi 2.123 TJ godišnje. U 2007. godini ostvarena sječa prostornog drva iznosila je 200.334 m<sup>3</sup> (1.720 TJ) što čini oko 78% planiranog 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 energetske potencijal prikazan u prethodnoj tablici predstavlja teoretske potencijal. Tehnički potencijal, odnosno razina praktičnog iskorištavanja ovog potencijala ovisit će o učinkovitosti postrojenja za proizvodnju korisne energije (peći, toplane, elektrane, odnosno kogeneracijskog postrojenja).



### 3.2.3. BIOMASA IZ OTPADA

Potencijal iskorištavanja energije iz otpada izračunat je na osnovu raspoloživih podataka dobivenih iz *Registra otpada* Agencije za zaštitu okoliša. Potencijalni izvori biomase iz prehrambeno-prerađivačke industrije, između ostalog, uključuju i proizvodnju vina i žestokih pića, preradu voća, proizvodnju šećera, klaonice, preradu žita, proizvodnju ulja te ostalu primarnu preradu i prehrambenu industriju. Otpad iz drveno-prerađivačke industrije uključuje otpad od prerade drva i proizvoda od drva i pluta (osim namještaja) te proizvodnje namještaja od slame i pletarskih materijala. Proces izgaranja se najčešće koristi za iskorištavanje ovakve sirovine.

Pri izračunu potencijala iz drvnog otpada uzeta je relativna mokrina materijala od 10%. 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. godini<sup>5</sup>, uz pretpostavku da otpad pogodan za proizvodnju bioplina (kuhinjski otpad i biootpad) čini 42% nesortiranog komunalnog otpada<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> AZO, 2011: Izvješće o komunalnom otpadu za 2010. godinu

<sup>6</sup> AZO, 2010: Okoliš na dlanu - 2009.

Tablica 7. Teoretski energetskeg potencijali dobiveni iz otpada na području Bjelovarsko-bilogorske županije

Vrsta otpada	Raspoloživost otpada (t/god)*	Teoretski energetskeg potencijal (MWh/god)	Teoretski energetskeg potencijal (TJ/god)
Klaonički otpad	1.580	7.900	28,4**
Ostaci iz drvene industrije	3.717	17.469	62,9
Biorazgradiva komponenta komunalnog otpada	14.845	10.021	36,1**

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

Kao što je vidljivo iz tablice 7. najznačajniji teoretski energetskeg potencijal ostvaruju ostaci iz drvene industrije, a potom biorazgradiva komponenta komunalnog otpada i klaonički otpad. Iskorištavanje otpada iz klaonice i biorazgradive komponente komunalnog otpada ne samo da može pridonijeti proizvodnji energije već predstavlja 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 otpada*<sup>7</sup>, od 2016. godine će na odlagališta komunalnog otpada biti zabranjeno odlagati komunalni otpad ako mu 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. Animalni i klaonički otpad kao i životinjska trupla i životinjske prerađevine, također, se ne smije odlagati na odlagališta komunalnog otpada. Ovaj otpad također se može koristiti za proizvodnju energije anaerobnom digestijom, ali nakon sanitarne obrade u skladu s propisima iz oblasti veterinarstva.

<sup>7</sup> NN br. 117/07, 111/11



## 4. GEOTERMALNA ENERGIJA



Republika Hrvatska se može, s obzirom na geotermalni gradijent, podijeliti na tri osnovna područja: panonsko, centralno i područje Dinarida. Bjelovarsko-bilogorska

županija pripada panonskom području koje karakteriziraju visoke vrijednosti gustoće toplinskog toka i visoki geotermalni gradijent.

### 4.1. OPĆE ZNAČAJKE

Bjelovarsko-bilogorska županija pripada području nekadašnjeg Panonskog bazena te je njezino područje prekriveno najvećim dijelom slatkovodnim kvartarnim naslagama (slika 9.)<sup>8</sup>. Naime, čitav prostor Županije, osim središnjih dijelova Moslavačke gore te Papuka i Psunja, polagano se spuštao tijekom duže geološke prošlosti. Glavna spuštanja nekad cjelovitog Panonskog bazena odvijala su se ovdje u vezi s formiranjem Savske potoline na jugu i Dravske potoline na sjeveru. Duž većeg broja rasjednih linija stara podloga, građena pretežito od granita i gnajsa prekambrijske i plaeozojske starosti, spuštana je na različite dubine. Poneki dijelovi nisu spušteni (npr. Moslavačka gora, Papuk, Ravna Gora) pa su zaostali kao pozitivni reljefni elementi, tzv. horstovi. Rubni dijelovi Papuka i Ravne gore mjestimično se odlikuju karbonatnim naslagama mezozojske starosti.

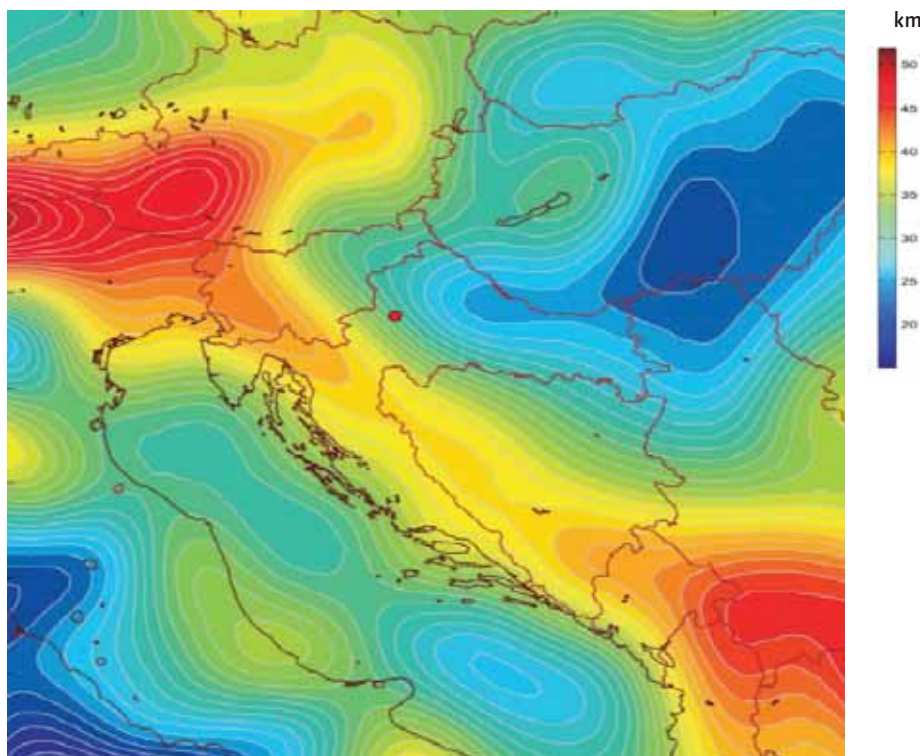
Ostali dijelovi ispunjavali su se tijekom neogena debelim serijama sedimenata Panonskog mora, odnosno kasnije pojedinih jezerskih bazena. Klimatskim promjenama u pleistocenu došlo je do napuhivanja prapora na formirani reljef i snažanja terigenog materijala u stvorene depresije. U Republici Hrvatskoj je geotermalni gradijent pod najvećim utjecajem dubine Mohorovičićevog diskontinuiteta (koji predstavlja granicu između Zemljine kore i plašta), odnosno debljine kontinentalne kore<sup>9</sup>. Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u području hrvatskog dijela Panonskog bazena iznosi između 25 i 30 km (slika 8)<sup>10</sup>. U skladu s time je i veća gustoća toplinskog toka te geotermalni gradijent u odnosu na područje Dinarida, gdje su zbog veće debljine kontinentalne kore i niže vrijednosti gustoće toplinskog toka.

8 Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300 000, Zagreb, Hrvatski geološki institut, 2009.

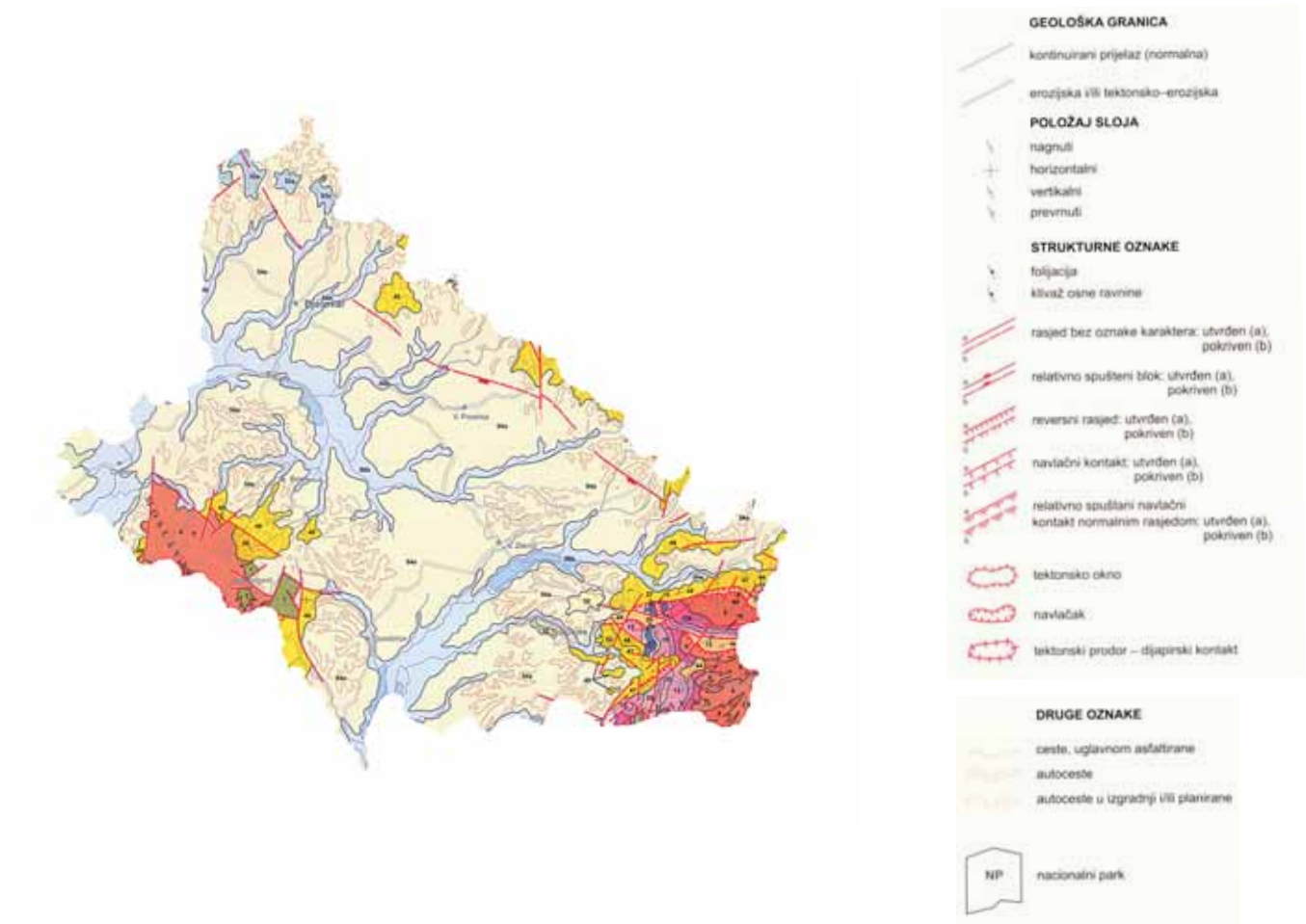
9 Kolbah, S., Škrlec, M., Kulenović, I., Šćuric, S., Golub, M.: Geothermal Water as Energetic and Mineral Source, Annual 2008 of The Croatian Academy of Engineering vol. 1, 1; 139-161, 2009.

10 Grad M., Tiira T., ESC Working Group, The Moho depth map of the European Plate. Geophys. J. Int., 2009., 176, 279–292, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03919.x.

Slika 8. Karta dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u jugoistočnoj Europi



Slika 9. Geološka karta Bjelovarsko-bilogorske županije



TUMAČ OZNAKA:

16 a, b	dprQ <sub>2</sub> aQ <sub>2</sub> bQ <sub>2</sub>	Deluvijno-grudljane (a – dprQ <sub>2</sub> ) i aluvijalne (b – aQ <sub>2</sub> ) naslage (holocen)	26	Pc, E	Karbonatski škriljci i klastiti (paleocen, eocen)	18	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>	Evaporiti karbonatno-klastično-vulkanični kompleks (gornji lednik, karakl)
17 a, b	Q <sub>1</sub> bQ <sub>1</sub>	Iselinske (a – Q <sub>1</sub> ) i baranske (b – bQ <sub>1</sub> ) naslage (holocen)	27	K <sub>1</sub> , Pg	Vulkanske stijene (gornja kreča, paleogen) / a – bazalt, f – lavni, T – granit	17	T <sub>12</sub>	Magnetske stijene (srednji-gornji tijezi) / a – andezit, j – bazalt, zj – lavni i sljapci, juab – apilitični sljapci i andezit bazalt
18	pQ <sub>2</sub>	Estaki pjesak (pQ <sub>2</sub> ) (holocen)	28	K <sub>2</sub>	Karbonatski klastiti (gornja kreča) / "suagil" vapnenici (gornja kreča)	16	T <sub>2</sub>	Klastične i postklastične naslage (srednji tijezi)
19	tsQ <sub>2</sub>	Oreovica (tsQ <sub>2</sub> ) (holocen)	29	K <sub>3</sub>	Hemipaleogena i subalpske naslage (gornja kreča)	15	T <sub>2</sub>	Karbonatske naslage (srednji tijezi)
19 a, b	Q <sub>2</sub> aQ <sub>2</sub> bQ <sub>2</sub>	Kiprene (a – Q <sub>2</sub> ) i baranci (b – bQ <sub>2</sub> ) sa (paleocen)	30	K <sub>3</sub> <sup>+</sup>	Rulirani vapnenici (paleocen-mesozoik)	14	T <sub>2</sub>	Sapke i klastične naslage (srednji tijezi)
20 a, b	aQ <sub>2</sub> bQ <sub>2</sub>	Fluvijalne (a – aQ <sub>2</sub> ) i fluvijolijalne (b – bQ <sub>2</sub> ) naslage (pleistocen)	31	K <sub>3</sub> <sup>+</sup> , K <sub>3</sub> <sup>+</sup>	Dolomiti i postdolomitoidički dijapirski bloči (gornji albi, donji eocen)	13 a, b	P <sub>1</sub>	Evaporiti i klastične naslage (gornji perm) / a – vapnenik, b – klastiti
21	Pt, G	Klastične naslage (paleozoik)	32	K <sub>3</sub>	Vapnenici i dolomiti (gornja kreča)	12	1 P	Magneti (1 perm): kvarciti, granodioriti, keroliti
22	M <sub>1</sub> – M <sub>2</sub>	Miocenske naslage Dinarida	33	J <sub>1</sub>	Obalne stijene (srednji, gornji jur) / a – ultramafiti, b – magmatiti, c – sedimentne stijene	11	P	Graniti (perm)
23	Pt	Paleozojske naslage (škriljci, kvarci)	34	J <sub>2</sub>	Parasetimofne stijene (srednji jur)	10	C, P	Prealpske klastične naslage (škriljci, perm)
24	M, Pt	Pijavci i gline (mesozoik, pliocen)	35	J <sub>2</sub>	Oribonemofne stijene (srednji jur)	9	C, P	Klastične i karbonatske naslage (škriljci, perm)
25	M <sub>2</sub>	Klastiti i ugljeni (perm)	36	J <sub>2</sub> <sup>+</sup> , K <sub>3</sub> <sup>+</sup>	Vapnenici s razgipcima i karbonatima (škriljci, keroliti)	8	D, C, P	Herzinski sedimentaristički kompleks (škriljci, karbon, perm)
26	M <sub>2a</sub>	Vapneničko-klastične naslage (škriljci, perm)	37	J	Pužavci vapnenici (gornji trijask)	7	D, C	Klastične i karbonatske naslage (škriljci, karbon)
27	M <sub>2</sub>	Litvaci i klastične naslage s vulkaniziranim škriljcima	38	J <sub>1</sub> , K <sub>1</sub> <sup>+</sup>	Sigavci i mesozojski dolomiti (škriljci, vapnenici)	6	Pc, Tt	Parasetimofne stijene (paleozoik, Trijask)
28	M <sub>2a</sub>	Magnetske stijene (keroliti, škriljci) / a – andezit, j – bazalt, zj – lavni i sljapci, juab – apilitični sljapci i andezit bazalt	39	J <sub>1</sub> <sup>+</sup>	Progredna gipsanostijevna vapnenici i dolomiti (škriljci, škriljci)	5	Pc, Tt	Oribonemofne stijene (paleozoik, Trijask)
29	M <sub>2b</sub>	Klastiti i karbonatske i klastične (srednji, keroliti)	40	J <sub>1</sub> <sup>+</sup>	Vapnenici s razgipcima / a – pijavci s dolomitima, b – pijavci i sljapci, c – klastične naslage (gornji aluford-donji škriljci)	4	O, S, D	Oreovite stijene (paleozoik, albi, devon)
30	Dr, M	Klastiti i vulkanizirane (gornji, egipturburg)	41	J <sub>1</sub>	Vapnenici i dolomiti (gornji jur)	3	O, S, D	Kompleksni metamorfni stijene (paleozoik, albi, devon)
31	Pg, Ng	Vapneničke brdice (paleozoik, neogen)	42	J <sub>1</sub>	Dobrotovarski vapnenici i dolomiti (srednji jur)	2	O, S, D	Progredna metamorfna serija (paleozoik, albi, devon)
32	E, Or	Proterozojske naslage (proterozoik, oligocen)	43	J <sub>1</sub>	Vapnenici i dolomiti (gornji jur)	1	Pc	Kompleksni metamorfni stijene (paleozoik)
33	E <sub>1</sub>	Fluvijalne naslage (srednji i gornji eocen)	44	T <sub>1</sub> <sup>+</sup>	Dolomiti (gornji perm, albi)			
34	TP <sub>1</sub> , E <sub>1</sub>	Litvacijske naslage, kvarciti i keroliti (gornji perm) / a – keroliti, b – keroliti i sljapci	45	T <sub>2</sub>	Klastične naslage (gornji lednik-donji perm)			

## 4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL

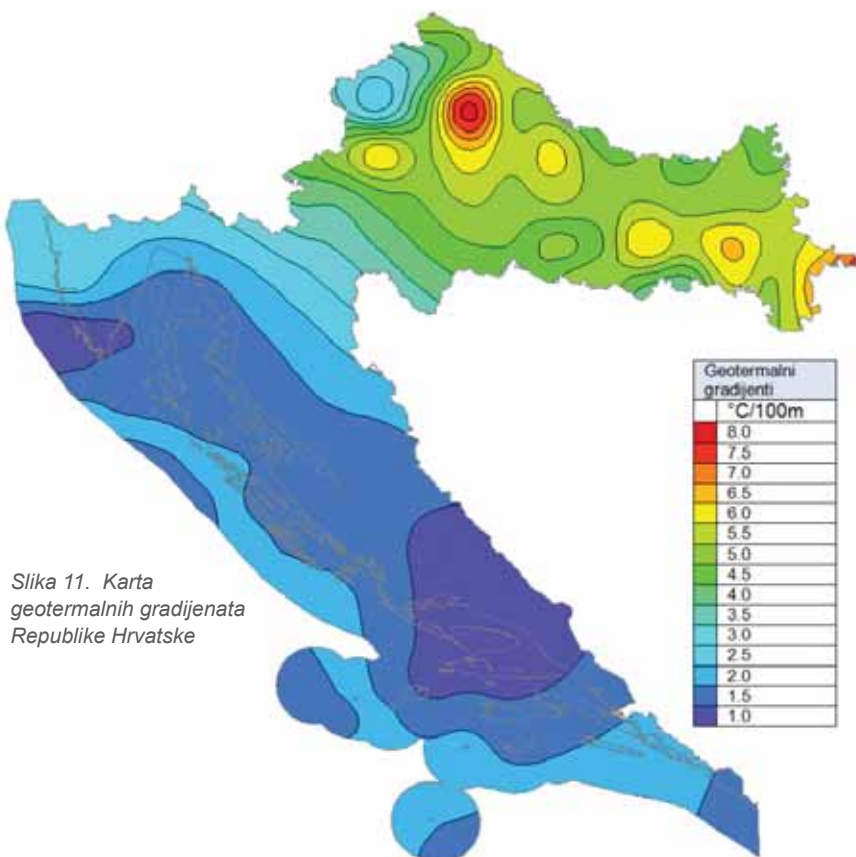
Na prostoru Republike Hrvatske izražena je regionalna pozitivna anomalija Panonskog bazena gdje gustoća toplinskog toka na površini dostiže vrijednosti od  $100 \text{ mW/m}^2$ , kao što je to i u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji (slika 10.)<sup>11</sup>.

Na prostoru Bjelovarsko-bilogorske županije vrijednosti geotermalnih gradijenata kreću se od  $40\text{--}50^\circ\text{C/km}$ , a na lokalnim anomalijama i preko  $60^\circ\text{C/km}$  (slika 11.)<sup>12</sup>.

11 Geothermal Atlas of Europe, E. Hurtig, V. Čermak, R. Haenel and V. Zui (Ur.). Kartographischer Dienst Potsdam, Njemačka, Herman Haack Verlagsgesellschaft mbH, 1992.

12 Modificirano prema Jelić, K., Kevrić, I. i Krasić, O., Temperatura i toplinski tok u tlu Hrvatske, 1. Hrvatski geološki kongres: zbornik radova, Vlahović, Igor, Velić, Ivo, Šparica, Marko (ur.), Zagreb, Institut za geološka istraživanja, 1995, 245-249.

Slika 10. Isječak karte gustoće toplinskog toka ( $\text{mW/m}^2$ )



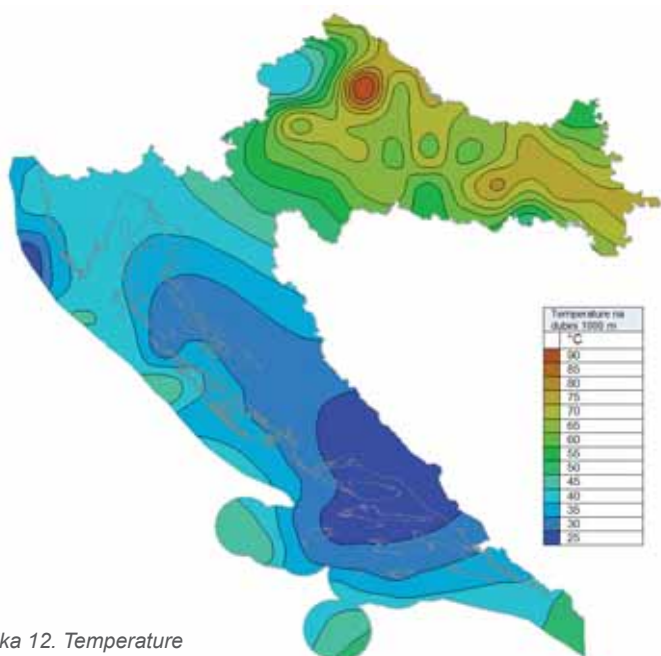
Slika 11. Karta geotermalnih gradijenata Republike Hrvatske

Prema rezultatima računalne interpolacije temperatura, izračunatih prema pretpostavljenoj konstantnoj uspravnoj kondukciji topline i promjenjivoj toplinskoj provodljivosti po dubini, na dubini od 1.000 m mogle bi se dosegnuti temperature do  $60^\circ\text{C}$  (slika 12.)<sup>13</sup>, a na dubinama od 2.000 m i do  $120^\circ\text{C}$  (slika 13.)<sup>14</sup>, uz određena odstupanja na lokacijama gdje se toplina uz kondukciju prenosi i konvekcijom putem cirkulacije fluida.

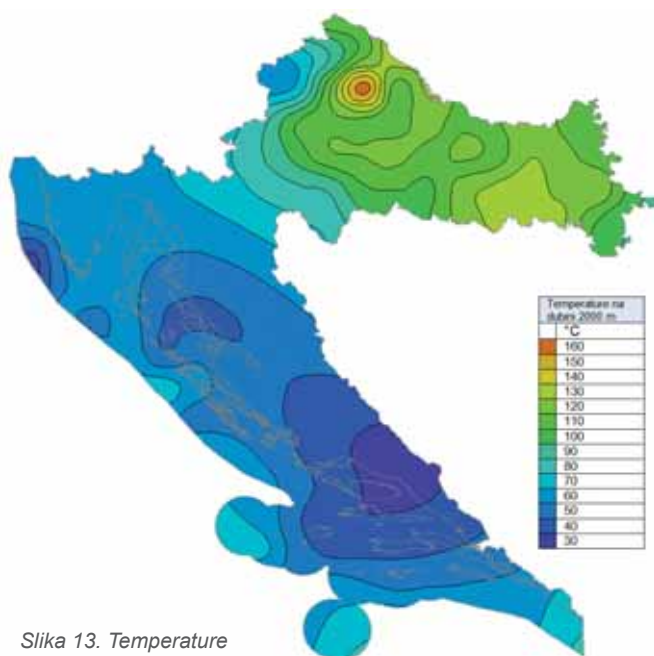
13 Modificirano prema Grupa autora: GEOEN: Program korištenja geotermalne energije-prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Zagreb, Energetski institut Hrvoje Požar, 1998.

14 Modificirano prema Jelić, K., Kevrić, I. i Krasić, O., Temperatura i toplinski tok u tlu Hrvatske, 1. hrvatski geološki kongres: zbornik radova, Vlahović, Igor, Velić, Ivo, Šparica, Marko (ur.), Zagreb, Institut za geološka istraživanja, 1995, 245-249.; Grupa autora: GEOEN: Program korištenja geotermalne energije-prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Zagreb, Energetski institut Hrvoje Požar, 1998.

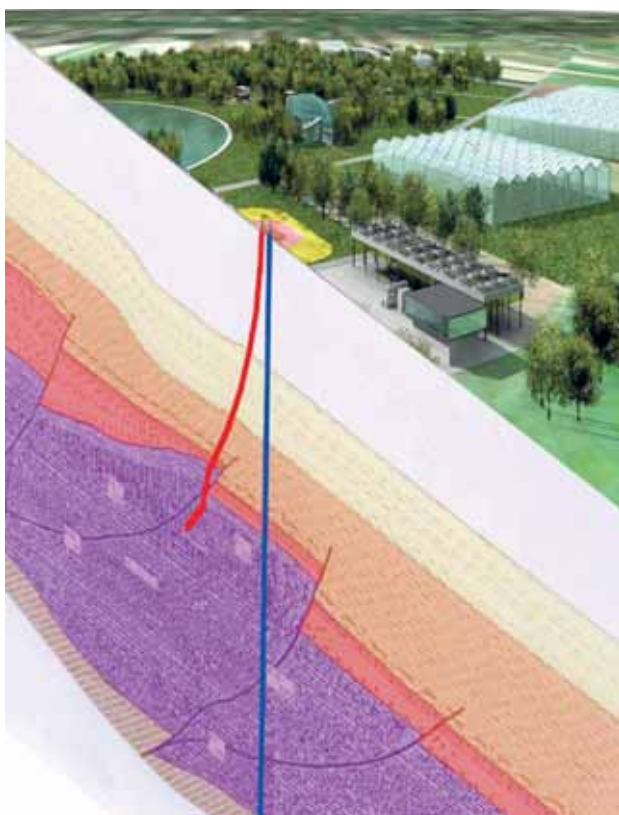




Slika 12. Temperature na dubini od 1.000 m

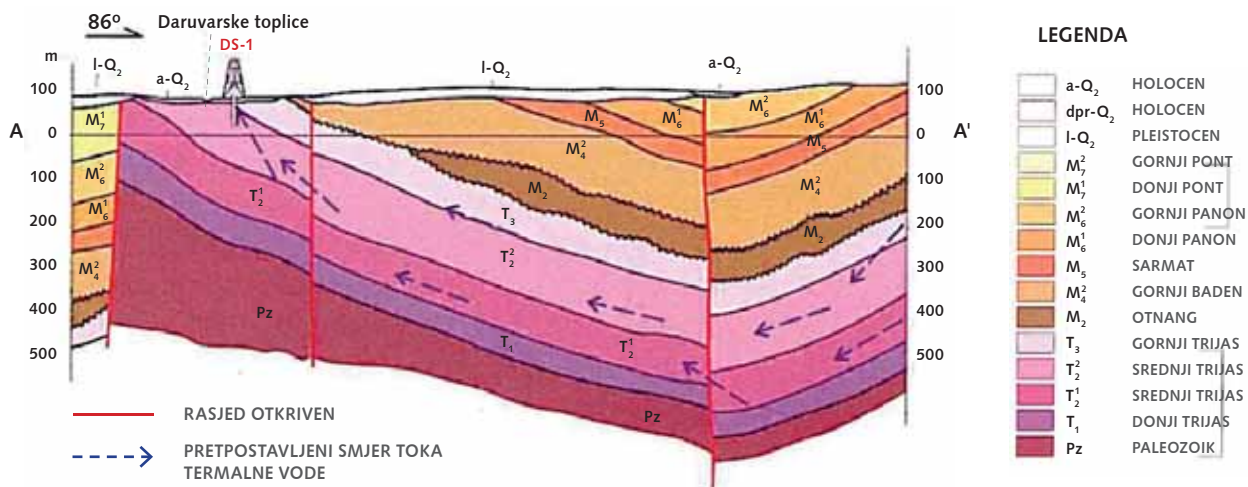


Slika 13. Temperature na dubini od 2.000 m



Slika 14. Prikaz buduće poslovne zone s presjekom geotermalnog ležišta Velika Ciglena

Na rubnom području Grada Bjelovara, u naseljima Ciglana i Patkovac, na dubini od 2.500 m otkrivena je termalna voda visoke temperature od 172°C. Geotermalno ležište **Velika Ciglana** čini debeli kompleks karbonatnih stijena mezozojske starosti. Do sada su izrađene četiri bušotine koje su potvrdile postojanje geotermalnog ležišta: Velika Ciglana-1 (VC-1), 4.790 m; Velika Ciglana-1a (VC-1a), 2.956 m (2.787 vertikalno); Velika Ciglana-2 (VC-2), 2.526 m i Patkovac-1 (Ptk-1), 2.602 m. Elaborat o rezervama je potvrđen 2007. godine, a količina vode u ležištu iznosi oko 167.000.000 m<sup>3</sup>. Voda sadrži veće količine otopljenog plina koji sadrži 99,5% CO<sub>2</sub> te oko 50 ppm H<sub>2</sub>S. Zbog toga je potrebno iskorištenu geotermalnu vodu ponovno utiskivati u ležište.



Slika 15. Geološki profil okolice Daruvarskih Toplica

Optimizacija proizvodnje geotermalnog fluida prikazat će se za proizvodno-utisni par dvije bušotine, i to VC-1a kao proizvodne te VC-1 kao utisne bušotine. Iz ove dvije bušotine moguće je proizvoditi 115 l/s te električnu energiju snage 4,71 MWe primjenom geotermalne elektrane na binarnom principu, što je predmet prve faze realizacije programa iskorištenja geotermalnih voda na ovom lokalitetu. U drugoj fazi planira se izgradnja toplane i 8 ha staklenika za koju će se koristiti 2 preostale bušotine (VC-2 i Ptk-1). Uz bušotinu VC-1 planirana je izgradnja Zone malog i srednjeg poduzetništva Velika Ciglana, a za provedbu programa iskorištenja geotermalne energije na geotermalnom polju Velika Ciglana osnovana je tvrtka Geoen d.o.o. (slika 14.)<sup>15</sup>.

Uz ovaj planirani energetska projekt u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji dobro su poznate i [Daruvarske toplice](#). Više izvora termalne vode postoji u samom mjestu Daruvara, desetak metara od korita rijeke Toplice. Termalna voda temperature 46,6°C izbija iz trijaskih vapnenaca i dolomita koji se nalaze ispod 6-13 m debelog

riječnog nanosa. Ukupna izdašnost svih termalnih vrela iznosi 7,5 l/s, od kojih je najizdašniji izvor Antunovo vrelo s izdašnosti 1,6-3,3 l/s. U ranim 1980-tima izbušene su 4 plitke bušotine ukupne dubine od oko 350 m radi racionalnijeg korištenja termalne vode u toplicama. Na temelju kemijskih analiza može se utvrditi da ona spada u skupinu vadoznih voda te da ima slično podrijetlo kao sve termalne vode u sjevernom dijelu Hrvatske (slika 15.)<sup>16</sup>.

Uz duboke izvore geotermalne energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji postoji mogućnost korištenja geotermalne energije putem dizalica topline koje su pogodne za niskotemperaturne sustave grijanja i/ili hlađenja te zagrijavanja potrošne tople vode. Moguća je njihova primjena za manje i veće objekte. Dizalice topline koriste stalnu temperaturu tla na dubini od oko 2 m ili podzemne vode te ju koriste za potrebno dogrijavanje prostora (zimi), odnosno hlađenje (ljeti) i/ili za pripremu potrošne tople vode. Dizalice topline mogu se postavljati i u plitkim bušotinama sa sondom, najčešće na dubini od 60 do 150 m.

<sup>15</sup> Izvor: Golub, M., Konkurentnost cijene energije pilot postrojenja geotermalnih ležišta u gospodarstvu RH, 2008., rgn.hr/~mgolub/PDF\_slike/tehnologijski\_Golub.ppt

<sup>16</sup> Izvor: Grupa autora: Geotermalne i mineralne vode Republike Hrvatske (Geološka monografija), Šimunić, Antun (ur.), Zagreb, Hrvatski geološki institut, 2008.

## 5. HIDROENERGIJA



### 5.1. OPĆE ZNAČAJKE

U Republici Hrvatskoj se malim hidroelektranama smatraju objekti instalirane snage do 10 MW. Sustavni pristup istraživanju potencijala za male hidroelektrane u našoj zemlji počeo se primjenjivati 80-ih godina prošlog stoljeća, a u to vrijeme malim hidroelektranama smatrali su se objekti instalirane snage do 5 MW (ta definicija vrijedila je sve do prije nekoliko godina). Prva etapa tog istraživanja rezultirala je izradom *Katastra malih vodnih snaga*<sup>17</sup> u kojem je obrađeno 130 vodotoka u Republici Hrvatskoj. Na ovoj razini definirane su dvije velike skupine promatranih vodotoka: u prvoj skupini su, s energetskeg stajališta, interesantniji vodotoci (sa specifičnom snagom većom od 50 kW/km), a u drugoj skupini su vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetskeg korištenja. Za vodotoke iz navedene energetske izdašnije grupe izvršene su detaljnije analize i definirani potezi korištenja što je rezultiralo procjenom neto energetskeg potencijala, dok su za skupinu energetskeg manje izdašnih vodotoka analize završene nakon procjene bruto energetskeg potencijala.

Uvedeni pojam “poteza korištenja” predstavlja geografsku površinu na kojoj su locirani svi infrastrukturni objekti jedne male hidroelektrane odnosno područje koje jednoznačno određuje malu hidroelektranu<sup>18</sup>. Ovaj pojam uveden je zbog toga što mala hidroelektrana nije određena samo strojaricom u kojoj su smješteni agregati, kako se to često pojednostavljeno shvaća, već ona predstavlja sustav od više različitih, međusobno dislociranih, ali ipak povezanih, infrastrukturnih objekata koji čine jednu cjelinu (brana, zahvat, dovodni kanal, tlačni cjevovod, strojarica, odvodni kanal, priključni dalekovod). Osim toga, koncentraciju pada nije moguće uvijek ostvariti na jednom mjestu, već je ona često rezultat prirodnog pada terena na duljoj dionici vodotoka. Tako su se za vodotoke koji su bili predmet detaljnijih analiza određivali potezi korištenja i pripadni potencijal svakog poteza korištenja, na temelju čega se mogla definirati i detaljnija prostorna raspodjela bruto potencijala malih hidroelektrana na cijelom teritoriju Republike Hrvatske. Potrebno je napomenuti da vodotoci bez definiranih poteza korištenja nisu bili obuhvaćeni detaljnijim istraživanjima i analizama, već je bruto energetskeg potencijal definiran samo na razini cijelog vodotoka.

Kasnije etape istraživanja radi određivanja tehnički iskoristivog potencijala, čiji su rezultati sadržani u studijama *Katastar malih hidroelektrana u Hrvatskoj, I. i II. A faza*<sup>19, 20</sup>, obuhvatile su manji broj vodotoka odabranih iz spomenute energetske izdašnije skupine i predstavljaju djelomičan, odnosno do danas nedovršeni posao. Radi se o opsežnijem istraživanju samo jednog dijela potencijala malih vodotoka sa specifičnom snagom većom od 50 kW/km. Krajem 90-ih godina prošlog stoljeća nastavljene su aktivnosti na sustavnom pristupu definiranju potencijala za male hidroelektrane pokretanjem Nacionalnog energetskeg programa izgradnje malih hidroelektrana (Program MAHE), u sklopu kojeg su izvršene novelacije projekata odnosno poteza korištenja razrađenim u *Katastru malih hidroelektrana u Hrvatskoj, I. i II. A faza*, u skladu s novim zahtjevima vezanim uz zaštitu prirode i okoliša te uzimajući u obzir novo zatečeno stanje na terenu u neposrednoj blizini poteza korištenja. To je imalo za posljedicu i određene izmjene projektnih rješenja na nekim potezima korištenja, a u nekim slučajevima i potpuno odustajanje od nekih projekata (zbog negativnih mišljenja stručnjaka za zaštitu prirode i okoliša, kao i zbog zauzetosti prostora za neke druge namjene).

Osim ovoga, može se pretpostaviti da određeni potencijal malih hidroelektrana postoji i u vodoprivrednim sustavima, s obzirom na mogućnosti instalacije agregata u zatvorene vodovodne i druge cjevovodne sustave u nadležnosti vodoprivrede gdje postoji određeni pad. U Republici Hrvatskoj se dosad nisu vršila sustavna istraživanja ovog potencijala, ali iskustva drugih zemalja pokazuju da taj potencijal nije zanemariv. Na primjer, samo na 22 lokacije u sustavima pitke vode u Češkoj i Slovačkoj ukupna instalirana snaga malih hidroagregata iznosila je prije nekoliko godina preko 3,3 MW<sup>21</sup>.

17 Katastar malih vodnih snaga u Hrvatskoj, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1985.

18 Bašić, H.: Novi pristup planiranju izgradnje malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj, Doktorska disertacija, Zagreb, 2003.

19 Katastar malih hidroelektrana Hrvatskoj-I. Faza, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1989.

20 Katastar malih hidroelektrana u Hrvatskoj-II. A faza, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1993.

21 ESHA Promotion Bulletin, <http://www.esh.a.be>, 2011.



## 5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE

Uvažavajući prethodno navedeno, na području Bjelovarsko-bilogorske županije detektiran je određeni energetska potencijal unutar skupine energetska izdašnjih vodotoka, što je prikazano u tablici 8. Kako se radi o skupini vodotoka nad kojima su provedene detaljnije analize, prezentirani numerički podaci odnose se na neto energetska potencijal. Ovdje je potrebno naglasiti da se dio vodotoka Bijela nalazi i u susjednoj Požeško-slavonskoj županiji, a s obzirom na nedostupnost

odgovarajućih podloga temeljem kojih bi se moglo razgraničiti potencijal između Bjelovarsko-bilogorske i Požeško-slavonske županije za spomenuti vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Bjelovarsko-bilogorske županije. Iz tog razloga je podatke o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za vodotok Bijela potrebno uzeti s rezervom.

Tablica 8. Neto energetska potencijal za vodotoke s definiranim potezima korištenja na području Bjelovarsko-bilogorske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Ukupni broj poteza korištenja na vodotoku	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Bijela	19	1.522	5,55	*Dijelom u Požeško-slavonskoj županiji
	<b>UKUPNO</b>	<b>19</b>	<b>1.522</b>	<b>5,55</b>	*Dijelom u Požeško-slavonskoj županiji

Što se tiče druge spomenute skupine vodotoka (vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetska korištenja) na području Bjelovarsko-bilogorske županije detektiran je energetska potencijal kakav je prikazan u tablici 9. Ovdje je potrebno naglasiti da se neki vodotoci dijelom nalaze i u drugim županijama, a s obzirom

na nedostupnost odgovarajućih podloga temeljem kojih bi se moglo razgraničiti potencijal između Bjelovarsko-bilogorske i tih županija za određeni vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Bjelovarsko-bilogorske županije.

Tablica 9. Bruto energetska potencijal za vodotoke bez definiranih poteza korištenja na području Bjelovarsko-bilogorske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Komarnica	195	1,71	*Dijelom u Koprivničko-križevačkoj županiji
2.	Dobrovita Bjelovarska	47	0,41	
3.	Barna	43	0,38	
4.	Bjelovarska Rijeka	189	1,66	
5.	Glogovnica	387	3,39	*Dijelom u Koprivničko-križevačkoj i Zagrebačkoj županiji
6.	Grđevica	164	1,44	
7.	Konačica	49	0,43	
8.	Mlinska	65	0,57	
9.	Plavnica	167	1,46	
10.	Račačka	81	0,71	
11.	Severinski Potok	115	1,01	
12.	Sredska	108	0,95	
13.	Velika Rijeka	316	2,77	*Dijelom u Koprivničko-križevačkoj i Zagrebačkoj županiji
14.	Bršljanica	57	0,5	
15.	Dišnica	78	0,68	
16.	Garešnica	252	2,21	
17.	Rijeka	371	3,25	
18.	Toplica	277	2,43	
	<b>UKUPNO</b>	<b>3.302</b>	<b>28,95</b>	*Dijelom u drugim županijama

Iz tog razloga je podatke o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za takve vodotoke, kao i o ukupnoj instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji potrebno uzeti s rezervom.

Dosadašnja analiza odnosila se na raspon instalirane snage od 50 kW/km do 5 MW, što je rezultat sustavnog pristupa planiranju razvoja malih hidroelektrana na nacionalnoj razini. Potrebno je napomenuti da se u razvojnim planovima (koji se temelje na prethodnim istraživanjima HEP-a i rezultat su drugačijeg pojedinačnog projektantskog pristupa<sup>22</sup>) mogu pronaći podaci

o potencijalnim projektima u Republici Hrvatskoj u rasponu snage između 5 i 10 MW, međutim, takvi projekti nisu prepoznati na području Bjelovarsko-bilogorske županije.

Važno je naglasiti da svi navedeni potencijalni projekti malih hidroelektrana predstavljaju tehničku razinu potencijala odnosno prikazuju tehničke mogućnosti korištenja vodotoka na određenom području, a ne i ekološku razinu prihvatljivog potencijala koji se jednoznačno utvrđuje u postupku procjene utjecaja na okoliš.

<sup>22</sup> Sektorska obrada i podloge za Vodnogospodarsku osnovu Hrvatske, Hidroenergetski bruto potencijal Hrvatske, Metodologija, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 2000.

## ZAKLJUČAK

U ovoj publikaciji su prikazani rezultati provedenih analiza potencijala za pet oblika obnovljivih izvora energije - energije vjetra, Sunca, biomase, geotermalnih izvora te vodotoka. Pri tome treba naglasiti da prikazani rezultati analize za pojedini energetska izvor predstavljaju teoretski i tehnički energetska potencijal. Mogućnost i razina iskorištavanja postojećih potencijala za proizvodnju energije ovisit će o prostornim mogućnostima i prostorno-planskim uvjetima za smještaj energetskih postrojenja kao i financijskoj isplativosti pojedinog projekta.

Prostorno-planski uvjeti za smještaj energetskih postrojenja na području Županije ovise o geografskim i ekološkim karakteristikama te postojećoj namjeni potencijalnih lokacija i okolnog prostora. S druge strane, financijska isplativost pojedinog projekta u direktnoj je ovisnosti o energetska izvoru, odabranoj tehnologiji za proizvodnju energije te propisanim prostorno-planskim uvjetima.

U skladu s postojećim prirodnim potencijalom na području Bjelovarsko-bilogorske županije ističe se energetska potencijal biomase. U cilju ostvarenja projekata bioenergana/toplana preporuča se provesti detaljnu analizu tržišta raspoložive biomase iz šumarstva, poljoprivrede i industrije te razmotriti postojeće planove sudionika na tržištu, kako bi se utvrdio ostvarivi energetska potencijal i identificirali potencijalni projekti. Pri tome bi posebnu pažnju trebalo posvetiti vlasnicima privatnih šuma te ukoliko je potrebno, definirati i provesti mjere kojima bi se potaknulo njihovo uključivanje u lanac proizvodnje energije iz biomase, tj. mobilizirali prirodni drveni resursi. S obzirom na karakteristike poljoprivrednih gospodarstava - stočarske i ratarske proizvodnje - organizacijskim mjerama i preporukama trebalo bi potaknuti poljoprivrednike na udruživanje radi izgradnje centraliziranih bioplinskih postrojenja, koja bi ujedno osigurala i adekvatno zbrinjavanje biorazgradivog otpada iz poljoprivrede. Na temelju detaljnih prostornih analiza, a s obzirom na postojeću infrastrukturu i energetske potrebe na lokalnoj razini, preporuča se uvrštavanje energetskih postrojenja na biomasu u prostorno-plansku dokumentaciju na županijskoj i lokalnoj razini.

Zahvaljujući svome smještaju u području južnog dijela Panonskog bazena u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji je ustanovljen značajan potencijal geotermalne energije koji je uvjetovan geološkim karakteristikama ovog područja. Temperature geotermalnih voda iz prirodnih izvora odnosno bušotina ukazuju na mogućnost njihova korištenja u proizvodnji električne i toplinske energije, ali samo u slučajevima povoljnih hidrodinamičkih karakteristika geotermalnih ležišta. S obzirom na visoke razine investicija potrebnih za iskorištavanje geotermalne energije potrebno je provesti opsežna ciljana geološka istraživanja te ih integrirati s gospodarskim projektima u blizini geotermalnih izvora/bušotina zbog nemogućnosti prenošenja geotermalne energije na veće udaljenosti od izvora.

Dosad provedena istraživanja ukazuju na vrlo malen potencijal za izgradnju malih hidroelektrana u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. Međutim, imajući u vidu zastarjelost postojećih predprojektnih podloga i izostanak primjene suvremenih standarda u zaštiti prirodne i kulturne baštine prilikom njihove izrade, potrebno je provesti novelaciju spomenutih istraživanja radi definiranja realno iskoristivog potencijala

Uz definiranje prostora namijenjenog isključivo sustavima OIE izvan građevinskog zemljišta, prostorno-planski dokumenti na županijskoj i na lokalnoj razini trebali bi dati upute (uvjete) o načinu integracije malih fotonaponskih i sunčanih toplinskih sustava u građevinskim zonama te o iskorištavanju OIE u zgradarstvu.

## VIŠE INFORMACIJA NA [WWW.REPAM.NET](http://WWW.REPAM.NET)



**REPAM (Renewable Energy Policies Advocacy and Monitoring)**, tj. „Javno zagovaranje i praćenje politika vezanih za obnovljive izvore energije“ je dvogodišnji projekt koji je započeo 1. ožujka 2011. uz financijsku potporu Europske unije kroz program IPA 2008.

Nositelj projekta je Energetski institut Hrvoje Požar iz Zagreba, a partneri na projektu su udruge Društvo za oblikovanje održivog razvoja iz Zagreba i Focus - društvo za sonaraven razvoj iz Ljubljane, Slovenija.

NOSITELJ



PARTNERI



### KONTAKT OSOBA

**Dražen Jakšić**

Energetski institut Hrvoje Požar

Savska cesta 163, Zagreb

E-mail: [djaksic@eihp.hr](mailto:djaksic@eihp.hr)

Tel: +385 1 6326 148

Web: [www.eihp.hr](http://www.eihp.hr)

## VIŠE INFORMACIJA O EUROPSKOJ UNIJI



**Informacijski centar Europske unije**

Trg žrtava fašizma 6, Zagreb

Radno vrijeme: pon – pet od 10.00 do 17.30 sati

Tel: +385 1 4500 110

E-mail: [info@euic.hr](mailto:info@euic.hr)

Facebook: [www.facebook.com/euinfocentar](http://www.facebook.com/euinfocentar)

Web: [www.delhrv.ec.europa.eu](http://www.delhrv.ec.europa.eu)