

# Obnovljivi izvori energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji

---

Kiš, Dorotea

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:711987>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Obnovljivi izvori energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji  
Renewable energy sources in Bjelovarsko-Bilogorska County

Dorotea Kiš

Preddiplomski sveučilišni studij Znanosti o okolišu  
Undergraduate study in Environmental science

Mentorica: Blanka Cvetko Tešović

Zagreb, 2019.

## Sadržaj

SUMMARY .....	1
POPIS KRATICA.....	2
1. UVOD .....	3
2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE.....	4
2.1. Povijest i razvoj istraživanja obnovljivih izvora energije .....	4
2.2. Vjetar.....	5
2.3. Sunce .....	5
2.4. Voda .....	5
2.5. Biomasa.....	6
2.6. Geotermalna energija .....	6
2.7. Energija valova.....	7
3. BJELOVARSKO-BILOGORSKA ŽUPANIJA.....	8
3.1. Biomasa.....	8
3.3. Geotermalna elektrana Velika Ciglana .....	10
3.4. Utjecaj geotermalne elektrane na okoliš .....	12
3.5. Sunčeva energija .....	14
4. ZAKLJUČAK.....	16
LITERATURA .....	17

## SAŽETAK

Suvremene katastrofe zajedno s klimatskim promjenama navele su ljude na promišljanje i potragu za obnovljivim izvorima energije. Izvorima koji su čisti, lako dostupni i ekološki prihvatljivi. Cilj globalne politike, ali i hrvatske politike, je smanjiti emisiju stakleničkih plinova i uštediti energiju te ujedno i novac. Proizvodnja energije jedan je od najvećih problema današnjice. Cilj ovog rada je opisati obnovljive izvore energije, njihovu ulogu u suvremenoj industriji te njihov utjecaj na okoliš. Naglasak rada stavljen je na obnovljive izvore energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, posebno na njihovu zastupljenost i koliki je njihov potencijal.

## SUMMARY

Contemporary disasters, along with climate change, have led people to think and search for renewable energy sources. Sources that are clean, easily accessible and environmentally friendly. The goal of both global and Croatian politics is to reduce greenhouse gas emissions and spare energy, as well as money. Today, energy production is one of the biggest problems. Purpose of this bachelor thesis is to describe renewable energy sources, their role in industry and their environmental impact. Emphasis is placed on renewable energy sources in Bjelovarsko-Bilogorska County. I will describe how much are renewable energy sources represented in Bjelovarsko-Bilogorska County and their potential.

## POPIS KRATICA

*Bq/l* – bekeler po litri

*CO<sub>2</sub>* – ugljikov dioksid

*dr.* – drugo (ostalo)

*E* – energija

*g/l* – gram po litri

*H<sub>2</sub>S* - sumporovodik

*kW* - kilovat

*mil.* - milijun

*MW* – megavat

*MW<sub>e</sub>* – električni megavat

*OIE* – obnovljivi izvori energije

*OPG* – obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo

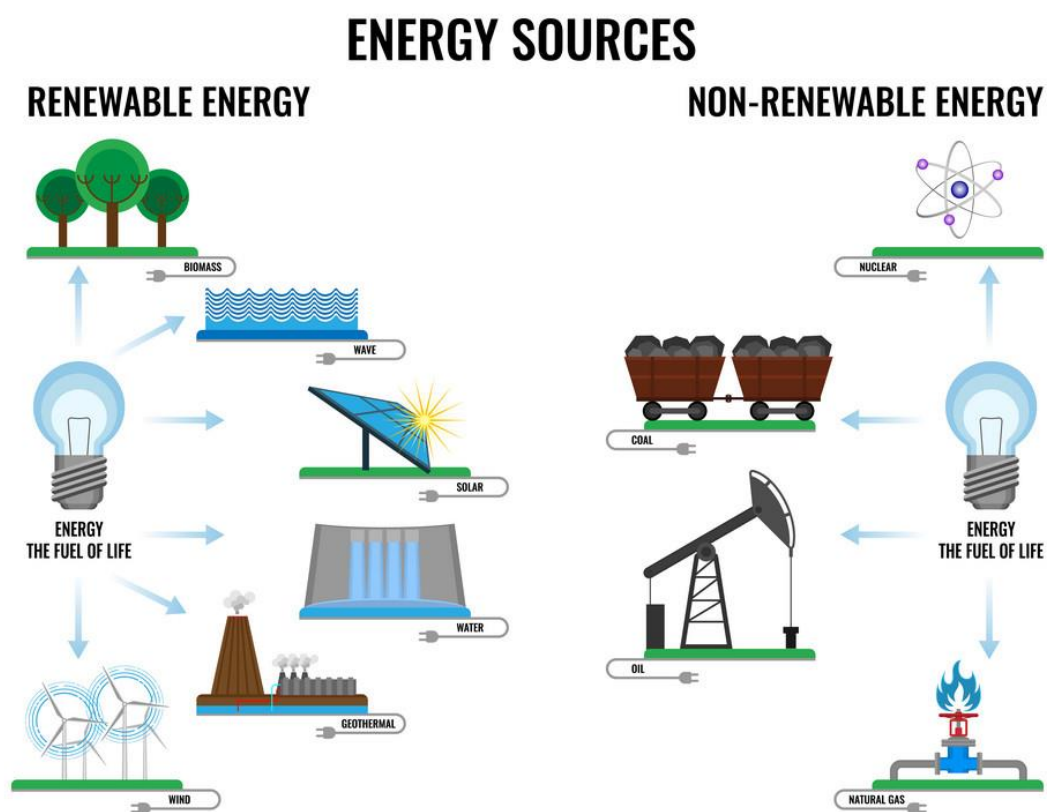
*PG* – poljoprivredno gospodarstvo

*ppm* – *parts per milion* (dijelova na milijun/milijuntinka)

*WCED* – *World Commission on Environment and Development*

# 1. UVOD

Cilj ovog seminarskog rada je prikazati obnovljive izvore energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. Problematika obnovljivih izvora energije prisutna je sve više u današnjem društvu te se sve više provode istraživanja o mogućnostima iskorištavanja određenog područja i njegovih karakteristika. Na pisanje ovoga rada potaknula me je činjenica da se otvorila geotermalna elektrana nedaleko Bjelovara kao i pojava solarnih ploča na području Bjelovarsko-bilogorske županije. Na iskorištavanju biomase intenzivno se radi unatrag nekoliko godina što je rezultiralo otvaranjem postrojenja na drvenu biomasu. U ovom radu će se pokušati odgovoriti na pitanje jesu li obnovljivi izvori energije zaista toliko učinkoviti i manje štetni od fosilnih goriva.



Slika 1. Prikaz obnovljivih i neobnovljivih izvora energije [14]

## 2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

### 2.1. Povijest i razvoj istraživanja obnovljivih izvora energije

Izvori energije do 19. stoljeća su u potpunosti bili obnovljivi. Tek otkrićem velikih prednosti ugljena i njegovom širokom upotrebom počinje nepovratno iskorištavanje prirodnih resursa. Najpoznatiji način korištenja obnovljivog izvora energije je biomasa pomoću koje su ljudi palili vatru te korištenje vjetra u plovidbi. Gejziri i termalne vode su od davnina korištene u medicinske svrhe. Glavni izvori energije za obavljanje rada bili su ljudski napor, životinje korištene za rad, vjetar, voda, vatra te biomasa.

Posljednja 3 desetljeća došlo je do naglih klimatskih promjena na cijelom planetu. Zadnje desetljeće 20. stoljeća bilo je najtoplije u proteklih 100 godina o čemu nam govore klimatološki podatci. Prosječna temperatura na zemlji porasla je za 0,6 C°. Čovjek je jako utjecao i ubrzao prirodni proces promjene klime te često govorimo o globalnom zatopljenju kao glavnom problemu današnjice. Globalno zagrijavanje ubrzala su fosilna goriva te plinovi koji nastaju izgaranjem istih (Martinović i sur. 2012). Uz globalno zatopljenje podiže se svijest o zagađenju okoliša plastikom, bukom, raznim nesortiranim otpadom te kemikalijama. Alternativni izvori energije jedno su od glavnih rješenja problema globalnog zagrijavanja u budućnosti. Kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj, intenzivno se radi na iskorištavanju energije vjetra, vode, sunčeve energije, biomase te atomske energije. Korištenje obnovljivih izvora energije temelji se na konceptu održivog razvoja. Održivi razvoj je onaj razvoji koji zadovoljava potrebe sadašnjeg stanovništva bez da ugrozi zadovoljavanje potreba budućih generacija (WCED). Takva održivost odnosi se na sposobnost bilo kojeg sustava da funkcionira neprekidno bez da degradira zbog iscrpljivanja osnovnih resursa. Osnovni resursi su zrak, voda, hrana, energija, površina te minerali i rude. Trenutna energetska strategija Hrvatske je poticanje proizvodnje električne energije i topline iz obnovljivih izvora energije. Do 2020. godine Hrvatska teži izgraditi oko 4400 MW novih elektrana. Nove elektrane će zamijeniti postojeće. Novih 4400 MW obuhvaća izgradnju velikih i malih hidroelektrana, termoelektrana na plin i ugljen, kogeneracijskih elektrana, vjetroelektrana i elektrana na biomasu (Lovrić i sur. 2013). Hrvatski sabor je 27. travnja 2007. ratificirao Kyoto protokol i time se Hrvatska obavezala smanjiti emisiju stakleničkih plinova. Istraživanje i prepoznavanje geoloških potencijala Hrvatske ključno je u konceptu održivog razvoja. Jedno takvo mjesto je na području Bjelovarsko-bilogorske županije, točnije 20 km od središta BBŽ – Bjelovara. U Velikoj Cigleni, mjestu sa samo 340 stanovnika, nedavno je izgrađena geotermalna elektrana te će uvelike biti iskorišten njen geološki potencijal.

## 2.2. Vjetar

Vjetar je izvor relativno male energije, ali lako dostupan i čist. Energiju vjetra pretvaramo u električnu energiju pomoću vjetroelektrana. Gradnja vjetroelektrana moguća je na prostorima sa stalnim ili ujednačenim vjetrom. Provođenjem raznih istraživanja utvrđuju se lokacije koje zadovoljavaju uvjete gradnje vjetroelektrane. Neki od uvjeta su raspoloživost prostora, lagan pristup lokaciji, ujednačen vjetar te udaljenost od naselja. Najveći udio energije vjetra u ukupnoj potrošnji električne energije ima Danska s 26 % (Lovrić i sur. 2013). Najviše se koriste male i srednje vjetroelektrane snage do 1 MW. Uključenje vjetroelektrana u elektroenergetski sustav je ograničen, jer tada treba isključiti iz pogona druge izvore energije, što je razlog postojanja limita gradnje vjetroelektrana u Hrvatskoj na približno 300 MW (Čupin 2012). Najveće mane vjetra su njegova nepredvidivost, velike oscilacije koje onemogućuju planiranje rada elektrane, nedovoljna snaga na određenim područjima Hrvatske, buka, narušen izgled krajolika, elektromagnetske smetnje i utjecaj na ptice.

## 2.3. Sunce

Solarna ili sunčeva energija je energija Sunca koja je neiscrpan izvor toplinske i električne energije. Osnovni princip iskorištavanja sunčeve energije su solarni kolektori te sustavi za pretvaranje sunčeve energije u električnu uz pomoć fotonaponskih sustava (Tab. 1.). Solarne elektrane proizvode električnu energiju, a solarni kolektori toplinsku energiju. Hrvatska je pri dnu ljestvice članica Europske Unije po proizvedenoj električnoj energiji pomoću fotonaponskih elektrana dok je korištenje u svrhu proizvodnje toplinske energije nešto više zastupljeno. Posljednje desetljeće donosi ekspanziju i povećanje popularnosti solarnih ploča u čemu Hrvatska ima veliki potencijal. Osunčanost Hrvatske je dvostruko veća nego u sjevernim dijelovima Europe, ali koristi manje od 1% ukupnog potencijala. Najveća mana solarnih elektrana i kolektora je što zahtijevaju veliku površinu. Zbog toga se često grade van naselja na tlu koje nije plodno (Čupin 2012). U proizvodnji fotonaponske tehnologije koriste se toksični metali (kadmij), a proces dobivanja silicija je energetski zahtjevan (Lovrić i sur. 2013). U večernjim satima solarne ploče više ne rade i ne sudjeluju u opskrbi energijom te su potrebni drugi izvori. Ovi nedostaci nisu nerješivi te su u manjini u odnosu na prednosti.

## 2.4. Voda

Energije vode (hidroenergija) je najznačajniji izvor energije. Hidroelektrane iskorištavaju energiju vode te ju pretvaraju u električnu energiju. Ključna prednost ovog obnovljivog izvora je izostanak emisije stakleničkih plinova te brzo uključivanje u elektroenergetski sustav. Većina današnjih elektrana radi oko 100 godina uz redovita



održavanja. Akumulacijske hidroelektrane sudjeluju u regulaciji toka rijeke, navodnjavanju i obrani od poplava što hidroelektrane čini još korisnijima, Hrvatski potencijal u hidroenergetici je ogroman, iako su česte rijeke u kršu. Još je upitno je li ekonomski isplativo graditi hidroelektrane na takvim područjima jer moraju biti multifunkcionalne da bi bila isplative. Približno 30% električne energije u Hrvatskoj dobivamo iz 17 veliki hidroelektrana (više od 10 MW) i 20 malih hidroelektrana (do 10 MW). Mana istih je što često mijenjaju režim otjecanja rijeke te akumulaciju sedimenata što ima za posljedicu uništavanje staništa mnogih organizama te krajolika. Veliki su investicijski troškovi, a postoji i opasnost od valnog udara vode u slučaju rušenja brane.

## 2.5. Biomasa

Biomasa je najsloženiji oblik obnovljivih izvora energije. Ona predstavlja organski materijal (životinjski ili biljni) koji je podložan pretvorbi u gorivo ili direktno u toplinu. Biljnu biomasu dodatno dijelimo na poljoprivrednu i šumsku. Bitan izvor biomase je otpad poput kućnog organskog otpada, mulja iz kolektora otpadnih voda i biomasa parkova i vrtova. Ona je dio zatvorenog kruga kruženja ugljika u prirodi. Ugljik iz atmosfere se pohranjuje u biljkama, a prilikom spaljivanja on se ponovno oslobađa. Sve dok se poštuje princip održivog razvoja (npr. koliko se drveća posiječe, toliko se posadi) ovakav oblik energije nema utjecaja na okoliš. Ukoliko se ovakva ravnoteža poremeti, energija biomase doprinosi globalnom zagrijavanju. Od biomase dobivamo gorivo za transport – bioplin, pelete koji se koriste kao gorivo za grijanje ili za pogon bioelektrana-toplana (BE-TO). BE-TO predstavljaju visokoučinkovite kogeneracijske elektrane na obnovljivi energent. Obzirom na emisiju CO<sub>2</sub> smatra se neutralnim izvorom jer količina emitiranog CO<sub>2</sub> kompenzira s apsorbiranom količinom CO<sub>2</sub> tijekom uzgoja biomase djelovanjem fotosinteze. Mana je skupo korištenje, održivost te mala energetska vrijednost. Tehnologija korištenja biomase još uvijek je u fazi razvoja. Najveća nelogičnost Hrvatske ogleda se u činjenici da se 20 % drva za ogrjev izvozi u zemlje EU, a gradi se plinska mreža na područjima koja se mogu grijati na ogrjev (Lika, Gorski kotar) (Lovrić i sur. 2013). Ulaskom u EU Hrvatska se obvezala podići postotak korištenja biomase koji do 2020. godine mora iznositi 20 % (količina energije dobivene biomasom u ukupnoj količini energije).

## 2.6. Geotermalna energija

Geotermalna energija je toplinska energija koja se stvara u Zemljinoj kori polaganim raspadanjem radioaktivnih elemenata, kemijskim reakcijama ili kretanjem litosfernih ploča. Island je vodeća država u postotku korištenja geotermalne energije. Potencijal geotermalne

energije je ogroman, a količina ovakve energije je 50 000 puta veća od ukupne energije koju dobijemo fosilnim gorivima. Geotermalne izvore nalazimo na raznim dubinama Zemlje gdje im je zaliha velika. Geotermalne elektrane grade se direktno na izvoru, zauzimaju relativno mali prostor i lako opskrbljuju okolna područja toplinskom ili električnom energijom. One ne ovise o meteorološkim utjecajima poput vjetroelektrana ili solarnih elektrana te se energija proizvodi 24 sata dnevno. Najčešća pojava geotermalnih izvora je u obliku vulkana i gejzira. Nedostatak je što nema puno geotermalnih izvora i lokacija koje odgovaraju ovakvom iskorištavanju energije. Karakteristike stijena potrebnih za korištenje geotermalne energije su specifične i nalaze se samo na pojedinim lokacijama. Dolazi do prodora raznih spojeva na površinu koje je potrebno dobro kontrolirati te je ograničeno korištenje energije na području u blizini izvora energije.

## 2.7. Energija valova

Energija valova je obnovljivi izvor energije koji nastaje (najvećim dijelom) djelovanjem vjetra na površinu vode. Sve dok se valovi gibaju sporijom brzinom od vjetra nad valovima, postoji izmjena energije između valova i vjetra. Elektrane na valove koriste energiju valova za proizvodnju električne energije pri čemu nema potrebe za branom te nema negativnog utjecaja na okoliš. Problem ovog obnovljivog izvora energije je nemogućnost njezina korištenja na razini cijelog svijeta jer neka područja nemaju dovoljnu količinu vjetra, kao niti pristup obali.

**Tablica 1.** Karakteristike obnovljivih izvora energije [1]

Vrsta OIE	Postrojenje	Energija	Raspoloživost E
Vjetar	Vjetroelektrana	Električna	Dok ima vjetra
Voda	Hidroelektrana	Električna	Mogućnost akumulacije
Sunce	Solarna elektrana Solarni kolektori	Električna Toplinska	Proizvodnja samo danju
Biomasa	BE-TO i kotlovnice	Električna i toplinska	Predvidiva
Geotermalni izvori	Kogeneracija i grijanje	Električna i toplinska	Predvidiva
Valovi	Elektrana na valove	Električna	Predvidiva

### 3. BJELOVARSKO-BILOGORSKA ŽUPANIJA

#### 3.1. Biomasa

Bjelovarsko-bilogorska županija prostire se na 2640 km<sup>2</sup> od čega 1000 km<sup>2</sup> otpada na šume. Uprava šuma – Podružnica Bjelovar raspolaže s 2,73 m<sup>3</sup>/ha prostornog drva i drvnog ostatka što ju čini vodećom županijom. Od toga na drvenu biomasu otpada 0,63 m<sup>3</sup>/ha (Čupin 2012). U drvenu biomasu spadaju ostaci i otpad nastao pri piljenju, otpad drvno-prerađivačkih tvrtki, panjevi, granje te lišće iz gradskih parkova. Ovakvi šumski ostaci prolaze kroz proces usitnjavanja te se koriste kao gorivo. Potencijali za korištenje biomase su izrazito veliki, a drvena biomasa najčešće se koristi za proizvodnju drvnih peleta i briketa koji služe kao gorivo za grijanje kućanstava. Nove tehnologije omogućavaju grijanje na centralno pomoću biomase, a velika kalorijska vrijednost (Tab. 2.) čini drvenu biomasu ekonomski isplativom. Primjer grada koji je iskoristio drvene ostatke i omogućio proizvodnju toplinske energije je grad Čazma. Tijekom 2018. godine u pogon je pušten toplovod „DI Čazma“ koji pomoću drvene mase grije obližnje škole. Količina poljoprivredne i životinjske biomase drastično se povećava edukacijom OPG-ova i PG-ova. Veća poljoprivredna gospodarstva, zajedno sa županijom, ulažu u gradnju kogeneracijskog postrojenja, a sredstva za ovakve projekte županija povlači iz EU fondova. Takva kogeneracijska postrojenja se nalaze na području sela Kovačevac u općini Rovišće i selu Bojana nedaleko grada Čazme. To su manja postrojenja koja koriste sječke, stabljike, koštice, životinjski izmet (najčešće od goveda i svinja) te zeleni otpad za dobivanje toplinske i električne energije.



**Slika 2.** Satelitska snimka postrojenja u Bojani (Čazma) [13]



**Slika 3.** Kogeneracijsko postrojenje u Bojani (Čazma)

Kogeneracijska elektrana „Bio energana Bjelovar“ otvorena je u prvoj polovici 2019. godine. Vrijednost investicije se kreće oko 57 mil. kuna, a Bio energana je u vlasništvu obitelji Sabljo. Instalirana električna snaga postrojenja iznosi 1 MW, a toplinska snaga 4,4 MW. Kao pogonsko gorivo koriste šumsku biomasu. Bio energana sudjeluje u distribuciji energije u cijelom gradu. U lipnju ove godine puštena je u pogon kogeneracijska elektrana u Grubišnom Polju koja će, kao i Bio energana, koristiti šumsku biomasu. Proizvedena električna energija iznositi će 5,6 MW te biti distribuirana u energetska sustav grada, a toplinsku energiju od 6,5 MW će iskoristiti za sušenje drva. Sušenje drva će pomoći manjim pilanama koje nemaju vlastite sušare. Koristi bi trebali imati poljoprivrednici koji će energijom iz elektrane moći grijati plastenike.

Korištenje biomase ima jako malo nedostataka. Jedini problemi za okoliš kod korištenja biomase su površina potrebna za obnovu utrošene biomase te producirana emisija kod procesa sakupljanja, transporta i obrade. Često je ekonomski neisplativa ukoliko se grade manja postrojenja.

**Tablica 2.** Kalorijska vrijednost biomase [1]

<b>Forma drvne biomase</b>	<b>Vlažnost</b>	<b>Kalorijska vrijednost</b>
sječka	35 %	3 MWh/t
peleti	15 %	4 MWh/t
briketi	15 %	4 MWh/t

### 3.3. Geotermalna elektrana Velika Ciglena

Bilogora je brežuljkasti teren na sjeverozapadnom dijelu Panonskog bazena. Ona pripada Dravskoj depresiji. Nastala je tektonskim uzdizanjem tijekom pliocena i kvartara. Pliocenske naslage pojavljuju se u obliku pješčenjaka i lapora, te su rijetki njihovi izdanci na površini. Većinu Bilogore prekrivaju naslage kvartarne starosti. Starije naslage pre-neogenske starosti, sastavljene od karbonata, magmatskih i metamorfnih stijena, nisu izložene na površini Bilogore. Pre-neogenske stijene pronađene su u bušotinama na području Bjelovarske subdepresije (Zdelar 2018).

Tijekom posljednjeg desetljeća na prostoru Bjelovarsko-bilogorske županije provedeno je puno geoloških istraživanja. Pomoću bušotina na više od 500 lokacija napravljeno je nekoliko seizmičkih profila. Bjelovarska subdepresija sadrži rezerve ugljikovodika te rezerve geotermalne energije. Na jugoistočnom dijelu Bjelovarske subdepresije postoji sinklinala Velika Ciglena koje predstavlja geotermalno ležište u mezozojskim karbonatima. Sinklinala Velika Ciglena je najveća pojedinačna struktura u subdepresiji (Malvić 2015). Dubina sinklinala iznosi 3000 metara, a na dubini od 2500 m nalazi se termalna voda. Temperatura ležišta iznosi 172 °C (Čupin 2012). Količina vode koja izvire je 3,3 litara u sekundi i sadrži 24 g/l otopljenih minerala. Sve stijene neogenske starosti unutar subdepresije su tipični primjer ugljikovodičnog sustava zajedno s ležištima, izolatorskim i matičnim stijenama. Pomoću dvije iscrpne i tri utisne sagrađene bušotine moguće je proizvoditi električnu energiju snage 14,3 MW<sub>e</sub> bruto, odnosno 9,66 MW<sub>e</sub> neto (Ravenšćak 2016).

Projekt izgradnje Geotermalne elektrane Velika Ciglena pokrenuli su Ina d.d., Hrvatska elektroprivreda i Grad Bjelovar, ali zbog recesije odustaju od projekta. Nešto kasnije projekt preuzimaju braća Jurilj s tvrtkom „Geoen“ te je 2015. godine započeta izgradnja da bi 2018. godine elektrana je puštena u pogon. Proizvodna snaga elektrane je 15 MW<sub>e</sub>. Cijena za 1 MWh proizvedene električne energije iznosi 15 kn [10], a u energetska mrežu grada puštaju 10 MW<sub>e</sub>. Prednost ove geotermalne elektrane je to što ona čini domaći resurs koji ne uvozimo za razliku

od plina kojeg dobrim dijelom uvozimo te koristimo za proizvodnju električne energije. Energija proizvedena u ovoj elektrani pokriva polovicu stalnih potreba kućanstava u BBŽ. Velika Ciglena je prva geotermalna elektrana u Hrvatskoj. Preostala toplina koristi se za grijanje staklenika i industrijskih postrojenja što donosi korist manjim poljoprivrednicima i tvrtkama.

Geotermalno postrojenje sastoji se od dvije iscrpne bušotine Velika Ciglena 1 (VC-1) i Velika Ciglena 1A (VC-1A) koje su udaljene nekoliko stotina metara. Utisne bušotine Velika Ciglena 2 (VC-2) i Patkovac 2 su udaljene nekoliko kilometara od iscrpnih. Iscrpne bušotine crpe vodu koja toplinu putem izmjenjivača predaje primarnom krugu elektrane. Nakon što je toplina primljena, voda se vraća u podzemlje pomoću utisnih bušotina. Toplina vode koja se vraća ne smije biti ispod 70° C jer može doći do hlađenja bušotine što dovodi do pada tlaka i njezine neiskoristivosti. Održavanje stabilnosti tlaka i temperature unutar bušotine je ključno. [10]

**Tablica 3.** Dubine iscrpnih i utisnih bušotina [10]

<b>Bušotina</b>	VC 1	VC 1A	Patkovac 2	VC 2
<b>Dubina / m</b>	4700	3000	2800	3000

Na prostoru BBŽ postoje i druga manja nalazišta geotermalne energije poput Daruvara. Temperatura vode na tom području iznosi 60 °C te se koristi u medicinske svrhe – prirodne toplice. Trenutno postoji bušotina na području Velikog Korenova. Pronađena je geotermalna voda temperature između 30°C i 40°C i ukupno 200 metara potencijalnih vodonosnih slojeva. Ovakvo nalazište predstavlja potencijal za izgradnju toplica na udaljenosti 2 km od Bjelovara.





**Slika 4.** Geotermalna elektrana Velika Ciglena

### 3.4. Utjecaj geotermalne elektrane na okoliš

Utjecaj na okoliš geotermalne elektrane je zanemariv i znatno manje izražen u odnosu na konvencionalna postrojenja za proizvodnju električne energije (Pravica i sur. 2006). Neke od negativnih posljedica su buka, slijeganje terena, emisije topline i otpadnih voda te upotreba zemljišta i narušavanje prirodnog krajolika.

Upotreba zemljišta za izgradnju geotermalne elektrane je puno manja od zemljišta potrebnog za izgradnju nuklearne elektrane ili bušotine za dobivanje fosilnih goriva. Površina potrebna za gradnju geotermalne elektrane može biti manja 10 puta nego nuklearna elektrana te 19 puta manja nego postrojenje s fosilnom energijom kao energetske izvorom. Toplinska energija koristi se što bliže bušotinama, što smanjuje dužinu potrebnih cjevovoda (Pravica i sur. 2006).

Slijeganje terena kao negativna posljedica eksploatacije geotermalne vode u Hrvatskoj gotovo ne postoji. Sve geotermalne elektrane uključujući i geotermalnu elektranu Velika Ciglena nalaze se na dubini većoj od 1500 metara u stabilnim strukturama. Klizišta i kretanje mase tla na takvim dubinama nisu moguće jer ne postoje porozne i propusne strukture.

Buka se javlja kod izgradnje postrojenja te predstavlja problem ukoliko se postrojenje nalazi u blizini naselja dok je nema kod rada elektrane. Geotermalna elektrana Velika Ciglena

udaljena je približno 1 km od naselja te ne predstavlja problem stanovništvu što se tiče buke koja je inače nerješiv problem za stanovništvo kod ostalih postrojenja.

Otpadna voda je voda preostala nakon korištenja geotermalne vode u postrojenju. Otpadne vode sadrže razne elemente poput kalija, kalcija, klorida, natrija, sulfata, joda, žive i dr. Često sadrže opasne spojeve poput žive i arsena. Kemijski sastav ovisi o geološkom sastavu ležišta. Otpadne vode u Velikoj Cigleni sastoje se od klora, natrija, kalija i kalcija. Postrojenje Velika Ciglana iskorištenu vodu potiskuje natrag u izvorište te otpadna voda ne ugrožava kakvoću pitke vode.

Ugljikov dioksid, dušik, sumporovodik, amonijak, metan, živa, radon i brom su plinovi čija je emisija prisutna nakon korištenja postrojenja. Njihova količina ovisi o karakteristikama ležišta kao i kod otpadnih voda. Sadržaj plinova je veći u visokotemperaturnim ležištima, a ugljikovog dioksida ima najviše u karbonatnim ležištima poput Velike Ciglene. Količina otopljenih plinova u postrojenju Velika Ciglana iznosi  $27 \text{ m}^3/\text{m}^3$  (Ravenšćak 2016). U Velikoj Cigleni je izmjereno oko 59 ppm sumporovodika (Tab. 4.) koji je najštetniji.

**Tablica 4.** Količina emisije plinova u postrojenju Velika Ciglana (Ravenšćak 2016)

Plin	Količina
CO <sub>2</sub> (ugljikov dioksid)	85 – 99 % udio u ukupnoj količini
H <sub>2</sub> S (sumporovodik)	59 ppm
Rn (radon)	4. 85 Bq/l

Sumporovodik sudjeluje u stvaranju kiselih kiša, a radon je radioaktivni element. Ove vrijednosti ne predstavljaju opasnost za okoliš. Postrojenja koja koriste fosilna goriva emitiraju puno veću količinu plinova te predstavljaju veliku opasnost za okoliš.

Emisija topline kod geotermalnih elektrana je jako velika. No ukoliko se pokraj elektrane sagradi postrojenje koje tu toplinu koristi u druge svrhe, emisija se može smanjiti. Elektrana Velika Ciglana ima postrojenje za sakupljanje topline koja se koristi za zagrijavanje obližnjih plastenika i industrijskih postrojenja kako je već prije navedeno. Količina topline je velika, ali manja je nego kod elektrana s fosilnim gorivima te nuklearnih elektrana. Velika Ciglana nalazi se točno na bušotini što sprječava zagrijavanje cijevi za transport. Najveći dio topline emitiraju rashladni tornjevi i kondenzatori (Pravica i sur. 2006).



Ekološki problem se pojavljuje jedino kod fragmentacije zemljišta na kojoj je elektrana sagrađena. Prema elaboratu Ministarstva zaštite okoliša i energetike utjecaj fragmentacije staništa je mali.



**Slika 5.** Kondenzacijsko jezero elektrane Velika Ciglena

Prednosti geotermalne elektrane su ipak puno veće od negativnih utjecaja. Dizajnirane su za rad 24 h dnevno, klimatski uvjeti ne utječu na rad, transport energije teče neometano te su dugoročan izvor energije. Vijek trajanja elektrane „Velika Ciglena“ je oko 50 godina jer se fluid utiskuje natrag u bušotinu (Šumonja 2011).

### 3.5. Sunčeva energija

Sunčeva energija kao izvor energije u BBŽ koristi se većinom u privatne svrhe, a solarne ploče su financirane od strane kućanstava koje ih koriste. Česte su vikendice s manjim pločama koje proizvode dovoljnu količinu energije za kućanstvo. Dobivena toplinska energija koristi se za zagrijavanje sanitarne vode, vode u bazenima, sušenje poljoprivrednih proizvoda, zagrijavanje staklenika, proizvodnja električne energije i dr. Jedna od prvih solarnih elektrana izgrađena je 2011. godine u Gornjoj Kovačici pokraj Velikog Grđevca. Elektrana je kapaciteta 10 kW. U Bjelovarko-bilogorskoj županiji postoji puno manjih solarnih elektrana i ploča koje

koriste pojedinci te se ne isporučuje u elektroenergetski sustav. Sunčeva energija ima potencijala iako u manjoj mjeri nego geotermalna energija i biomasa. Estetski izgled ploča i potreba za velikom površinom može negativno utjecati na pejzaž prostora. Ukoliko ima puno solarnih ploča nastaje problem sa zemljištem. Često se koriste na tlu koje može biti obrađivano, tlu na kojem su porušena drveća ili na tlu narušavajući pejzaž okoline što uvelike utječe na gospodarstvo i okoliš ljudi.



**Slika 6.** Primjer solarne ploče na vikendici u Narti (pokraj Bjelovara)

## 4. ZAKLJUČAK

Bjelovarsko-bilogorska županija ima velike mogućnosti za gospodarski razvoj temeljen na obnovljivim izvorima energije. Bogatstvo geotermalnom energijom trenutno se iskorištava, ali prostor za napredak postoji u iskorištavanju biomase te korištenju sunčeve energije. Centralizacija Hrvatske i Hrvatske šume koje upravljaju najvećom površinom bilogorskih šuma otežavaju županiji mogućnost korištenja istih u svrhu obnovljivih izvora energije. Porast iskorištavanja sunčeve energije primjećuje se na obroncima Bilogore. Sve se češće pojavljuju male solarne ploče na vikendicama koje su dovoljne za privatne potrebe kućanstava. Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju postali su dostupni EU fondovi koji postaju popularni i sve više korišteni. BBŽ nastoji iskoristiti dostupne resurse te unaprijediti gospodarstvo županije.

Geotermalna energija i biomasa za županiju predstavljaju neiscrpan izvor energije. Kogeneracijska postrojenja su velika investicija, ali dugoročno isplativija nego uvoz energije. Ona ne ovise o klimatskim uvjetima te imaju mali utjecaj na okoliš što je objašnjeno ranije u tekstu ovoga rada. Upotreba zemljišta je relativno mala, emisija plinova je u dozvoljenim granicama, a otpadne vode gotovo nema. Budućnost leži u ovakvim oblicima energije, a Bjelovarsko-bilogorska županija trenutno nastoji uskladiti financijske mogućnosti i dostupne resurse. Velika Ciglena predstavlja nesumnjivo veliki izvor stalnih prihoda bez utjecaja na okoliš što je danas rijetkost.

## LITERATURA

- [1] Dincer, I., Ozcan, H. (2018): 1.17 *Geothermal Energy*. U: Dincer, I. (ur.), *Comprehensive Energy Systems*, 1, 702–732
- [2] Čupin Nikola, (2012): *Obnovljivi izvori energije u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji*, Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru, sv. 6(2012), 1447–146.
- [3] Ivičić Š., Popović Z., (2018): *Optimalno vođenje distribucijske mreže Elektre Bjelovar nakon priključenja geotermalne elektrane Velika Ciglena*, Hrvatski ogranak Međunarodne elektrodistribucijske konferencije – HO CIRED, SO5–08.
- [4] Lovrić D., Lovrić M., (2013): *Obnovljivi izvori energije u Hrvatskoj: prednosti i nedostatci*, Izvještaji sa skupova, Kem. Ind., 62 (7-8) 279–282.
- [5] Malvić Tomislav, (2015): *Bjelovarska subdepresija kao prostor s konvencionalnim i nekonvencionalnim ležištima ugljikovodika te geotermalnom energijom*, Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru, sv. 9(2015), 161–86.
- [6] Martinović D., Čemalović M., Karišik J., (2012): *Izazovi primjene obnovljivih izvora energije*, Predhodno znanstveno priopćenje, 15–27.
- [7] Pravica Z., Kulenović I., Golub M., (2006): *Ekološki aspekti iskorištavanja geotermalne energije*, Rijeka: Hrvatski savez za sunčanu energiju, 207–214.
- [8] Prka Marinko, (2012): *Šumarstvo i prerada drva: zaboravljeni razvojni potencijali Bjelovarsko-bilogorske županije*, Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru, sv. 6(2012), 69–0.
- [9] Ravenšćak Josip, (2016): *Proizvodni kapaciteti hidrotermalnih ležišta Republike Hrvatske*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu: Geotehnički fakultet, 59 str.
- [10] Šumonja Igora, (2011): *Modeliranje proizvodnje električne energije iz geotermalnih izvora*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu: Fakultet elektrotehnike i računarstva, 92 str.
- [11] Zdelar David, (2018): *Sastav i porijeklo kvartarnih sedimenata Bilogore*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu: PMF, Geološki odsjek, 50 str.
- [12] URL 1: [www.energetika-net.hr](http://www.energetika-net.hr), pristupila 8. rujna 2019.
- [13] URL 4: [www.google.hr/maps](http://www.google.hr/maps), pristupila 12. rujna, 2019.

[14] URL 3: [www.vectorstock.com](http://www.vectorstock.com), pristupila 12. rujna 2019.

[15] URL 2: [www.wikipedia.hr](http://www.wikipedia.hr), pristupila u rujnu, 2019.