






SADRŽAJ

PREDGOVOR	2
UVOD	3
1. ENERGIJA VJETRA 	4
1.1. OPĆE ZNAČAJKE	4
1.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE VJETRA	4
2. ENERGIJA SUNCA 	5
2.1. OPĆE ZNAČAJKE	5
2.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE SUNCA	6
3. ENERGIJA BIOMASE 	9
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
4. GEOTERMALNA ENERGIJA 	15
4.1. OPĆE ZNAČAJKE	15
4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL	17
5. HIDROENERGIJA 	21
5.1. OPĆE ZNAČAJKE	21
5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE	22
ZAKLJUČAK	23

PREDGOVOR

„Potencijal obnovljivih izvora energije u Koprivničko-križevačkoj 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 Koprivničko-križevačkoj 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

Koprivničko-križevačka županija nalazi se u kontinentalnom sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske i s ukupno 115.582 stanovnika čini 2,7% stanovništva Republike Hrvatske. Grad Koprivnica, upravno i administrativno središte, ima 30.872¹ stanovnika. Ukupna površina Županije iznosi 1.748 km² ili 3,1% kopnenoga teritorija Republike Hrvatske.

Prema prirodno-geografskoj regionalizaciji Republike Hrvatske, Koprivničko-križevačka županija pripada panonskoj megaregiji, a unutar nje zavali sjeverozapadne Hrvatske. Prostor Koprivničko-križevačke županije izrazito je raznolik te uključuje nekoliko prostornih cjelina koje se međusobno razlikuju ne samo po prirodno-zemljopisnim već i po gospodarskim, demografskim, prometnim i ostalim karakteristikama:

- **Sjeveroistočni dio Županije** čini dolina rijeke Drave. Na tom dijelu Županije prevladava poljoprivredna djelatnost sa značajnim nalazištima nafte i zemnog plina. Ovaj dio prostora je naseljen nešto većim i koncentriranim naseljima, koja djelomično, uslijed dobrih prometnih veza s Koprivnicom, poprimaju određene elemente urbanizacije. Kao središnja naselja ovog prostora ističu se u prvom redu Koprivnica, tradicionalni centar nastao na kontaktu ravničarskog i brdskog dijela Županije, te Đurđevac u istočnom dijelu zaravni.
- **Brdski dio Županije** čini prostor Kalničkog gorja i Bilogore, područje brežuljkastog reljefa. Čitavo pobrđe odijeljeno je dolinom Koprivničke rijeke u dva dijela. Bilogorski dio (najveća visina 307 m n.v.) smješten je na sjeverozapadnom dijelu, dok drugi dio čini područje Kalničkog gorja s najvišim vrhom Kalnikom (642 m). U ovom prostoru prevladavaju mala ruralna naselja (izuzev grada Križevaca) s izrazito negativnim demografskim karakteristikama.

Geografsko-prometni položaj Županije obilježavaju dva pravca: sekundarni transverzalni i longitudinalni prometni pravac. Transverzalni pravac omogućuje povezivanje Republike Hrvatske (posebno Jadrana) sa srednjoeuropskim i istočnoeuropskim zemljama, dok istodobno povezuje podravski bazen sa Zagrebom. Sekundarnim longitudinalnim pravcem koji ide dravskom nizinom povezuje se središnja Hrvatska s istočnom te zapadnoeuropske i srednjoeuropske zemlje s jugoistočnom Europom.

Što se klimatskih obilježja tiče, za Koprivničko-križevačku županiju može se reći da spada u prijelazno područje između umjereno semihumidne i stepskoaridne panonske klimatske zone. Ovdje se osim utjecaja opće cirkulacije karakteristične za ove geografske širine, osjeća jak utjecaj niske Panonske nizine i velikog planinskog sustava Alpa i Dinarida. Područje Županije je prostor s umjereno kontinentalnom klimom s dosta izraženim ekstremnim vrijednostima pojedinih klimatskih elemenata.

Srednja godišnja temperatura iznosi oko 10°C. Apsolutna minimalna temperatura zraka se šest mjeseci u godini nalazi ispod 0°C. Prosječna temperatura u najhladnijem mjesecu siječnju je oko -1°C, a u najtoplijem srpnju 20°C.

Vjetrovi pušu tijekom cijele godine pa je ovo područje blago vjetrovito. Najčešće puše sjeverozapadnjak, jugozapadnjak i sjevernjak. Zimi prevladava sjevernjak, u proljetnim mjesecima je češći istočnjak, a tijekom čitave godine, osobito u jesen, puše zapadnjak (zgorec).

¹ Popis stanovništva 2011, Državni zavod za statistiku, www.dzs.hr

1. ENERGIJA VJETRA



1.1. OPĆE ZNAČAJKE

Na značajke vjetrova u Koprivničko-križevačkoj 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 Koprivničko-križevačku 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 Koprivničko-križevačkoj 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 Koprivničko-križevačkoj županiji, prema dostupnim podacima, nije znan. Najbolji potencijal energije vjetra u Koprivničko-križevačkoj županiji (slika 1.) može se očekivati u njezinom sjevernom dijelu.

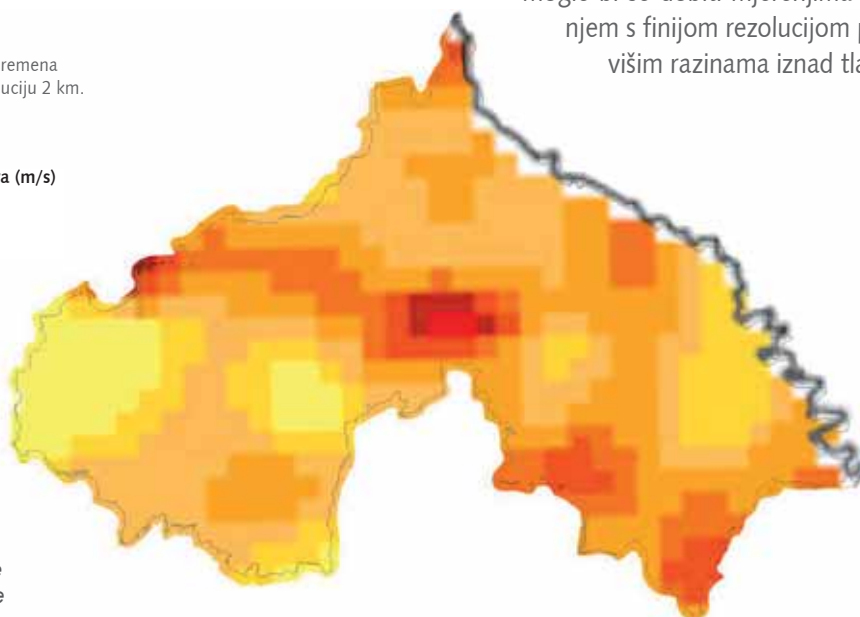
Prema dostupnoj karti vjetra na 80 m iznad razine tla, najvjetrovitija su područja na nešto višoj nadmorskoj visini u jugoistočnom i središnjem dijelu Županije, odnosno na obroncima Bilogore i Kalnika. Karta vjetra je dobivena korištenjem modela ALADIN/HR². Za iskorištavanje energije vjetra najpovoljnija je snaga koju nose stalni i umjereni vjetrovi. Prema raspoloživim podacima, u Koprivničko-križevačkoj 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: vjetrovost, mogućnost evakuacije snage, prihvatljivost s obzirom na utjecaje na okoliš, zaštita prirode, pristup i drugi. Preliminarno raspoloživi tehnički potencijal u Koprivničko-križevačkoj županiji procijenjen je na 20-ak MW, uz zadovoljenje nužnih tehničkih uvjeta. Prikazana karta vjetra dobivena je modelski. U Koprivničko-križevačkoj županiji na izloženim brdskim vrhovima Bilogore i Kalnika 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.

² 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
5.20-5.40



Slika 1. Karta vjetra za područje Koprivničko-križevačke 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 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 (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 (Wh/m^2) ili džul po kvadratnom metru (J/m^2). Ovisno o promatranom vremenskom intervalu ozračenost se često naziva satna, dnevna, mjesečna ili godišnja suma zračenja.

Na putu kroz atmosferu Sunčevo zračenje slabi jer se apsorbira zbog interakcija s plinovima i vodenom parom pa 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 odbije od tla ili vodenih površina.
- **Ukupno Sunčevo zračenje** na nagnutu plohu sastoji se od izravnog, raspršenog i od tla odbijenog zračenja.

Izravna komponenta Sunčevog zračenja je dominantna u ukupnom zračenju. Maksimalno ozračenje izravnim Sunčevim zračenjem postiže se postavljanjem plohe okomito na smjer zračenja. Kako je raspršeno zračenje anizotropno, intenzitet zračenja se povećava približavanjem Sunčevom disku i, u manjoj mjeri, obzoru. Površina koja nije okomita na smjer upadnih zraka ozračena je s dijelom maksimalno mogućeg ozračenja 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 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.

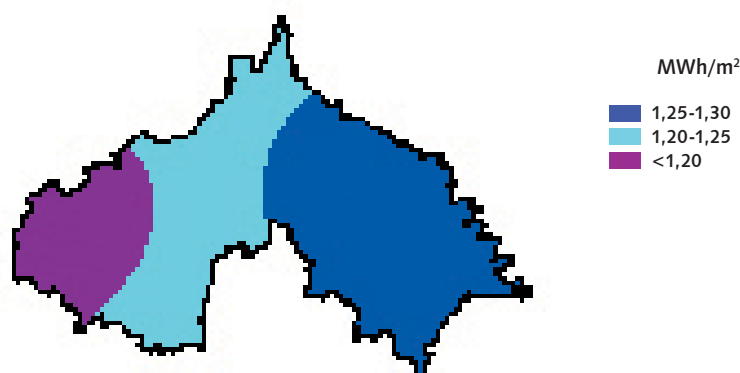
2.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE SUNCA

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. Koprivničko-križevačka županija nalazi se u kontinentalnom dijelu Hrvatske koji ima relativno stalnu razdiobu potencijala Sunčevog zračenja. Ova županija u svome istočnom dijelu obuhvaća dio nizinskog područja uz rijeku Savu, dok u zapadnom dijelu obuhvaća područje Kalnika i Biogore. Takav raspored se odražava i na prostornu distribuciju Sunčevog zračenja, koja je nešto veća u istočnom, nizinskom dijelu županije u kojem se srednja godišnja ozračenost vodoravne plohe kreće oko 1,25 MWh/m², dok je ona nešto niža u zapadnom dijelu gdje se kreće oko 1,20 MWh/m². Na slici 2. prikazana je prostorna raspodjela srednje godišnje ozračenosti na području Koprivničko-križevačke županije. Detaljni podaci o Sunčevom zračenju na području Koprivničko-križevačke županije dostupni su za mjernu postaju Križevci. 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 nagute plohe za godišnji optimalni kut nagiba za lokaciju Križevci, kao tipičnog predstavnika područja Županije.

Tablica 1. Srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima (kWh/m²)

Lokacija	Križevci		
	Ukupno	Raspršeno	Izravno
Siječanj	0,98	0,69	0,29
Veljača	1,64	1,06	0,58
Ožujak	3,15	1,65	1,50
Travanj	4,37	2,17	2,20
Svibanj	5,57	2,60	2,96
Lipanj	6,03	2,76	3,27
Srpanj	6,15	2,60	3,54
Kolovoz	5,14	2,33	2,81
Rujan	4,06	1,73	2,33
Listopad	2,35	1,27	1,08
Studeni	1,22	0,81	0,42
Prosinac	0,73	0,55	0,18
Uk.god. (MWh/m ²)	1,26	0,62	0,65



Slika 2. Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Koprivničko-križevačke županije

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

Lokacija	Križevci			
Optimalni kut	25°			
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno
Siječanj	1,30	0,66	0,64	0,01
Veljača	2,04	1,01	1,01	0,02
Ožujak	3,69	1,58	2,08	0,03
Travanj	4,63	2,07	2,52	0,04
Svibanj	5,53	2,48	2,99	0,05
Lipanj	5,80	2,63	3,11	0,06
Srpanj	6,00	2,48	3,47	0,06
Kolovoz	5,31	2,22	3,04	0,05
Rujan	4,68	1,65	2,99	0,04
Listopad	2,96	1,21	1,72	0,02
Studeni	1,62	0,77	0,84	0,01
Prosinac	0,95	0,53	0,41	0,01
Uk.god. (MWh/m^2)	1,36	0,59	0,76	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 Koprivničko-križevačke 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.

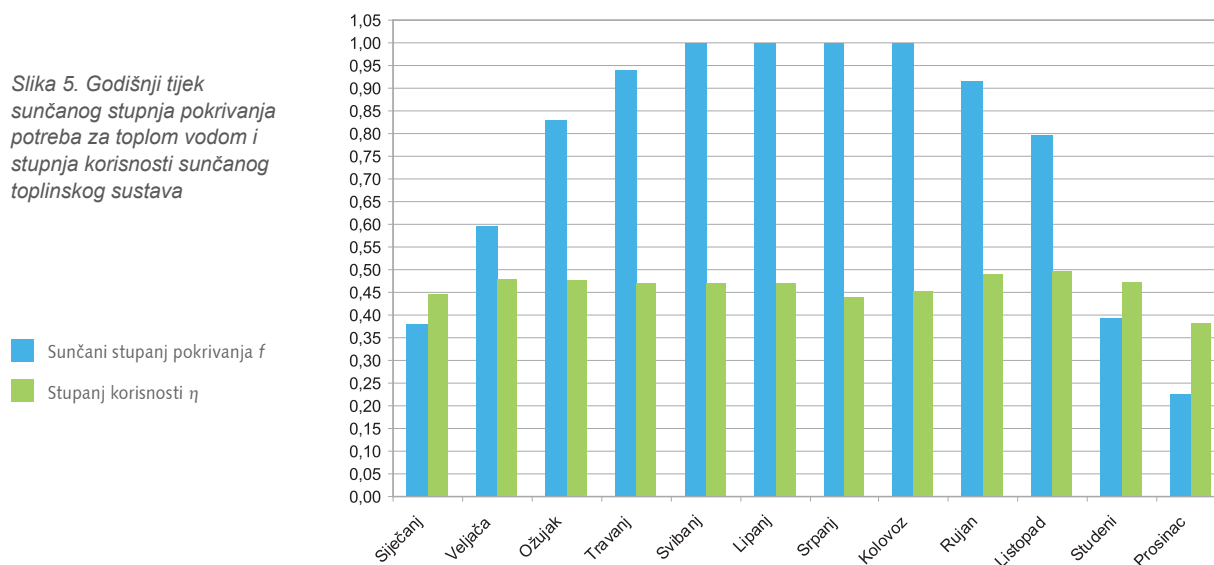
Slika 3. Primjer korištenja Sunčeve energije: fotonaponski moduli



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 dozačenoj 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 Križevaca može proizvesti oko 10.300 kWh električne energije godišnje (tablica 3.).

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

Mjesec	Generirana električna energija u FN modulima (kWh)	Električna energija isporučena u mrežu (kWh)
Siječanj	417	394
Veljača	621	593
Ožujak	976	937
Travanj	1.123	1.077
Svibanj	1.253	1.200
Lipanj	1.248	1.194
Srpanj	1.305	1.248
Kolovoz	1.219	1.168
Rujan	1.079	1.035
Listopad	798	764
Studenj	439	416
Prosinac	311	291
Ukupno	10.788	10.318

Proizvodnost fotonaponskog sustava je količina električne energije koju može proizvesti sustav jedinične snage. Za Križevce bi ona iznosila oko 1.030 kWh/kW godišnje. Slična proizvodnost se može očekivati i na cjelokupnom području Koprivničko-križevačke županije, uz nešto manju proizvodnost na zapadu, a veću proizvodnost na istoku 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-prehrambeno-prerađivačke industrije.

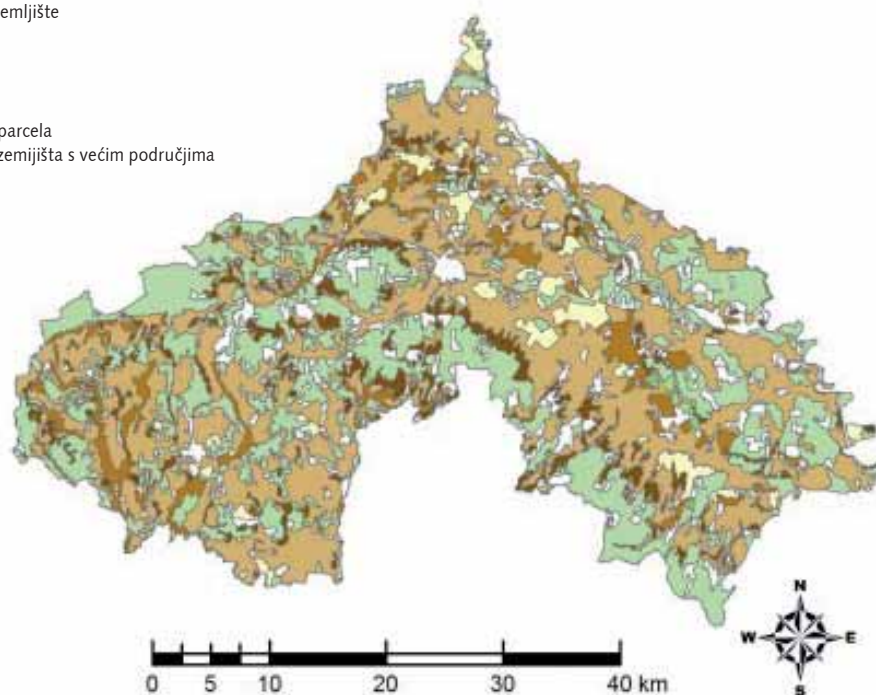
3.1.2. KARAKTERISTIKE ŽUPANIJE VAŽNE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ BIOMASE

Prema Prostornom planu Koprivničko-križevačke županije iz 2001. godine, poljoprivredne površine zauzimaju 104.273 ha ili 58,6% teritorija, što se gotovo podudara s podacima iz digitalne baze podataka CORINE Land use. Na slici 6. je prikazana karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Koprivničko-križevačke županije. Poljoprivredni prostor Koprivničko-križevačke županije dio je panonske regije te se sastoji od pet mikroregionalnih cjelina.

U Podravskom poljoprivrednom bazenu i Prekodravlju izražena je intenzivna poljoprivreda, dok u istočnom i sjeveroistočnom bilogorskom predjelu dominiraju voćarstvo i vinogradarstvo. Kalnički i prigorski dijelovi Županije okarakterizirani su srednje intenzivnom proizvodnjom i usitnjenošću posjeda. Kukuruz se sije na 44% obradivih površina, a prinosi su ispod prosjeka Hrvatske. Broj goveda opada, svinjogojstvo također bilježi pad proizvodnje dok peradarstvo stagnira.

LEGENDA

- 211 - Nenaodnjavano obradivo zemljište
- 212 - Stalno navodnjavano zemljište
- 221 - Vinogradi
- 222 - Voćnjaci
- 223 - Maslinici
- 231 - Pašnjaci
- 242 - Kompleks kultiviranih parcela
- 243 - Pretežno poljodjelska zemljišta s većim područjima
- 311 - Bjelogorična šuma
- 312 - Crnogorična šuma
- 313 - Mješovita šuma
- 321 - Prirodni travnjaci



Slika 6. Karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Koprivničko-križevačke županije

Usitnjenost zemljišnog posjeda obiteljskih gospodarstava karakteristika je cijelog područja Županije i predstavlja problem za intenzivniji razvoj poljoprivrede.

Šume (u privatnom i državnom vlasništvu) pokrivaju površinu od 57.000 ha (50.483 ha prema CORINE). U istočnom pridravskom dijelu Županije te na Kalniku i Bilogori proizvodne su šume hrasta i bukve. Po očuvanosti i kvaliteti drvne mase te ekološkom stanju šume

Koprivničko-križevačke županije spadaju među najljepše sastojine u Hrvatskoj. Šumska vegetacija Županije uvjetovana je krajolikom i mijenja se od šuma vrbe, topole i johe uz rijeku Dravu, preko nizinskih šuma hrasta lužnjaka i običnog graba, do zelenih brežuljaka i brda Bilogore i Kalnika koje obrasta šuma bukve i kitnjaka. U Koprivničko-križevačkoj županiji nalaze se i umjetno podignute šume četinjača, crne johe, kanadske topole i vrbe.

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, bioplin 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 bioetanola (kukuruz, šećerna repa) na raspoloživim poljoprivrednim povr-

šinama. 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 su za izračune potencijala 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/m³. Prosječna energetska vrijednost bioplina iznosi 21 MJ/m³. Izgaranjem bioplina se može proizvoditi toplinska ili električna energija, odnosno u slučaju kogeneracije istovremeno toplinska i električna energija. Pročišćavanjem bioplina do razine od oko 95% metana, dobiva se biometan koji se koristi kao zamjena za prirodni plin (ubrizgavanje u mrežu prirodnog plina, motorno gorivo i sl.). Nadalje, prilikom proizvodnje bioplina dobiva se digestat (biomasa preostala nakon anaerobne razgradnje organske tvari) koji se može koristiti kao kvalitetno gnojivo u ratarstvu.

Za proizvodnju bioplina, pretpostavljeno je iskorištavanje ukupne količine stajskog gnoja koji nastaje na farmama u Županiji. Količina otpada iz stočarstva, koji nastaje na godišnjoj razini, izračunata je na temelju podataka o broju uvjetnih grla goveda, svinja i peradi.

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 (CH₄) po jedinici organske suhe tvari u svježoj sirovini [m³/t oST]

k=10 - energetska vrijednost metana [kWh/Nm³]

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

Potrebno je napomenuti da ovi 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.

Tablica 4. Energetski potencijal proizvodnje bioplina u Koprivničko-križevačkoj županiji na godišnjoj razini

Sirovina	Raspoloživost stajskog gnoja (t/god)*	Teoretski energetska potencijal (MWh/god)	Teoretski energetska potencijal (TJ/god)
Proizvodnja bioplina u monodigestiji			
Goveđi stajski gnoj	457.871	251.829	907
Svinjski stajski gnoj	103.579	17.256	62
Gnoj peradi	13.107	12.976	47
Sirovina	Površina potrebna za uzgoj kukuruzne silaže (ha)	Teoretski energetska potencijal (MWh/god)	Teoretski energetska potencijal (TJ/god)
Proizvodnja bioplina u kodigestiji s kukuruznom silažom (maseni udio silaže 30%)			
Goveđi stajski gnoj + silaža	5.837	455.281	1.639
Svinjski stajski gnoj + silaža	1.320	63.281	228
Gnoj peradi + silaža	167	18.800	68

* 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 1.015 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 1.935 TJ/god. U ovom slučaju bilo bi potrebno angažirati 7.324 ha poljoprivrednog zemljišta za proizvodnju kukuruzne silaže.

Uzmemo li u obzir postojeću praksu u poljoprivredi, uz pretpostavku okrupnjavanja stočarske proizvodnje te sukladno *Strategiji energetskeg razvoja Republike Hrvatske*³ može se procijeniti da bi se oko 20% teoretskog potencijala moglo iskoristiti za proizvodnju obnovljive energije. Koprivničko-križevačka županija raspolaže značajnom količinom sirovine (stajskog gnoja). Ukoliko se osigura zemljište za proizvodnju kukuruzne silaže,

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

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. Županija raspolaže s 66.298 ha poljoprivrednog zemljišta raspoloživog za neprehrambenu proizvodnju te je realno pretpostaviti da je moguće izdvojiti površine potrebne za proizvodnju kukuruzne silaže koja bi se koristila u kodigestiji sa stajskim gnojem.

U našem području kao osnovna sirovina najčešće se koristi uljana repica. U slučaju proizvodnje bioetanola 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 Koprivničko-križevačke županije na godišnjoj razini

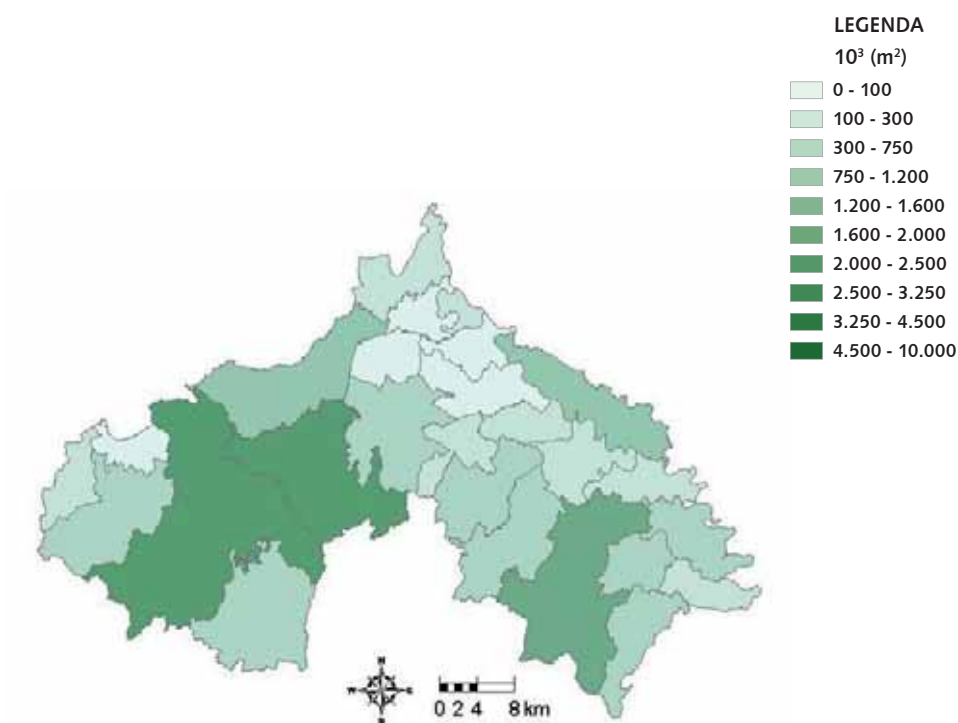
Sirovina	Masa sirovine (t/god)*	Količina biogoriva (t/god)	Energetska vrijednost (GJ/t)	Teoretski energetske potencijal (TJ/god)
Bioetanol				
Kukuruz (s.v)**	367.767	111.250	27	3.004
Šećerna repa	2.883.239	223.506	27	6.035
Biodizel				
Uljana repica	137.409	56.085	37	2.075
Soja	120.897	22.897	37	847

* 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 58.974 ha raspoloživog poljoprivrednog zemljišta angažira za proizvodnju jedne od navedenih kultura, mogla bi se proizvesti količina biodizela odnosno bioetanola energetske vrijednosti od 847 do 6.035 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 realan radi plodoreda koji je obavezan u proizvodnji razmatranih kultura i radi korištenja ovog zemljišta i za druge svrhe. Realno je za pretpostaviti da bi za proizvodnju energetskih kultura bilo moguće

angažirati oko 20% poljoprivrednog zemljišta raspoloživog za neprehrambene namjene. Što se tiče samih kultura, šećerna repa ima najveće energetske potencijale, no njezin uzgoj je ograničen agroekološkim uvjetima. Na postojećem pogodnom tlu na području Županije već se odvija proizvodnja šećerne repe za potrebe industrije šećera. Prema sadašnjim tržišnim uvjetima pretpostavlja se njezina daljnja proizvodnja za proizvodnju šećera. Stoga je trenutno realnije pretpostaviti da će se za proizvodnju bioetanola koristiti kukuruz, a za proizvodnju biodizela uljana repica koja ostvaruje veće energetske potencijale od soje. Nadalje, uzgoj energetskih kultura optimalan je na većim parcelama koje nisu karakteristične za ovo područje.



Slika 7. Prikaz raspodjele ukupnih drvnih zaliha na području Koprivničko-križevačke 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 ove Studije analizirane su raspoložive količine drvene biomase dobivene gospodarenjem šumama na osnovu podataka iz baze podataka WISDOM Croatia⁴ (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 Koprivničko-križevačkoj županiji

Ukupna drvena zaliha (m ³)	Ukupni godišnji prirast (m ³)	Godišnji etat prostornog drva (uključujući četinjače) (m ³)		Teoretski energetske potencijal godišnjeg etata prostornog drva (uključujući četinjače)			
				Planirana sječa		Ostvarena sječa	
		Planirana sječa	Ostvarena sječa	GWh	TJ	GWh	TJ
13.560.744	384.621	115.260	105.587	261	940	231	831

Kao što je vidljivo iz tablice 6. energetske potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo), koji je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi 940 TJ godišnje. U 2007. godini ostvarena sječa prostornog drva iznosila je 105.587 m³ (831 TJ) što

čini oko 92% godišnjeg etata (dopuštene sječe). 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 teoretski potencijal. Tehnički potencijal, odnosno razina praktičnog iskori-

štavanja 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 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. Pri izračunu potencijala iz drvnog otpada uzeta je relativna mokrina

materijala od 10%. Prema podacima iz *Registra otpada* za 2010. godinu⁵, 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, uz pretpostavku da otpad pogodan za proizvodnju bioplina (kuhinjski otpad i biootpad) čini 42% nesortiranog komunalnog otpada⁶.

⁵ AZO, 2011: Izvješće o komunalnom otpadu za 2010. godinu

⁶ AZO, 2010: Okoliš na dlanu - 2009.

Tablica 7. Teoretski energetske potencijali dobiveni iz otpada na području Koprivničko-križevačke županije

Vrsta otpada	Raspoloživost otpada (t/god)*	Teoretski energetske potencijal (MWh/god)	Teoretski energetske potencijal (TJ/god)
Klaonički otpad	3.417	17.085	61,5**
Ostaci iz drvene industrije	209	980	3,5
Biorazgradiva komponenta komunalnog otpada	9.499	6.412	23,1**

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

Kao što je vidljivo iz tablice 7. značajniji teoretski energetske potencijal ostvaruje klaonički otpad. Iskorištavanje otpada iz klaonica 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*⁷, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada, 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 smiju 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.

⁷ 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. Koprivničko-križevačka

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

4.1. OPĆE ZNAČAJKE

Koprivničko-križevačka županija pripada području nekadašnjeg Panonskog bazena. Podravska ravnica dio je tzv. Dravske potoline koja je nastala rovovskim rasjedanjem i diferencijalnim kretanjem blokova te predstavlja nestabilni dio šelfa miocenskog mora. Sedimentacija pješčanih slojeva uvjetovana je spuštanjem dna bazena u vrijeme sedimentacije. U podini su prisutni prekambrijski i paleozojski škriljevci te mezozojski vapnenci. Pokrovni slojevi obuhvaćaju marinske klastite šelfa neogenske starosti i kvartarne aluvijalne klastite. Za ovaj prostor značajni su normalni rasjedi. Glavni rasjedi idu jugoistočnim rubom Kalnika i rubnim dijelom podravske nizine. Duž glavnog potolinskog rasjeda izdignuta je Bilogora. Izdizanje je započelo u gornjem panonu i traje još i danas. Gornji dijelovi Bilogore građeni su od miocenskih i pliocenskih slojeva, ispod kojih je osnova kristalinskih stijena koje su otkrivene bušotinama.

Površina Bilogore pokrivena je lesom, čija debljina doseže i do 50 metara. Les je taložen u gornjem pleistocenu za trajanja virmskog glacijala (slika 9.)⁸.

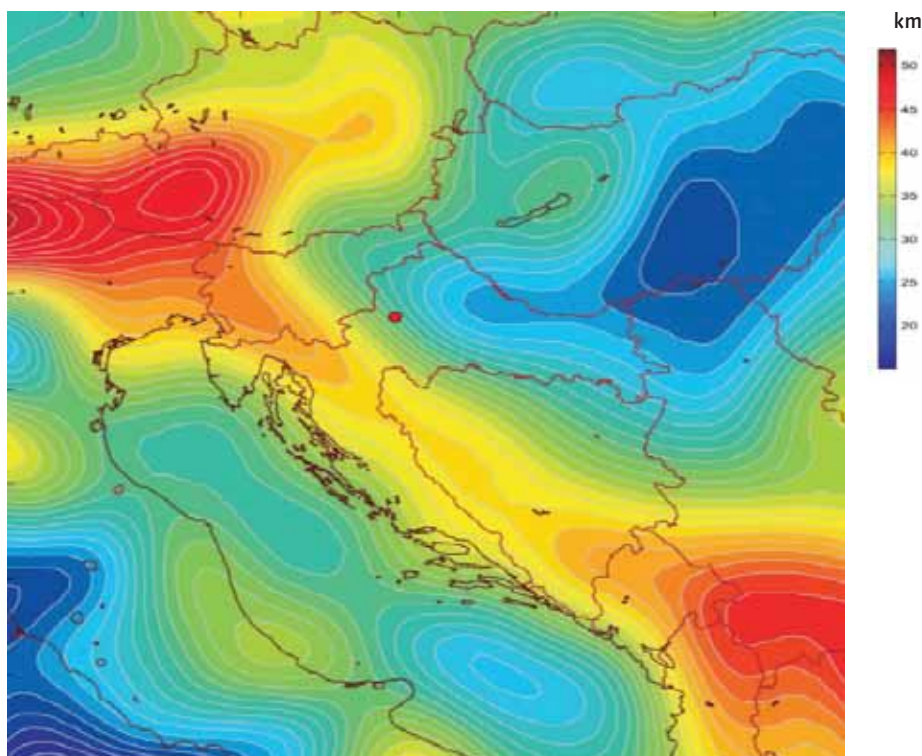
U Republici Hrvatskoj je geotermalni gradijent pod najvećim utjecajem dubine Mohorovičićevog diskontinuiteta (koji predstavlja granicu između Zemljine kore i plašta), odnosno debljine kontinentalne kore⁹. Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u području hrvatskog dijela Panonskog bazena iznosi između 25 i 30 km (slika 8.)¹⁰. 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.

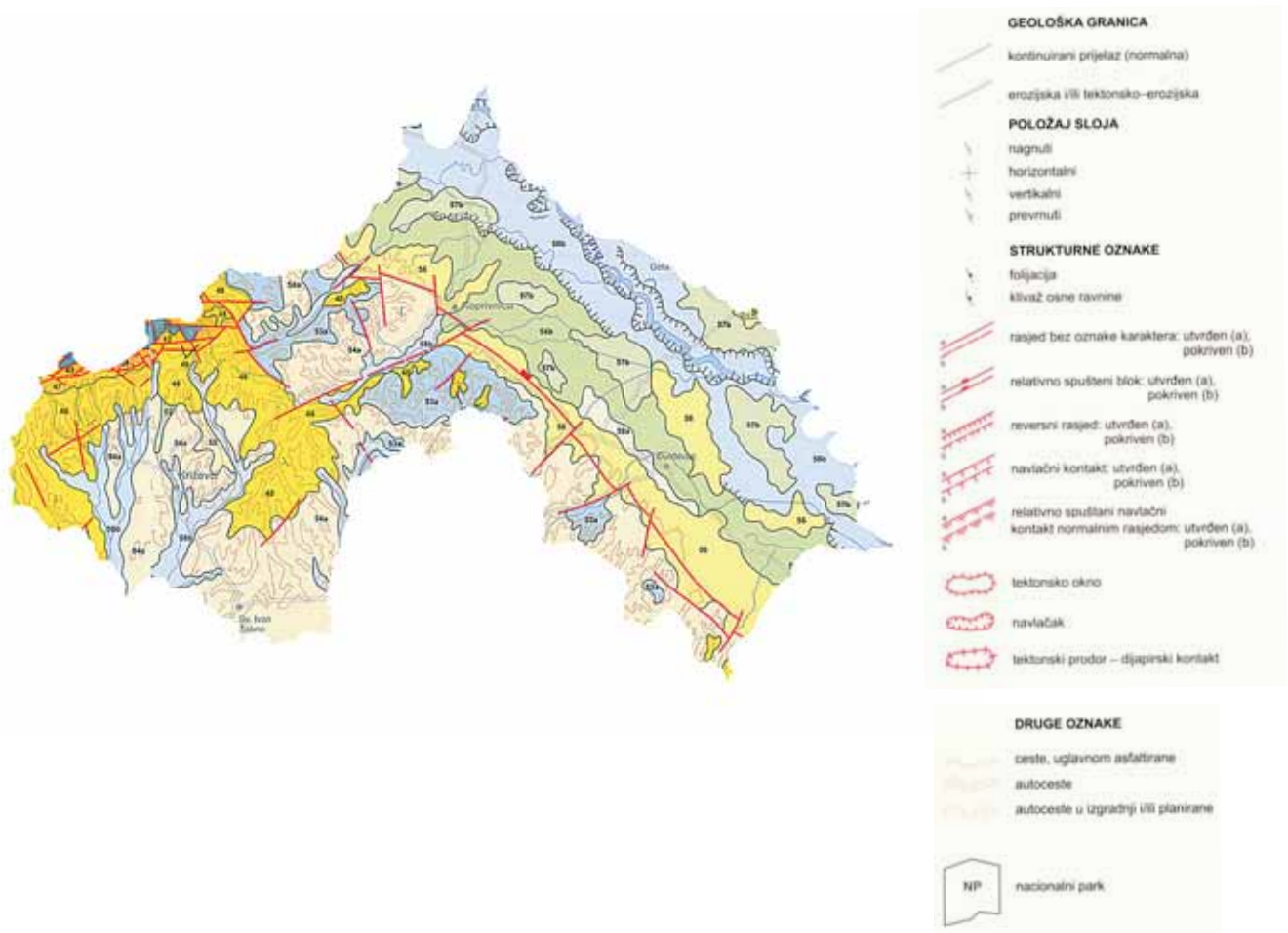
9 Kolbah, S., Škrlec, M., Kulenović, I., Šćuric, S., Golub, M.: Geothermal Water as Energetic and Mineral Source, Annual 2008 of The Croatian Academy of Engineering vol. 1, 1; 139-161, 2009.

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 Koprivničko-križevačke županije



TUMAČ OZNAKA:

58	djvQ ₂ 58 ₂	Deluvijalni prijelazi (a - djvQ ₂) / aluvijalni (b - aQ ₂) naslage (holocen)	38	Pc, E	Karbonatni fil i kvazi (paleocen, eocen)	18	T ₁ , T ₂	Evaporiti-karbonatno-klastični-vulkanogeni kompleksi (gornji trijak, karb.)
57	Q ₂ 57 ₂	Javanska (a - Q ₂) i banka (b - aQ ₂) naslage (holocen)	37	K ₁ , Pg	Vulkanске stijene (gornja trijaka, paleocen) / bazalt, f - raskl, T - granit	17	T _{2a}	Magnetske stijene (srednji-gornji trijak) a - andezit, f - bazalt, g - apatit i olivin, gld - optički apatit i andezit bazalt
56	qQ ₁	Estski pjesci (qQ ₁) (holocen)	36	K ₂	Karbonatni klastični (gornji trijak) / "stariji" vapneni (gornja trijaka)	16	T ₂	Klastični i prelazničke naslage (srednji trijak)
55	tdQ ₁	Drenična (tdQ ₁) (holocen)	35	K ₃	Hemipaleogena i klastična naslage (doga trijaka)	15	T ₂	Karbonatne naslage (srednji trijak)
54	Q ₁ 54 ₁	Kopreni (a - Q ₁) i banka (b - qQ ₁) (ne pleistocen)	34	K ₄ ^a	Rulisti vapneni (paleocen-miocen)	14	T ₁	Sjajna i klastična naslage (doga trijak)
53	qQ ₁ 53 ₁	Fluvijalna (a - qQ ₁) i kvadrilijalna (b - qQ ₁) naslage (pleistocen)	33	K ₄ ^b	Dolomiti i postsedimentacijske dijapirneke breče (gornji alj., donji cementit)	13	P ₁	Evaporiti i klastična naslage (gornji perm) a - evaporit, b - klastič
52	PLQ	Klastične naslage (paleozoik)	32	K ₅	Vapneni i dolomiti (doga trijaka)	12	P ₂	Magneti (7 perm) kvarciti, granodioriti, keroliti
51	M ₂ -M ₁	Miocenske naslage Dreniča	31	J _{3a}	Obalne stijene (srednja, gornja jur) a - uljarniti, b - magnetski, c - kalcijevite stijene	11	P	Granit (perm)
50	Pt	Palaolitske naslage (doga, normal)	30	J ₃	Paratanforne stijene (srednja jur)	10	C, P	Prelazne klastične naslage (doga, perm)
49	M, Pt	Pijavci i gline (mesozo, pliocen)	29	J ₂	Ortanforne stijene (srednja jur)	9	C, P	Klastične i karbonatne naslage (karbon, perm)
48	M ₁	Klastični i ugljen (perm)	28	J ₁ , K ₁	Vapneni i rđnjaci i karbonatna (doga, berija)	8	D, C, P	Nacionalni sedimentacijski kompleksi (doga, karbon, perm)
47	M _{2a}	Vapneničko-klastične naslage (doga, perm)	27	J	Plućasti vapneni (gornja trijaka)	7	D, C	Klastične i karbonatne naslage (doga, karbon)
46	M ₂	Litavci i klastične naslage u vulkaniziranoj bazeni	26	J ₁ , K ₁ ^a	Sigurni i masivni dolomiti (doga, valenčič)	6	Pz, T ₁	Paratanforne stijene (paleozoik, T ₁ trijak)
45	M _{2a}	Magnetske stijene (karb., berija) a - andezit i rđni, b - bazalt	25	J ₁ ^a	Progredna i gornjotrijaka vapneni i dolomiti (doga, doga)	5	Pz, T ₁	Ortanforne stijene (paleozoik, T ₁ trijak)
44	M _{2b}	Klastični i karbonatni i klastični (srednja, karb.)	24	J ₁ ^b	Vapneni i rđnjaci a - gornji i dolomiti, b - plućasti i aljarniti, lamelne naslage (gornji dolomiti-doga doga)	4	O, S, D	Doga i perm (doga, alj., doga)
43	OL, M ₁	Klastični i vulkanizirane (doga, egerburg)	23	J ₁	Vapneni i dolomiti (gornja jur)	3	O, S, D	Kompleksni metamorfni stijene (doga, alj., doga)
42	Pg, Ng	Vapneničke breče (paleogen, neogen)	22	J ₂	Deluvijalni vapneni i dolomiti (srednja jur)	2	O, S, D	Progredna i dolomitična serija (doga, alj., doga)
41	E, O ₁	Prekambrske naslage (eocen, oligocen)	21	J ₃	Vapneni i dolomiti (doga jur)	1	Pz	Kompleksni metamorfni stijene (paleozoik)
40	E _{1a}	Filice naslage (srednji i gornji eocen)	20	T ₁ ^a	Dolomiti (gornji karb., alj.)			
39	T ₁ ^b , E _{1a}	Litavcičke naslage, granitoforski vapneni i prelazne naslage (gornji paleocen, doga i srednji eocen)	19	T _{2a}	Klastične naslage (gornji berič-doga karb.)			



4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL

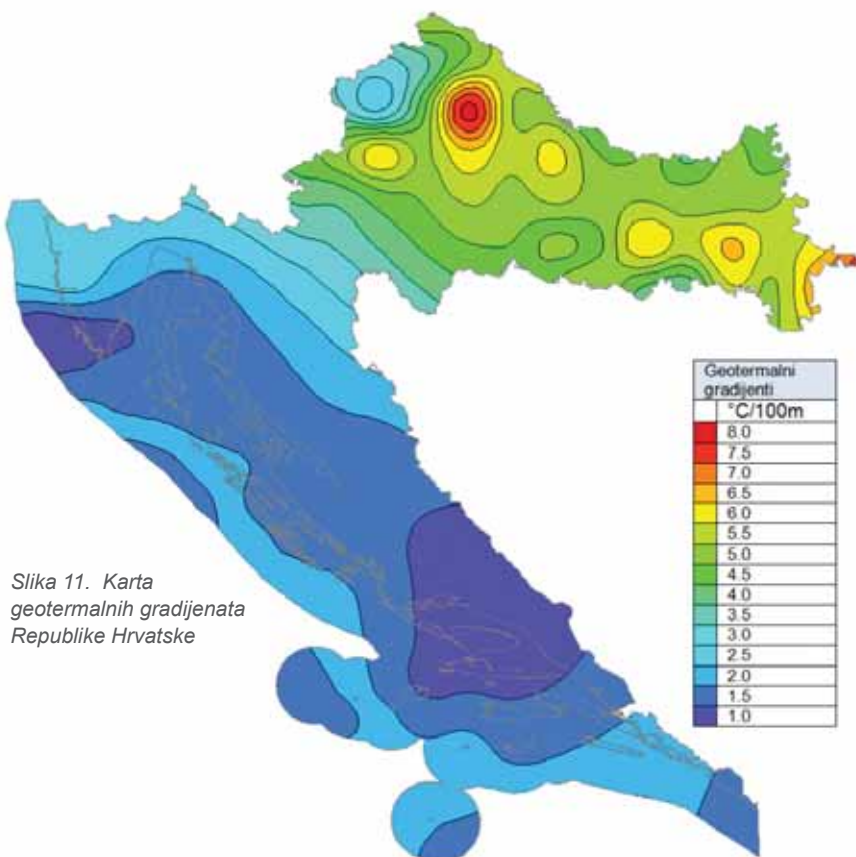
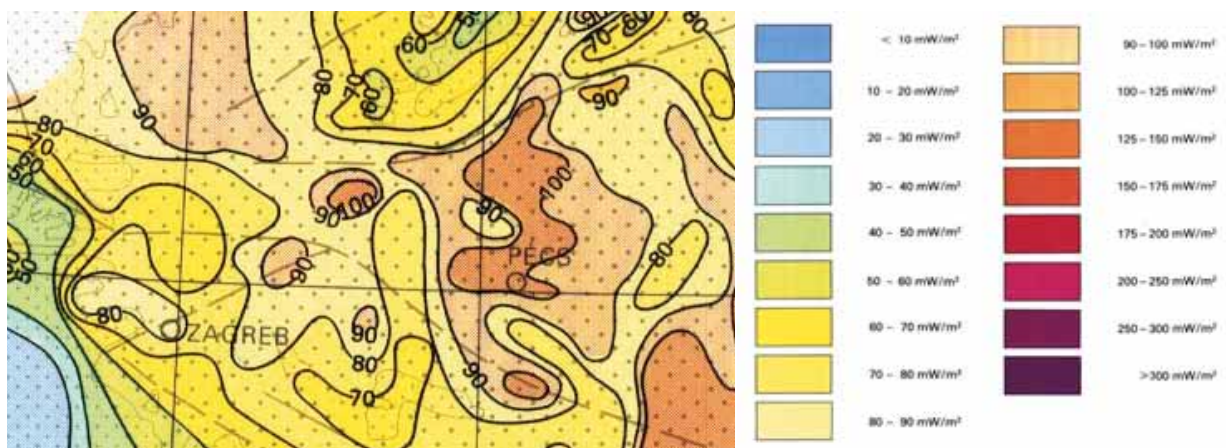
Na prostoru Republike Hrvatske izražena je regionalna pozitivna anomalija Panonskog bazena gdje gustoća toplinskog toka na površini dostiže vrijednosti od 100 mW/m², kao što je to i u Koprivničko-križevačkoj županiji (slika 10.)¹¹.

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

Na prostoru Koprivničko-križevačke županije vrijednosti geotermalnih gradijenata kreću se od 40-50°C/km, a na lokalnim anomalijama i preko 60°C/km (slika 11.)¹².

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 (mW/m²)

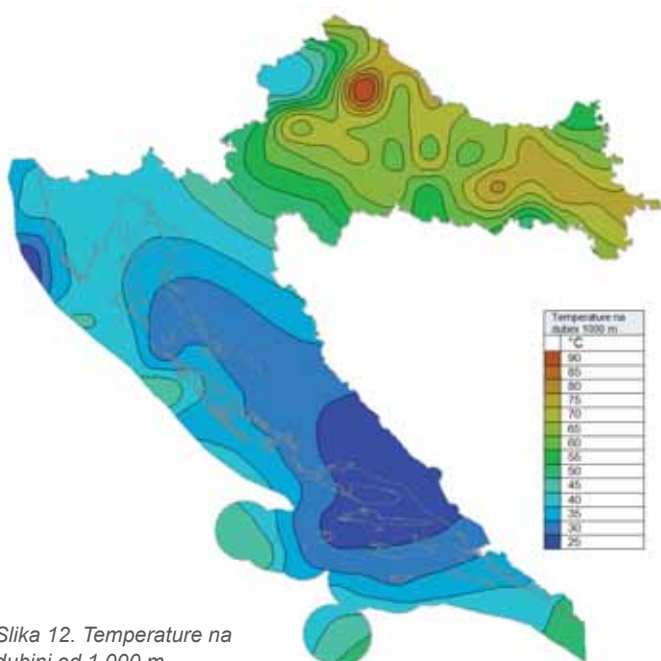


Slika 11. Karta geotermalnih gradijenata Republike Hrvatske

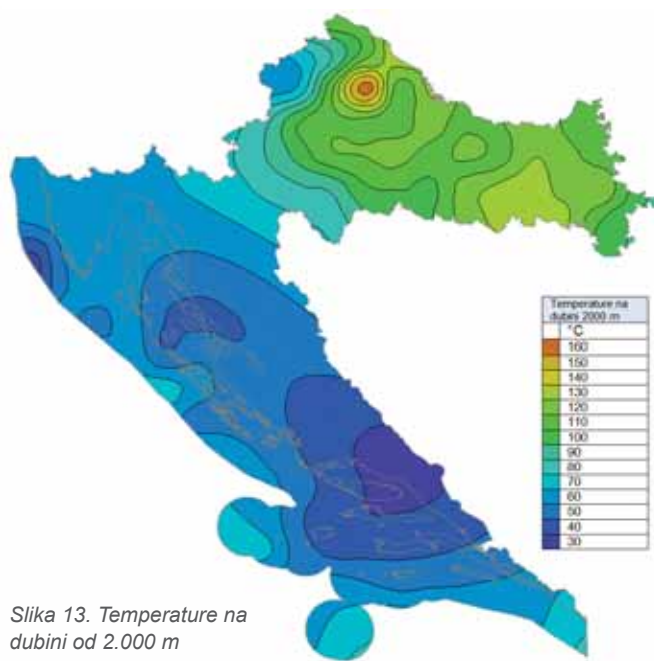
Prema rezultatima računalne interpolacije temperatura, izračunatih prema pretpostavljenoj konstantnoj uspravnoj kondukciji topline i promjenljivoj toplinskoj provodljivosti po dubini, na dubini od 1.000 m mogle bi se dosegnuti temperature do 70°C (slika 12.)¹³, a na dubinama od 2.000 m i do 120°C (slika 13.)¹⁴, 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

Ove vrijednosti su potvrđene na geotermalnom polju [Kutnjak-Lunjkovec](#) koje je u sklopu istražnih radova provela INA-Naftaplin. U potrazi za ležištima ugljikovodika nabušene su tri istražne bušotine: Kt-1, Kt-2 i Lun-1. Na dubinama od oko 2.000 m nabušene naslage s vodom temperature od 140°C. Težište geotermalnog ležišta je na dubini 2.010 m, srednja debljina je 117 metara, a površina 83 km². Prostire se pretežno na području općina Legrad i Mali Bukovec. Tlak u ležištu je 217 bara, na ušću bušotine 6 bara, a izdašnost bušotine Kt-1 je 53 l/s samoizljevanjem. Geotermalna voda ima balneološka svojstva pogodna za zdravstvenu preventivu i posttraumatsku rehabilitaciju.

Ležište je bez prirodnog dotoka vode pa se sva iskorištena (ohlađena) geotermalna voda mora vratiti natrag u ležište. Provedenim ispitivanjima na bušotinama Kt-1 i Lun-1 tijekom 2004. godine dobiveni su valjani podaci za proračun rezervi ležišta C1 kategorije. Ukupne utvrđene bilančne/eksploatacijske rezerve geotermalne vode u Koprivničko-križevačkoj županiji iznose 54 l/s. Geotermalno ležište sadrži 688 milijuna m³ vode s akumuliranom toplinom od 518.000 kJ/m³.

Vlada Republike Hrvatske dala je potporu Programu gospodarske uporabe geotermalne energije na lokaciji Kutnjak-Lunjkovec. Konceptija i izvodljivost programa Gospodarske uporabe geotermalne energije postavljena je studijom izvodljivosti Ekonomskog fakulteta iz 2006. godine.

Vlada je proglasila Geotermalni program demonstracijskim primjerom uporabe geotermalne energije u Republici Hrvatskoj (slika 14.)¹⁵.

Program se realizira u dvije faze ovisno o raspoloživosti geotermalne vode (I-faza 70 l/s; II-faza još 300 l/s), a obuhvaća stupnjevito korištenje geotermalne energije s geotermalnom elektranom kao glavnim objektom. Program je istovremeno energetski projekt, projekt proizvodnje hrane i projekt turističke ponude. Program gospodarske uporabe geotermalne energije na lokaciji Kutnjak-Lunjkovec obuhvaća: proizvodnju i distribuciju transformiranih oblika energije iz geotermalne energije, industrijsku proizvodnju - sušaru, proizvodnju povrća u zaštićenim prostorima, proizvodnju ukrasnoga bilja, koncept akvakulture na području zahvata te program i koncepciju turističkog razvitka kompleksa. Za realizaciju programa je osnovano društvo Geopodravina d.o.o. (osnivači: Hrvatski fond za privatizaciju u ime Vlade RH, Koprivničko-križevačka županija, općina Legrad, INA, HEP i Podravka).

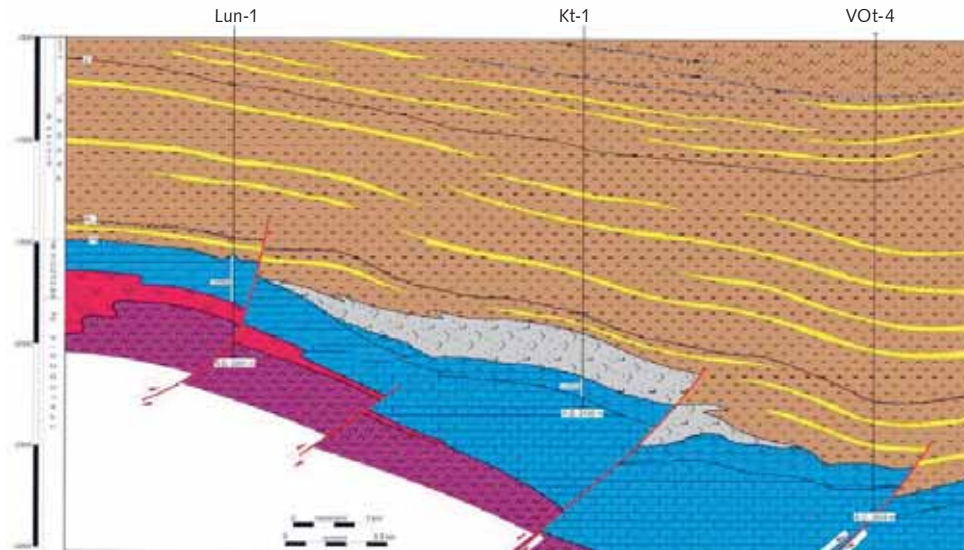
Studijom izvodljivosti Geotermalnog programa iz 2006. godine prva faza programa bila je koncipirana s postojećim bušotinama, Kt-1 kao proizvodnom, a Lun-1 kao utisnom bušotinom. Međutim, nakon dodatnih analiza pokazalo se da proizvodnja geotermalne vode postojećom istražnom bušotinom ne pruža dovoljnu sigurnost te da se treba izvesti nova geotermalna bušotina Kt-1T specifične konstrukcije, a da se postojeća bušotina Kt-1 može koristiti za utiskivanje geotermalne vode.

¹⁵ Izvor: Kolbah, S., Škrlec, M.: Mogućnosti gospodarskog korištenja geotermalnog potencijala na prostoru Varaždinske županije (Geološka osnova), 2011. www.gfv.unizg.hr/modules/m_gfv/datoteke/3_kolbah_ina.pdf

LEGENDA

- PJEŠKOVITA GLINA
- UGLJEN
- PJEŠČENJAK
- LAPOR
- GRAUVAKA
- DOLOMIT
- DOLOMITNA BREČA
- VAPNENI DOLOMIT
- ANDEZIT
- ŠKRILJAVAC

Slika 14. Geološki profil geotermalnog ležišta Kutnjak - Lunjkovec i postojeće bušotine



Uz geotermalno polje Kutnjak-Lunjkovec na području Koprivničko-križevačke županije postoje i druge potencijalne lokacije pogodne za korištenje geotermalne energije. Jedna od njih je i geotermalna bušotina **Križevčanka-1** (Kža-1) u gradu Križevci (na Ratarni). Bušotina je duboka 1.496 m, a nabušena su 3 vodonosna sloja:

- ➔ uškriljeni i vrlo šupljikavi brečokonglomerati vjerojatno paleozojske starosti i (1.404-1.496 m)
- ➔ dobro propusni srednjezrnati pijesci donjeg miocena (1.367-1.375 m)
- ➔ pješčenjaci i breče gornjobadenske starosti (1.342-1.353 m)

Izdašnost termalne vode je 3,8-5,1 l/s, a temperatura na ušću bušotine iznosi 68°C. Može se pretpostaviti da je termalna voda vadoznog porijekla. Njezino sabirno područje predstavlja Kalničko gorje na kojem kolektorske stijene donjeg miocena i gornjeg badena izbijaju na površinu. Voda koja je akumulirana u paleozojskim(?) stijenama, kojih nema na površini, vjerojatno potječe iz mezozojskih (trijaskih?) naslaga (slika 15.)¹⁶.

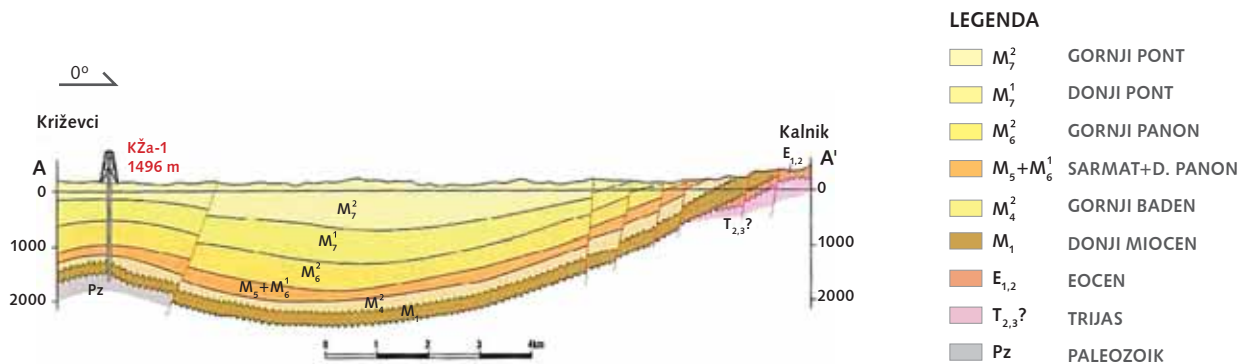
Program ispitivanja bušotine Kža-1 provela je tvrtka GEOTEHNIKA 1987. godine. Ispitivanjem je utvrđeno da bi pilot postrojenje moglo dugoročno davati od 300 do 400 m³ vruće vode na dan. U slučaju da bi se ustanovilo trajno sniženje razine podzemnih izvora tople vode, bilo bi potrebno izbušiti bušotinu za povrat vode u ležište. Krajem 2008. godine, INA-Sektor proizvodnje nafte i plina proveo je jednomjesečno proizvodno ispitivanje i hidrodinamičko mjerenje u bušotini, a rezultati ispitivanja su pokazali da se radi o geotermalnom izvoru koji ima ležišni tlak od 103 bara na dubini mjerenja od

1.052 m gdje je temperatura vode 83,9°C. Na temelju balneološke ocjene vode od strane Škole narodnog zdravlja "Andrija Štampar" voda se može koristiti za objekte fizikalne terapije i objekte za rekreaciju. Na temelju prosječne izmjerene izdašnosti izvora od 350 m³/dan, geotermalni potencijal iznosi oko 750 kW (m= 4 l/s; cp= 4,2; DT=65-20=45°C). Kod dugoročnog korištenja, moglo bi se računati s temperaturom iznad 70°C te s izdašnosti od oko 400 m³/dan (oko 4 l/s).

Tehničke značajke postojećeg izvora prema provedenim ispitivanjima daju dobre indikacije o geotermalnim potencijalima ukupne lokacije. Da bi se prikupili pouzdani i relevantni podaci za dugoročnu eksploataciju, bilo bi potrebno provesti dugoročniji program ispitivanja izvora. Očekuje se da bi energetske potencijal izvora Kža-1 bio reda veličine od 1.000 kW, zahvaljujući relativno visokoj temperaturi vode i povećanom kapacitetu. U sklopu tog ispitivanja proveo bi se i izbor načina iskorištenja energije te izbor opreme koja bi se koristila. Kemijska analiza je kritična za određivanje opsega te vrste opreme i materijala, npr. agresivnost korozija je kritična za određivanje materijala cjevovoda, toplinskih izmjenjivača i otplinjača. Toplina iz geotermalnog izvora koristila bi se za grijanje obližnjih javnih objekata (osnovna i srednja škola, sportska dvorana i bazen).

Na području općine **Ferdinandovac** nalazi se 30-tak plinskih i naftnih bušotina, s geotermalnom vodom temperatura od 125°C. Geološke karakteristike podzemlja, kao i svojstva geotermalne vode, slične su onima na geotermalnom polju Kutnjak-Lunjkovec.

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



Slika 15. Geološki profil Kalnik-Križevci

Bušotinom **Dravka-1**, u okolici Đurđevca nabušeno je ležište geotermalne vode u raspucanim karbonatima na dubini od 2.250-2.310 m. Temperatura vode na ušću bušotine je 100°C, a izdašnost 8,3 l/s. U ovom području su i bušotine F1D i F8 koje su potencijalni izvori geotermalne vode.

Ležište subtermalne vode **Križevačko Vratno** u Križevcima nalazi se na dubini od oko 400 m u dolomitnim brečama. Temperatura vode je 23°C, a izdašnost 16,7 l/s. Ovaj izvor se koristi za opskrbu Križevaca pitkom vodom.

Izvor **Leščan**, istočno od Đurđevca, planira se za korištenje u turističko-rekreacijske svrhe i/ili druge energetske svrhe. Bušotina Leščan-2 izvedena je 1992. godine i dosegla je dubinu od 4.835 m. Temperatura na ušću bušotine bila je 80°C uz izdašnost od 3,2 l/s.

Potencijalne lokacije za korištenje geotermalnih izvora su i **Repaš**, **Gola** i **Gotalovo**, ali je na njima potrebno provesti dodatna istraživanja te izraditi studije o tehničkoj i ekonomskoj opravdanosti navedenih zahvata, studije utjecaja na okoliš te detaljne razrade načina korištenja prostora.

Od 2010. godine Grad Koprivnica sudjeluje u projektu "Inovativna istraživanja geotermalne energije u okolici Grada Curga i Grada Koprivnice" u okviru IPA programa. U sklopu programa tijekom ljeta 2011. godine su u okolici Koprivnice provedena geofizička mjerenja namijenjena određivanju geotermalnog potencijala te definiranju potencijalno povoljnih lokacija za iskorištavanje geotermalne energije.

Uz duboke izvore geotermalne energije u Koprivničko-križevačkoj 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.



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*¹⁷ 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 hidroelektranu¹⁸. Ovaj pojam uveden je zbog toga što mala hidroelektrana nije određena samo strojarnicom 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, strojarnica, 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*^{19, 20}, 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 MW²¹.

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.esha.be>, 2011.

5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE

Uvažavajući prethodno navedeno, na području Koprivničko-križevačke županije nije detektiran energetska potencijal unutar skupine energetska izdašnjih vodotoka.

Što se tiče druge spomenute skupine vodotoka (vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetska korištenja), na području Koprivničko-križevačke županije detektiran je energetska potencijal koji je prikazan u tablici 8. 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 Koprivničko-križevačke i tih županija za određeni vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Koprivničko-križevačke županije. 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.

Tablica 8. Bruto energetska potencijal za vodotoke bez definiranih poteza korištenja na području Koprivničko-križevačke županije

Redni broj	Ime vodotoka	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Komarnica	195	1,71	*Dijelom u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji
2.	Glogovnica	387	3,39	*Dijelom u Bjelovarsko-bilogorskoj i Zagrebačkoj županiji
3.	Velika Rijeka	316	2,77	*Dijelom u Bjelovarsko-bilogorskoj i Zagrebačkoj županiji
4.	Gliboki Potok	365	3,2	
5.	Koprivnica	277	2,43	
6.	Črnc	229	2,01	*Dijelom u Zagrebačkoj županiji
	UKUPNO	1.769	15,51	*Dijelom u drugim županijama

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 pristupa²²) mogu pronaći podaci o potencijalnim projektima u Republici Hrvatskoj u rasponu snage između 5 i 10 MW, međutim, takvi projekti nisu prepoznati na području Koprivničko-križevačke 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.

²² Sektorska obrada i podloge za Vodnogospodarsku osnovu Hrvatske, Hidroenergetska 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 energetske izvor predstavljaju teoretski i tehnički energetske 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 energetske izvoru, odabranoj tehnologiji za proizvodnju energije te propisanim prostorno-planskim uvjetima.

U skladu s postojećim prirodnim potencijalom na području Koprivničko-križevačke županije ističe se energetske potencijal biomase. U cilju ostvarenja projekata bioenergana/toplana preporuča se provesti detaljnu analizu tržišta raspoložive biomase iz šumarstva, poljoprivrede i industrije i razmotriti postojeće planove sudionika na tržištu, kako bi se utvrdio ostvarivi energetske 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 Koprivničko-križevačkoj 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 Koprivničko-križevačkoj 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



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

Tel: +385 1 6326 148

Web: 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

Facebook: www.facebook.com/euinfocentar

Web: www.delhrv.ec.europa.eu