






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	10
3.2.3. BIOMASA IZ OTPADA	12
4. GEOTERMALNA ENERGIJA 	13
4.1. OPĆE ZNAČAJKE	13
4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL	15
5. HIDROENERGIJA 	19
5.1. OPĆE ZNAČAJKE	19
5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE	20
ZAKLJUČAK	21

PREDGOVOR

„Potencijal obnovljivih izvora energije u Krapinsko-zagorskoj 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 Krapinsko-zagorskoj 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

Krapinsko-zagorska županija nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske i s ukupno 133.064 stanovnika čini 3,1% stanovništva Republike Hrvatske. Grad Krapina, upravno i administrativno središte Županije, ima 12.479¹ stanovnika. Ukupna površina Županije iznosi 1.224 km² ili 2,2% državnoga teritorija.

Područje Krapinsko-zagorske županije predstavlja zasebnu geografsku cjelinu koja se pruža od vrhova Macelja i Ivanščice na sjeveru do Medvednice na jugoistoku. Zapadna granica, ujedno i državna s Republikom Slovenijom, je rijeka Sutla, a istočna je vododjelnica porječja Krapine i Lonje. Ovako razgraničen prostor podudara se s prirodnom regijom Donje Zagorje.

Veliko prometno značenje daje međunarodna trasa autoceste koja prolazi duž cijele Županije i predstavlja sastavni dio sjeverozapadnog ulaza/izlaza Republike Hrvatske prema Europi.

Krapinsko-zagorska županija obuhvaća sedam gradova i 25 općina, a u njoj prevladavaju naselja koja imaju pretežno seoska obilježja. Naselja koja su proglašena gradovima predstavljaju područja koja imaju prijelazna obilježja između urbaniziranog prostora i sela.

Što se klimatskih obilježja tiče, Krapinsko-zagorska županija ima kontinentalno-humidni tip klime s umjereno toplim ljetima i dosta kišovitim i hladnim zimama. Na klimu utječu:

- ➔ opća atmosferska cirkulacija karakteristična za geografsku širinu
- ➔ utjecaj Panonske nizine
- ➔ utjecaj planinskog sustava Alpa
- ➔ utjecaj planinskog sustava Dinarida
- ➔ reljef kao utjecaj na lokalne klimatske različitosti

Krapinsko-zagorska županija je područje kontinentalnog oborinskog režima s čestim i obilnim kišama u svibnju, lipnju i srpnju, tj. u toku vegetacijskog perioda. Drugi oborinski maksimum je u studenom dok najmanje oborina ima u veljači i ožujku.

Tijekom cijele godine postoji mogućnost pojave magle i to isključivo u jutarnjim i večernjim razdobljima dana (ljetna sezona godine), a u zimskom razdoblju i tijekom cijelog dana. Najveći broj dana s maglom zabilježen je u rujnu, listopadu, studenom i prosincu. Godišnje je ukupno 56 dana s maglom pa to znači da je 15,3% godine smanjena vidljivost.

U Krapinsko-zagorskoj županiji na strujanje vjetrova najviše utječe lokala orografija. Najjači vjetrovi javljaju se od kasne jeseni do početka proljeća.

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

1. ENERGIJA VJETRA



1.1. OPĆE ZNAČAJKE

Na značajke vjetrova u Krapinsko-zagorskoj županiji u najvećoj mjeri utječu prolasci fronti ili ciklona 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

Krapinsko-zagorsku županiju karakterističan je sjeveroistočni vjetar koji puše najčešće u zimskom dijelu godine te donosi vedro i hladno vrijeme. Intenzitet vjetrova je jači zimi nego ljeti. Međutim, u Krapinsko-zagorskoj županiji, s energetskog 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 Krapinsko-zagorskoj županiji, prema dostupnim podacima, nije znan. Najbolji potencijal energije vjetra u Krapinsko-zagorskoj županiji (slika 1.) može se očekivati u njezinom sjevernom dijelu. Prema dostupnoj karti vjetra na 80 m iznad razine tla, najvjetrovitija su područja na istaknutim vrhovima Ivanščice. 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 Krapinsko-zagorskoj županiji se s energetskog stanovišta može očekivati vrlo mali potencijal energije vjetra, sa srednjim godišnjim brzinama koje ne prelaze 6 m/s.

Tehnički potencijal vjetra određen je kapacitetom lokacija koje su pogodne za iskorištavanje njegove energije. Takve lokacije moraju zadovoljavati

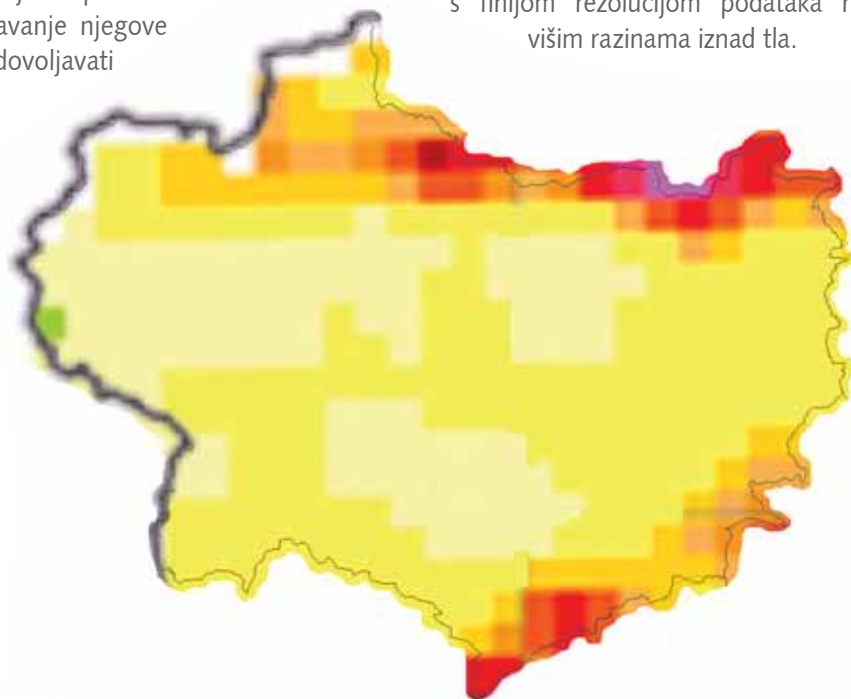
niz zahtjeva od kojih je najvažniji: vjetropotencijal, mogućnost evakuacije snage, prihvatljivost s obzirom na utjecaje na okoliš, zaštita prirode, pristup i drugi. Preliminarno raspoloživi tehnički potencijal u Krapinsko-zagorskoj županiji procijenjen je na 20-ak MW, uz zadovoljenje nužnih tehničkih uvjeta. Prikazana karta vjetra dobivena je modelski. U Krapinsko-zagorskoj županiji na izloženim brdskim vrhovima 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.

Slika 1. Karta vjetra za područje Krapinsko-zagorske županije

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

2.50-3.00
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
5.40-5.60
5.60-5.80
5.80-6.00



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 dopire 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

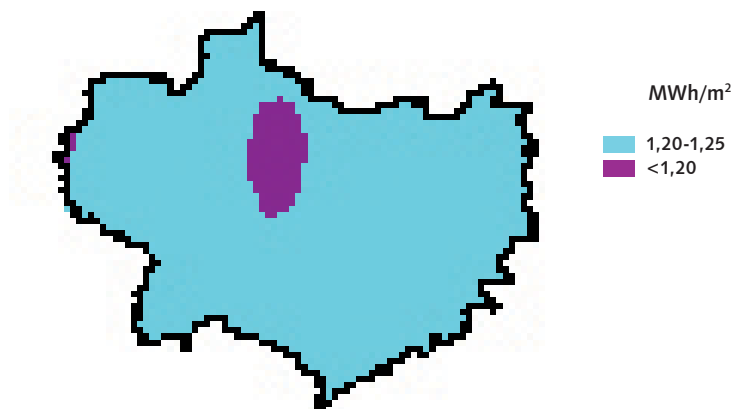
Godišnja ozračenost vodoravne plohe osnovni je parametar kojim se može procijeniti prirodni potencijal energije Sunca na nekoj lokaciji ili širem području. Ozračenost vodoravne plohe na nekom širem području (poput područja županije) je prostorno distribuirana ovisno o zemljopisnoj dužini (povećava se u smjeru sjever-jug), topografiji terena (smanjuje se u smjeru od mora prema kopnu) te klimatološkim značajkama samog prostora. Krapinsko-zagorska županija nalazi se u kontinentalnom dijelu Hrvatske koja ima relativno stalnu razdiobu potencijala Sunčevog zračenja te obuhvaća relativno malen teritorij. Srednja godišnja ozračenost vodoravne plohe na najvećem području Županije kreće se između 1,20 i 1,25 MWh/m², a tek ponegdje se smanjuje ispod 1,20 MWh/m². Na slici 2. prikazana je prostorna raspodjela srednje godišnje ozračenosti na području Krapinsko-zagorske županije.

Detaljni podaci o Sunčevom zračenju na području Krapinsko-zagorske županije nisu dostupni niti za jednu konkretnu lokaciju, ali je interpoliranjem podataka za bliske lokacije u drugim županijama (Grič-Zagreb, Puntijarka i Varaždin) moguće proračunati detaljne podatke za lokacije unutar Županije. U tablici 1. prikazane su srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima, a u tablici 2. srednje dnevne ozračenosti prema jugu nagnute

plohe za godišnje optimalne kutove nagiba za lokaciju Krapina, kao tipičnog predstavnika područja Županije.

Tablica 1. Srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima

Lokacija	Krapina		
	Ukupno	Raspršeno	Izravno
Siječanj	1,08	0,71	0,37
Veljača	1,76	1,07	0,69
Ožujak	3,02	1,65	1,37
Travanj	4,26	2,18	2,08
Svibanj	5,23	2,64	2,59
Lipanj	5,75	2,80	2,95
Srpanj	5,86	2,66	3,20
Kolovoz	4,96	2,36	2,60
Rujan	3,86	1,75	2,11
Listopad	2,38	1,27	1,11
Studeni	1,24	0,81	0,43
Prosinac	0,83	0,59	0,25
Uk.god. (MWh/m ²)	1,23	0,62	0,60



Slika 2. Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Krapinsko-zagorske županije

Tablica 2. Srednje dnevne vrijednosti ozračenosti prema jugu nagnute plohe za optimalni kut nagiba

Lokacija	Krapina			
Optimalni kut	26°			
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno
Siječanj	1,53	0,67	0,84	0,01
Veljača	2,27	1,02	1,23	0,02
Ožujak	3,52	1,57	1,92	0,03
Travanj	4,50	2,07	2,39	0,04
Svibanj	5,16	2,51	2,60	0,05
Lipanj	5,51	2,66	2,79	0,06
Srpanj	5,69	2,52	3,11	0,06
Kolovoz	5,10	2,24	2,82	0,05
Rujan	4,43	1,66	2,72	0,04
Listopad	3,02	1,20	1,79	0,02
Studeni	1,68	0,76	0,90	0,01
Prosinac	1,17	0,56	0,60	0,01
Uk.god. (MWh/m ²)	1,33	0,59	0,72	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 umirovljenika,

ali i u objektima koji se koriste sezonski, poput hotela ili apartmana za iznajmljivanje. U obiteljskim kućama se najčešće koristi relativno mali sustav koji se sastoji od sunčanih kolektora površine cca 4 m² i spremnika tople vode volumena 300 l. Takav sustav, na području Krapine, može zadovoljiti do 90% 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. Fotonaponski modul je gotov uređaj kojim je moguće generirati električnu energiju, međutim kako se oni

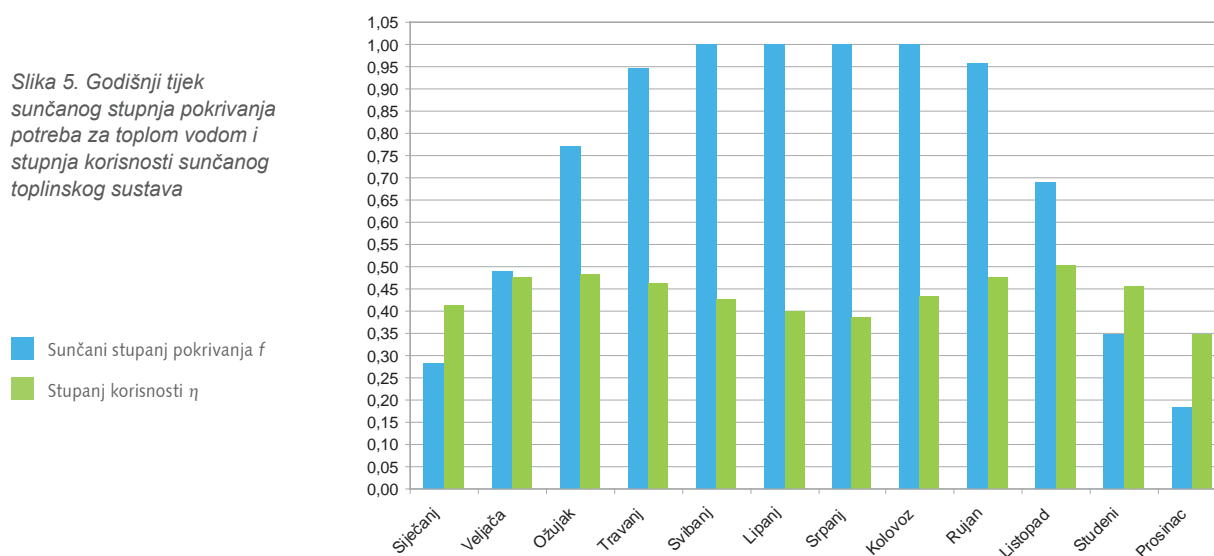
Slika 3. Primjer korištenja Sunčeve energije: fotonaponski moduli



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



proizvode u relativno malim snagama (do maksimalno nekoliko stotina vata), više fotonaponskih modula se slaže u fotonaponsko polje kako bi se postigle veće snage. Fotonaponski moduli generiraju istosmjernu električnu struju te se za pretvorbu iz istosmjerne u izmjeničnu, pogodnu za predaju u elektroenergetsku mrežu, koriste izmjenjivači. Osim prilagodbe oblika, izmjenjivači imaju još dvije važne zadaće – praćenje optimalne radne točke fotonaponskog polja te odspajanje sustava s mreže u slučaju nestanka električne energije radi sigurnosnih razloga. Ovisno o izvedbi, na jedan izmjenjivač je moguće spojiti više polja fotonaponskih modula pa se jedan takav kompletan sustav može smatrati generatorom električne energije u punom smislu te riječi. Spremnici energije (najčešće baterijske akumulatorske banke) koriste se kod autonomnih sustava koji nisu spojeni na elektroenergetsku mrežu. Fotonaponske sustave moguće je instalirati na stambenim objektima, objektima komercijalne ili proizvodne namjene kojima proizvodnja električne energije nije osnovna zadaća. Uobičajeno je da se fotonaponski moduli u ovim slučajevima postavljaju na krovove objekata (bilo ravne, bilo kose), ali su u posljednje vrijeme sve češće primjene korištenja specijalnih fotonaponskih modula kao elementa fasade.

Proizvodnja električne energije u fotonaponskom sustavu, osim o dozračenoj energiji na lokaciji, ovisi o cijelom nizu čimbenika poput zasjenjenja, kuta nagiba i orijentacije fotonaponskih modula, tehničkim karakteristikama modula, temperaturi okoline, karakteristikama izmjenjivača, gubicima u kabelima itd.

Fotonaponski sustav snage 10 kW postavljen pod optimalnim kutom, bez zasjenjenja na području Krapine može proizvesti oko 10.200 kWh električne energije godišnje (tablica 3.).

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

Mjesec	Generirana električna energija u FN modulima (kWh)	Električna energija isporučena u mrežu (kWh)
Siječanj	402	380
Veljača	566	540
Ožujak	950	911
Travanj	1.114	1.068
Svibanj	1.264	1.211
Lipanj	1.265	1.210
Srpanj	1.348	1.291
Kolovoz	1.222	1.170
Rujan	1.067	1.024
Listopad	788	755
Studenj	425	402
Prosinac	292	273
Ukupno	10.702	10.233

Proizvodnost fotonaponskog sustava je količina električne energije koju može proizvesti sustav jedinične snage. Za Krapinu bi ona iznosila oko 1.020 kWh/kW godišnje. Slična proizvodnost se može očekivati i na cjelokupnom području Krapinsko-zagorske županije.

3. ENERGIJA BIOMASE



3.1. OPĆE ZNAČAJKE

3.1.1. OPĆE ZNAČAJKE ENERGIJE BIOMASE

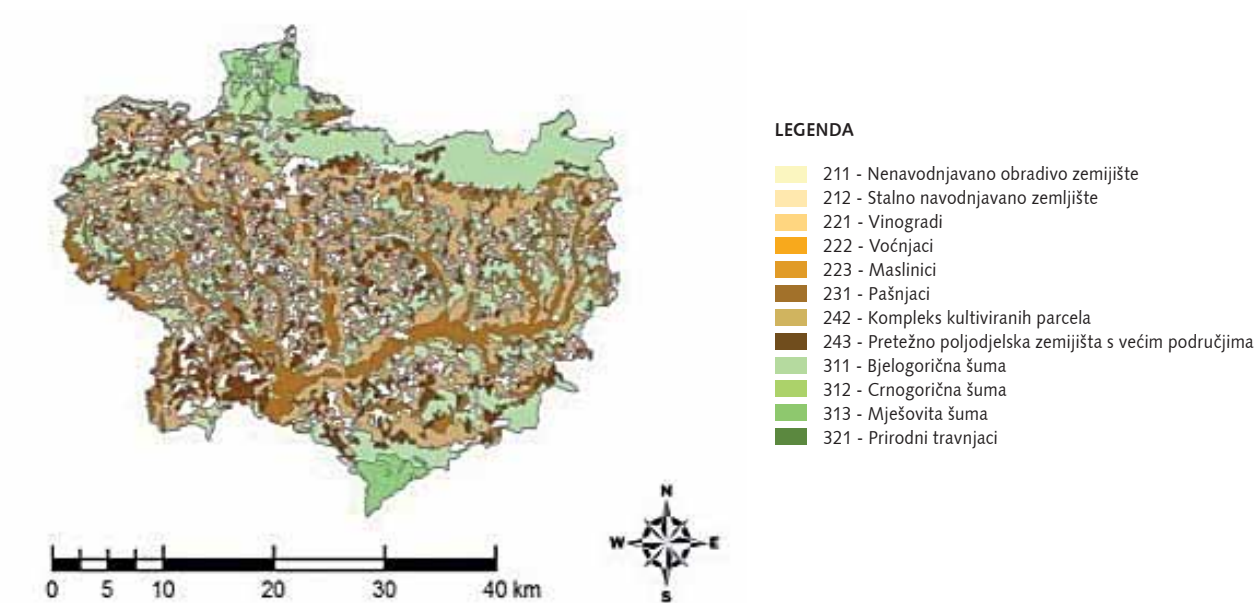
Direktiva 2009/28/EZ o promociji obnovljivih izvora energije definira biomasu kao biološko razgradiv dio proizvoda, otpada i ostataka biološkoga podrijetla iz poljoprivrede, šumarstva i s njima povezanih proizvodnih djelatnosti uključujući, ribarstvo i akvakulturu te biološko razgradiv dio industrijskog i komunalnog otpada. Zbog različitih karakteristika i izvora sirovine, biomasa predstavlja najsloženiji oblik obnovljivih izvora energije.

Sa stajališta konačnog proizvoda - energije, iz biomase je moguće proizvesti toplinsku i električnu energiju te goriva za prijevoz. U ovoj studiji prikazani su potencijali poljoprivredne biomase (ratarstvo i stočarstvo), šumske biomase (gospodarenje šumama) te potencijali biorazgradivog dijela komunalnog otpada i otpada iz drvno- i prehrambeno-prerađivačke industrije.

3.1.2. KARAKTERISTIKE ŽUPANIJE VAŽNE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ BIOMASE

Prema Prostornom planu Krapinsko-zagorske županije iz 2002. godine, ukupne poljoprivredne površine zauzimaju 70.461 ha, što je u skladu s podacima iz digitalne baze podataka CORINE Land Cover. Od toga obradive površine zauzimaju 70.366 ha. Na slici 6. je prikazana karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Krapinsko-zagorske županije. Prirodni uvjeti ograničavaju intenzivnije bavljenje poljoprivredom. Teren je većinom brdovit, a u nizinskom dijelu je

značajan neujednačen režim nadzemnih i podzemnih voda. Pored toga nema većih melioracijskih zahvata radi privođenja tla za poljoprivrednu proizvodnju. Jedno od osnovnih obilježja poljoprivrednih gospodarstava na području Krapinsko-zagorske županije je usitnjenost posjeda, rascjepkanost i nespecijalizirana poljoprivredna proizvodnja. U stočarstvu gotovo sve djelatnosti bilježe vrlo visoke stope opadanja i imaju izrazito negativna kretanja.



Slika 6. Karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Krapinsko-zagorske županije

Šumsko zemljište predstavljaju šume manjih površina, potisnute krčenjem i pretvaranjem u poljoprivredu zemljište, a jači šumski kompleksi nalaze se na Ivanšćici, Maceljskom gorju i Medvednici. Prema podacima iz Prostornog plana, na području Krapinsko-zagorske županije prostire se 43.714 ha (39.547 ha prema CORINE) šumskih površina što čini 36,8% ukupne

površine Županije. Od toga je 9.956 ha državnih šuma, a 33.758 ha privatnih šuma. U rascjepkanom šumskom kompleksu dominantnu ulogu imaju općekorisne funkcije šuma. Krapinsko-zagorska županija ne raspolaže šumskom osnovom koja bi mogla biti podloga za značajniji industrijski razvoj u području drvne industrije.

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** - energetski nasadi, granjevina i ostali drvni 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 površinama.

BIOPLIN

Bioplin je proizvod anaerobne razgradnje organske tvari, a sastoji se od mješavine plinova, uglavnom ugljikovog dioksida (25-45%) i metana (50-75%), a u manjim dijelovima sadrži i vodenu paru, kisik, dušik, amonijak, vodik te sumporovodik. Energetska vrijednost bioplina ovisi o udjelu metana čija gornja ogrjevna vrijednost iznosi 39,8 MJ/m³. Prosječna energetska vrijednost bioplina iznosi 21 MJ/m³. Izgaranjem bioplina se može proizvoditi toplinska ili električna

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.

energija, odnosno u slučaju kogeneracije istovremeno toplinska i električna energija. Pročišćavanjem bioplina do razine od oko 95% metana, dobiva se biometan koji se koristi kao zamjena za prirodni plin (ubrizgavanje u mrežu prirodnog plina, motorno gorivo i sl.). Nadalje, prilikom proizvodnje bioplina dobiva se digestat (biomasa preostala nakon anaerobne razgradnje organske tvari) koji se može koristiti kao kvalitetno gnojivo u ratarstvu.

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

Prilikom izračuna potencijala proizvodnje bioplina korištena je sljedeća formula:

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

Gdje je:

BP - energetska vrijednost proizvedenog bioplina [kWh/god]

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

oST - udio organske suhe tvari u svježoj sirovini

p - prinos metana (CH_4) po jedinici organske suhe tvari u svježoj sirovini [$m^3/t \text{ oST}$]

k=10 - energetska vrijednost metana [kWh/ Nm^3]

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.

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 343 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 641 TJ/god. U ovom slučaju bilo bi potrebno angažirati 2.372 ha poljoprivrednog zemljišta za proizvodnju kukuruzne silaže.

Tablica 4. Energetski potencijal proizvodnje bioplina u Krapinsko-zagorskoj 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	129.314	71.123	256
Svinjski stajski gnoj	38.697	6.447	23
Gnoj peradi	18.087	17.906	64
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	1.648	128.582	463
Svinjski stajski gnoj + silaža	493	23.642	85
Gnoj peradi + silaža	231	25.943	93

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

Uzmemo li u obzir postojeću praksu u poljoprivredi, uz pretpostavku okrupnjavanja stočarske proizvodnje te sukladno *Strategiji energetskega razvoja Republike Hrvatske*³ može se procijeniti da bi se oko 20% teoretskog potencijala moglo iskoristiti za proizvodnju obnovljive energije. Za sada Krapinsko-zagorska županija raspolaže značajnim količinama sirovine te s dovoljno zemljišta koje je moguće aktivirati za proizvodnju kukuruzne silaže. Kao što je rečeno ranije, na području Županije je uočen značajan pad stočarske proizvodnje.

Uz pretpostavku da se mogu osigurati dostatne količine sirovina, proizvodnja bioplina iz stajskog gnoja u kodigestiji s kukuruznom silažom predstavljala bi povoljan scenarij ukoliko nije moguće koristiti otpadne sirovine, na primjer ostatke iz prehrambene industrije, klaonički otpad i sl.

TEKUĆA BIOGORIVA

Tekuća biogoriva su goriva proizvedena iz biomase, koja se koriste za pogon motornih vozila, bilo kao čista ili kao mješavina s dizelskim gorivom, odnosno motornim benzinom. S obzirom na tehnologiju proizvodnje, postoje biogoriva prve, druge i treće generacije. Tehnologije prve generacije biogoriva su komercijalne, a primarno se odnose na proizvodnju biodizela iz uljaraica te 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. 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 Krapinsko-zagorske 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)**	160.044	48.139	27	1.300
Šećerna repa	1.474.565	114.277	27	3.086
Biodizel				
Soja	89.913	17.024	37	630

* 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 35.956 ha raspoloživog poljoprivrednog zemljišta angažira za proizvodnju jedne od navedenih kultura, mogla bi se proizvesti količina biodizela odnosno bioetanola energetske vrijednosti od 630 do 3.086 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 plodoređa 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. Šećerna repa ima najveće energetske potencijale, no sadašnji tržišni uvjeti pretpostavljaju njezin uzgoj za proizvodnju šećera. Zbog karakteristika reljefa i velike usitjenosti zemljišta, nije realno očekivati značajniju proizvodnju biogoriva na području Krapinsko-zagorske županije.



Slika 7. Prikaz raspodjele ukupnih drvnih zaliha na području Krapinsko-zagorske 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 Krapinsko-zagorskoj 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
9.863.435	273.705	58.854	14.681	138	497	36	127

Kao što je vidljivo iz tablice 6. energetske potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo), koji je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi 497 TJ godišnje. U 2007. godini ostvarena sječa prostornog drva iznosila je 14.681m³ (127 TJ) što čini oko 25%

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 energetska 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. Proces izgaranja se najčešće koristi za iskorištavanje ovakve sirovine. Pri izračunu

potencijala iz drvnog otpada uzeta je relativna mokrina materijala od 10%. Prema podacima *Registra otpada* za 2010. godinu, na odlagališta u Republici Hrvatskoj odloži se godišnje 96% proizvedenog biorazgradivog komunalnog otpada. Izračun teoretskog energetskeg potencijala proizvodnje bioplina iz komunalnog otpada temelji se na podacima Agencije za zaštitu okoliša o prikupljenom komunalnom otpadu u 2010. godini⁵, 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 energetska potencijali dobiveni iz otpada na području Krapinsko-zagorske županije

Vrsta otpada	Raspoloživost otpada (t/god)*	Teoretski energetska potencijal (MWh/god)	Teoretski energetska potencijal (TJ/god)
Klaonički otpad	2.472	12.360	44,5**
Ostaci iz drvene industrije	19	88	0,3
Biorazgradiva komponenta komunalnog otpada	12.092	8.162	29,4**

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

Kao što je vidljivo iz tablice 7. značajniji teoretski energetska potencijal ostvaruje klaonički otpad, a potom biorazgradiva komponenta komunalnog otpada. 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 na odlagališta komunalnog otpada biti će 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. Krapinsko-zagorska žu-

panija pripada panonskom području koje karakterizira visoki geotermalni gradijent i visoke vrijednosti gustoće toplinskog toka.

4.1. OPĆE ZNAČAJKE

Na području Krapinsko-zagorske županije javljaju se elementi alpske građe i reljefa te manjim dijelom elementi panonske građe. Granicu Alpa predstavlja dolina rijeke Krapine. Na površini prevladavaju klastiti i vapnenci najvećim dijelom oligocenske i miocenske starosti te mjestimice trijasse starosti. Mjestimične su pojave magmatskih stijena mezozoika, a paleozojske stijene su prisutne na sjevernim obroncima Medvednice. U dolinama vodotoka prisutne su aluvijalne naslage i les. Područje karakterizira složena geološka građa pod naglašenim utjecajem tektonike. Brojni rasjedi koji presijecaju geološke strukture razlog su pojave brojnih mineralnih i termalnih izvora. Mineralno-termalne vode pojavljuju se duž rasjednih linija, a imaju različiti mineralni sastav i različite temperature (slika 9.)⁸.

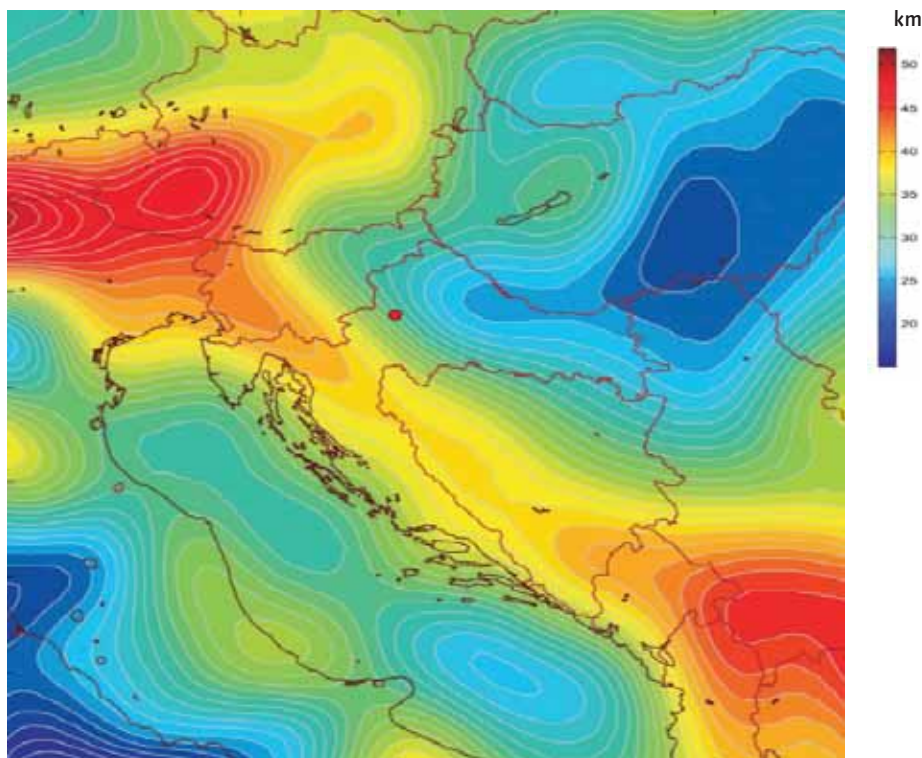
U Republici Hrvatskoj je geotermalni gradijent pod najvećim utjecajem dubine Mohorovičićevog diskontinuiteta (koji predstavlja granicu između Zemljine kore i plašta), odnosno debljine kontinentalne kore⁹. Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u području Hrvatskog zagorja iznosi između 25 i 30 km (slika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

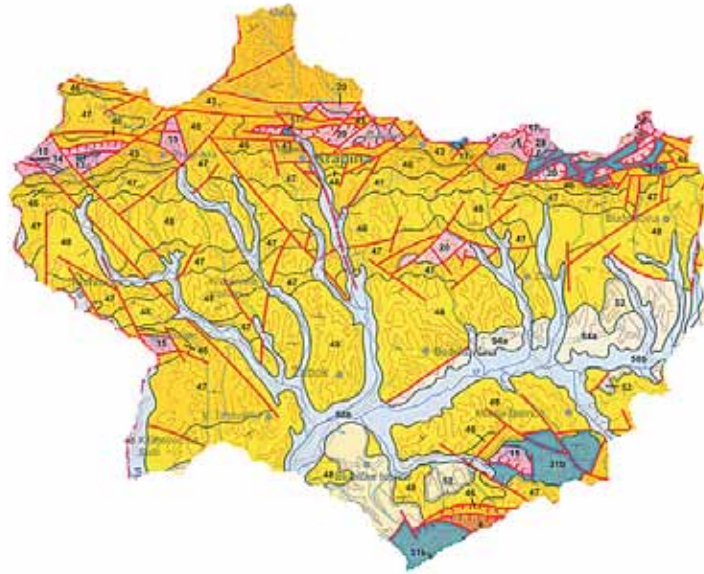
9 Kolbah, S., Škrlec, M., Kulenović, I., Šćuric, S., Golub, M.: Geothermal Water as Energetic and Mineral Source, Annual 2008 of The Croatian Academy of Engineering vol. 1, 1; 139-161, 2009.

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 Krapinsko-zagorske županije



GEOLOŠKA GRANICA

- kontinuirani prijelaz (normalna)
- erozijska ili tektonsko-erozijska

POLOŽAJ SLOJA

- nagnuti
- horizontalni
- vertikalni
- prevrnuti

STRUKTURNE OZNAKE

- folijacija
- ključ osne ravnine
- rasjed bez oznake karaktera: utvrđen (a), pokriven (b)
- relativno spuštani blok: utvrđen (a), pokriven (b)
- reversni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)
- navlačni kontakt: utvrđen (a), pokriven (b)
- relativno spuštani navlačni kontakt normalnim rasjedom: utvrđen (a), pokriven (b)
- tektonsko okno
- navlačak
- tektonski prodor – dijapirski kontakt

DRUGE OZNAKE

- ceste, uglavnom asfaltnane
- autoceste
- autoceste u izgradnji ili planirane
- NP nacionalni park

TUMAČ OZNAKA:

16 a1pQ ₁ a1Q ₁	Deluvijno-erodirane (a – a1pQ ₁) i aluvijalne (a – a1Q ₁) naslage (holocen)	36 Pc, E	Parfenoški šilj, klastični (paleocen, eocen)	18 T ₁ , T ₁ ¹	Evaporiti-karbonatno-klastično-vulkogeni kompleks (gornji trias, karak)
17 a1Q ₂ a1Q ₂	Jevenske (a – a1Q ₂) i barakke (a – a1Q ₂) naslage (holocen)	37 K ₁ , Pg	Vulkanite stijene (gornja kreča, paleogen) / -bazalt, J – bazalt, T – granit	19 T _{2a}	Magnetske stijene (srednji-gornji trias) a – andezit, J – bazalt, T – bazalt i dijabaz, J10b – seltitovani dijabaz i andezit bazalt
18 a1Q ₃	Estaki pjesci (a1Q ₃) (holocen)	38 K ₂	Karbonatni klastični (gornje šilje) "vragli" vapnenici (gornja kreča)	19 T ₂	Klastične i postklastične naslage (srednji trias)
19 a1Q ₄ a1Q ₄	Oronita (a1Q ₄) (holocen)	39 K ₃	Vamptingova i šušćinski naslage (gornja kreča)	20 T ₃	Karbonatne naslage (srednji trias)
20 a1Q ₅ a1Q ₅	Kopren (a – a1Q ₅) i barakke (a – a1Q ₅) sa (paleocen)	40 K ₄ ¹	Rudinski vapnenici (srednja kreča)	21 T ₄	Bajke i karnijske naslage (srednji trias)
21 a1Q ₆ a1Q ₆	Fluvijalne (a – a1Q ₆) i fluvijalno-erodirane (a – a1Q ₆) naslage (paleocen)	41 K ₅ , K ₅ ¹	Dukovci i postdimitrovačke (dijapirski) kreča (gornji alž, donji eocen)	22 P ₁	Evaporiti i klastične naslage (gornji perm) a – vapnenik, b – klastični
22 P1, Q	Klastične naslage (paleocen)	42 K ₆	Vapnenici i dolomiti (gornja kreča)	23 P ₂	Magneti (T perm) kvartarni, granodioriti, bazaltiti
23 M ₁ , M ₂	Miocenske naslage Oronita	43 J _{1a}	Obične stijene (srednja, gornja jur) a – ulamafit, b – magneti, c – sedimentne stijene	24 P	Graniti (perm)
24 P1	Paleokreča naslage (olig, miocen)	44 J _{1b}	Parametamorfnе stijene (srednja jur)	25 C, P	Prekambrijske klastične naslage (karbon, perm)
25 M, P1	Pijavci i gline (miocen, pliocen)	45 J ₂	Oronitarnе stijene (srednja jur)	26 C, P	Klastične i karbonatne naslage (karbon, perm)
26 M ₂	Klastični i ugljeni (perm)	46 J ₃ , K ₁ ²	Vapnenici i mrdnjašćina i kalijevska (olig, miocen)	27 D, C, P	Herzinski sedimentarni kompleks (karbon, perm)
27 M ₃	Vapneničko-klastične naslage (perm, jur)	47 J	Pločasti vapnenici (gornji trias)	28 D, C	Klastične i karbonatne naslage (olig, karbon)
28 M ₄	Ličevci i klastične naslage s vulkanitima (olig)	48 J ₄ , K ₂ ²	Sljivci i masivni dolomiti (olig, miocen)	29 Pc, TT	Parametamorfnе stijene (paleocen, T trias)
29 M ₅	Magnetske stijene (karak, bazalt) a – andezit i bazalt, J – bazalt	49 J ₅ ¹	Progresivno-granitna vapnenici i dolomiti (miocen, olig)	30 Pz, TT	Oronitarnе stijene (paleocen, T trias)
30 M ₆	Klastični i karbonatni i klastični (olig, karak)	50 J ₆ ¹	Vapnenici i mrdnjašćina a – sljivci s dolomitima, b – plinčasti i stariji, lamelne naslage (gornji ugljeni-donji trias)	31 O, S, D	Oronita stijene (paleocen, olig, miocen)
31 O1, M ₁	Klastični i vulkanitima (olig, eocen)	51 J ₇	Vapnenici i dolomiti (gornja jur)	32 O, S, D	Kompleks metamorfnih stijena (paleocen, olig, miocen)
32 Pg, Ng	Vapneničke kreče (paleogen, neogen)	52 J ₈	Dimitrovački vapnenici i dolomiti (srednja jur)	33 O, S, D	Progresivna metamorfnе stijene (olig, miocen, olig, miocen)
33 E, O1	Promijske naslage (eocen, oligocen)	53 J ₉	Vapnenici i dolomiti (gornja jur)	34 Pz	Kompleks metamorfnih stijena (paleocen)
34 E _{1a}	Flične naslage (srednji-gornji eocen)	54 T ₁ ²	Dolomiti (gornji trias, mi)		
35 TPh, E _{1b}	Ličevske naslage, karboniferni vapnenici i prelazne naslage (Tgornji paleocen, donji i srednji eocen)	55 T _{2a}	Klastične naslage (Tgornji trias-donji trias)		

4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL

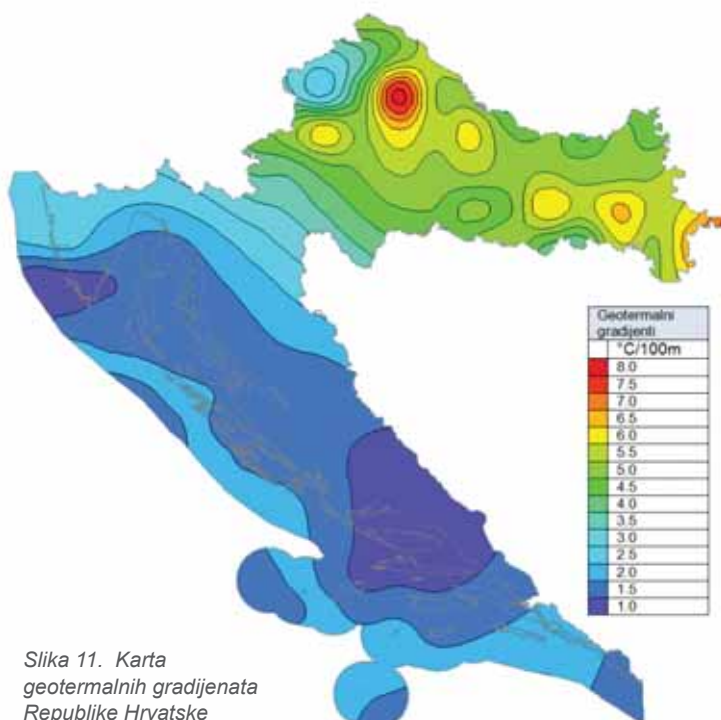
Na prostoru Republike Hrvatske izražena je regionalna pozitivna anomalija Panonskog bazena gdje gustoća toplinskog toka na površini dostiže vrijednosti od 100 mW/m², kao što je to i u Krapinsko-zagorskoj županiji (slika 10.)¹¹.

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 sjeverozapadne Hrvatske 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)



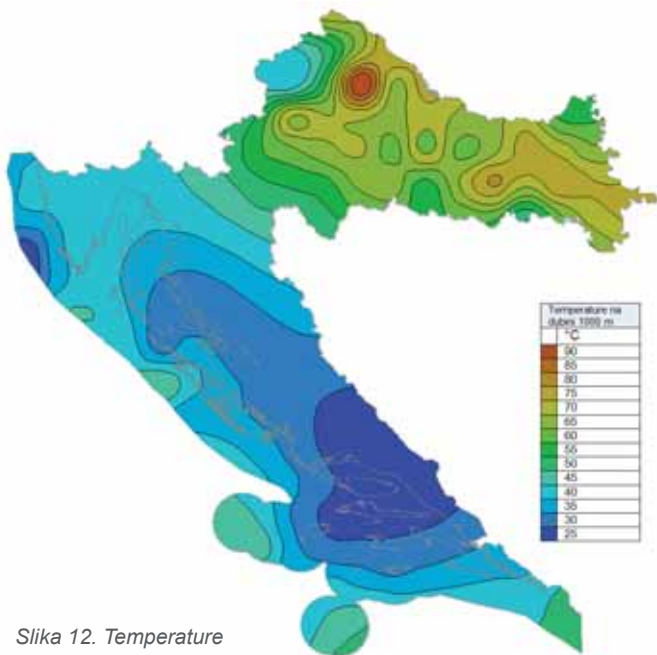
Slika 11. Karta geotermalnih gradijenata Republike Hrvatske

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

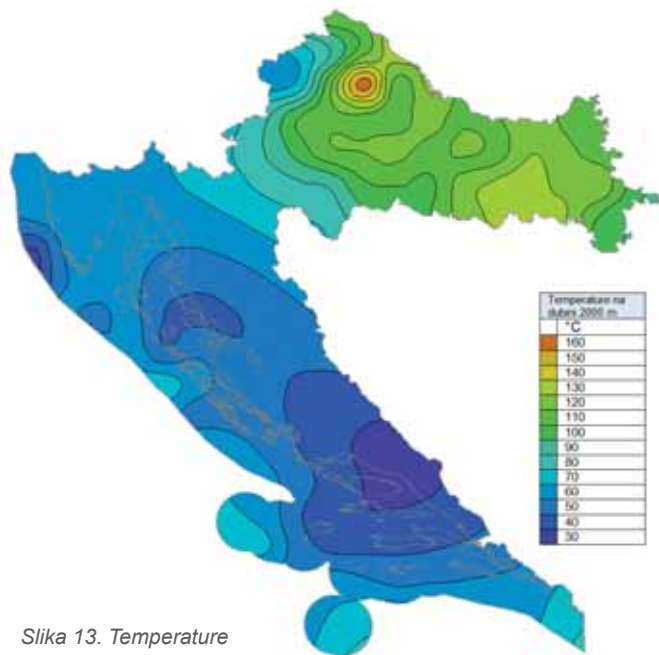
Na dubinama od 2.000 m temperature mogu dosegnuti i do 120°C (slika 13.)¹⁴, uz određena odstupanja na lokacijama gdje se toplina uz kondukciju prenosi i konvekcijom putem cirkulacije fluida.

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

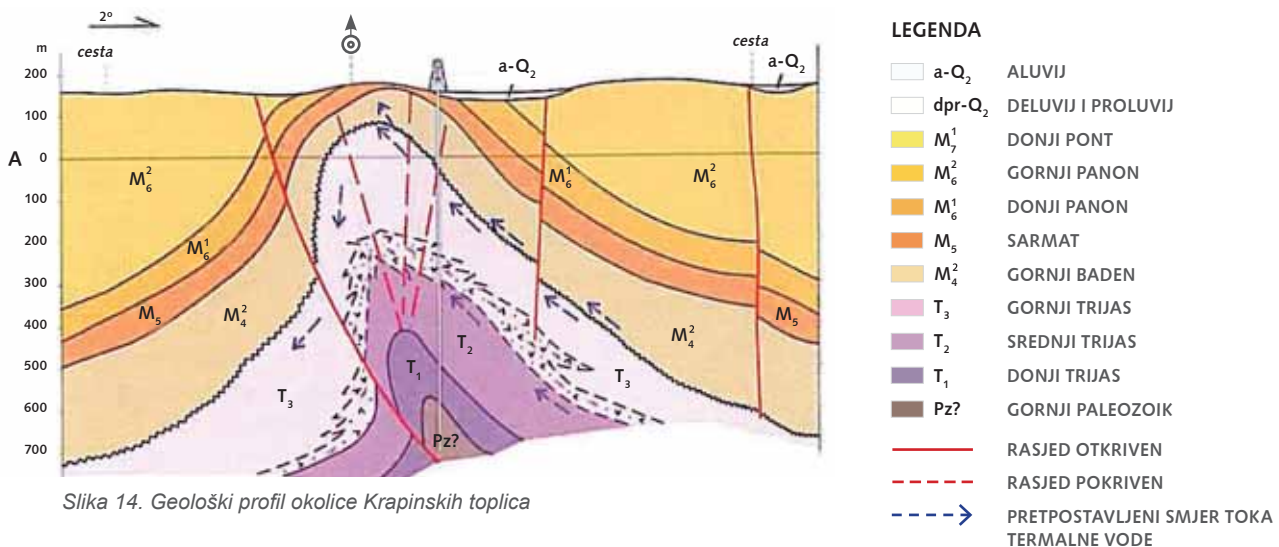
U Krapinsko-zagorskoj županiji brojni su prirodni izvori termalnih voda koje se od davnina koriste u balneološke svrhe. Nekoć je u **Krapinskim toplicama** termalna voda izvirala iz tri jača i nekoliko slabijih vrela poredanih u nizu duž potoka. Temperatura vode bila je oko 40°C. Već krajem 18. st. izgrađen je prvi bazen, a 1862. godine i hotel (slika 14.)¹⁵.

Sredinom 1980-tih godina provedena su dodatna istraživanja i bušenja te je dokazano da postoji više vodonošnih horizonata. Ukupna izdašnost izvorišta povećana je s 81,6 na 110 l/s, a temperature vode iz bušotine povećana je za 5°C. Do danas su se Krapinske toplice razvile u značajan zdravstveno-turistički centar.

Stubičke toplice su jedne od najpoznatijih toplica u Hrvatskom zagorju. Termalna voda temperature od 30 do 49,7°C na izvorima koristi se od početka 19. st. Voda je izvirala iz dva veća i nekoliko manjih izvora koji su nakon izgradnje dubokih bušotina presahli. Bušotina St-3 pokazala je da u Stubičkim toplicama, do dubine od 505 m, postoje 3 vodonosna horizonta. U gornjem horizontu (gornjobadenski vapnenci) temperatura vode iznosi 40°C, a u donja dva horizonta (trijaski dolomiti) 65°C. Izdašnost izvora pospješuju brojni rasjedi koji presijecaju izvorište i omogućuju vertikalno kretanje termalne vode (slika 15.)¹⁶.

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

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



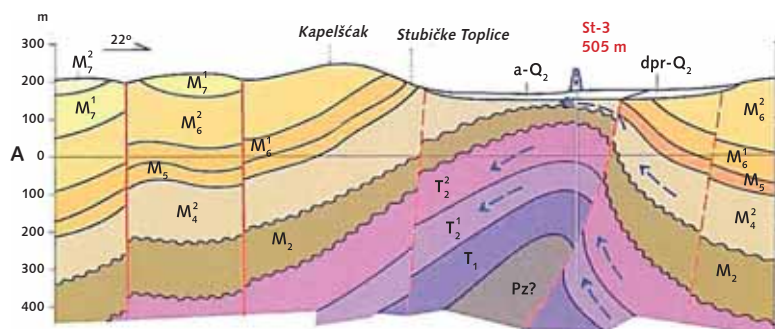
Slika 14. Geološki profil okolice Krapinskih toplica

U Donjoj Stubici nalazi se izvorište **Jezerčica** gdje je termalna voda izvirala u bari. Krajem 1960-tih na lokaciji je bušen zdenac kojim je zahvaćena voda temperature 38,4°C te je izgrađen rekreacijski kompleks s dva bazena (slika 16.)¹⁷.

Sutinske Toplice se nalaze u kanjonu Sutinskog potoka. Termalna voda izvire iz nekoliko izvora iz zdrobljenih trijaskih dolomita s temperaturama od 30 do 37,4°C. Prvi bazen je izgrađen 1808., a 1952. godine je kupalište prošireno s još dva bazena. Danas se koristi samo jedan bazen. Bilo je i nekoliko bezuspješnih pokušaja da se pronađe voda toplija od 38°C, no pronađene su samo znatnije količine vode čija je temperatura varirala od 26,0 do 36,5°C (slika 17.)¹⁸.

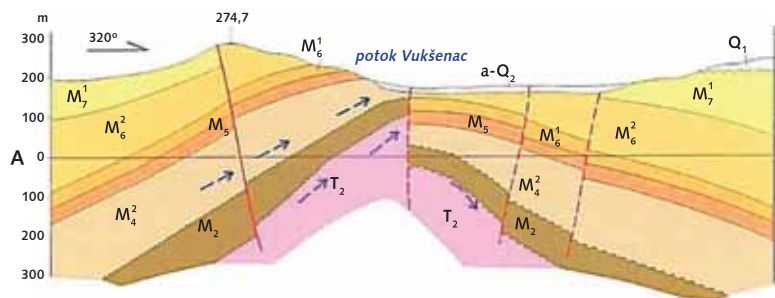
Tuheljske toplice spadaju među najizdašnija vrela u Hrvatskom zagorju. Termalna voda izvire iz četiri izvora, a temperatura vode se kreće od 31 do 33,1°C. Ukupni kapacitet izvorišta je oko 85 l/s. Istražna bušotina Tuh-1 izbušena je 1980-tih oko 700 m sjeverno od termalnih izvora, a ukupna dubina joj je 706 m to uz granicu trijaskih dolomita i gornjobadenskih vapnenaca. Temperatura vode u bušotini bila je 41°C te se daljnji radovi vezani za njezinu eksploataciju nisu pokazali isplativima (slika 18.)¹⁹.

Izvor termalne vode u **Šemničkim Toplicama** ima temperaturu vode od 31°C, s kapacitetom od oko 6 l/s. Danas je u blizini izgrađen bazen koji se koristi samo u ljetnim mjesecima. Tijekom 1981/82. provedena su detaljna geološka istraživanja i istražno bušenje do dubine od 40-50 m. U bušotini je voda bez crpljenja davala 4 l/s termalne vode temperature od 39°C (slika 19.)²⁰.


LEGENDA

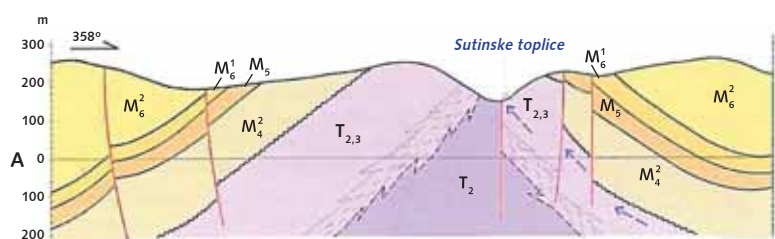
a-Q ₂ HOLOCEN	M ₄ ² GORNJI BADEN	RASJED OTKRIVEN
dpr-Q ₂ HOLOCEN	M ₂ OTNANG	RASJED POKRIVEN
M ₇ ² GORNJI PONT	T ₂ ² LADINIK	PRETPOSTAVLJENI SMJER TOKA TERMALNE VODE
M ₇ ¹ DONJI PONT	T ₂ ¹ ANIZIK	
M ₆ ² GORNJI PANON	T ₁ DONJI TRIJAS	
M ₆ ¹ DONJI PANON	Pz? GORNJI PALEOZOIK	
M ₅ DONJI SARMAT		

Slika 15. Geološki profil okolice Stubičkih toplica


LEGENDA

a-Q ₂ HOLOCEN	M ₅ SARMAT	RASJED OTKRIVEN
Q ₁ PLEISTOCEN	M ₄ ² GORNJI BADEN	RASJED POKRIVEN
M ₇ ¹ DONJI PONT	M ₂ OTNANG	PRETPOSTAVLJENI SMJER TOKA TERMALNE VODE
M ₆ ² GORNJI PANON	T ₂ SREDNJI TRIJAS	
M ₆ ¹ DONJI PANON		

Slika 16. Geološki profil okolice Jezerčice kod Donje Stubice


LEGENDA

a-Q ₂ HOLOCEN, ALUVIJ	RASJED OTKRIVEN
M ₆ ² GORNJI PANON	PRETPOSTAVLJENI SMJER TOKA TERMALNE VODE
M ₆ ¹ DONJI PANON	
M ₅ DONJI SARMAT	
M ₄ ² GORNJI BADEN	
T _{2,3} SREDNJI-GORNJI TRIJAS	
T ₂ SREDNJI TRIJAS	

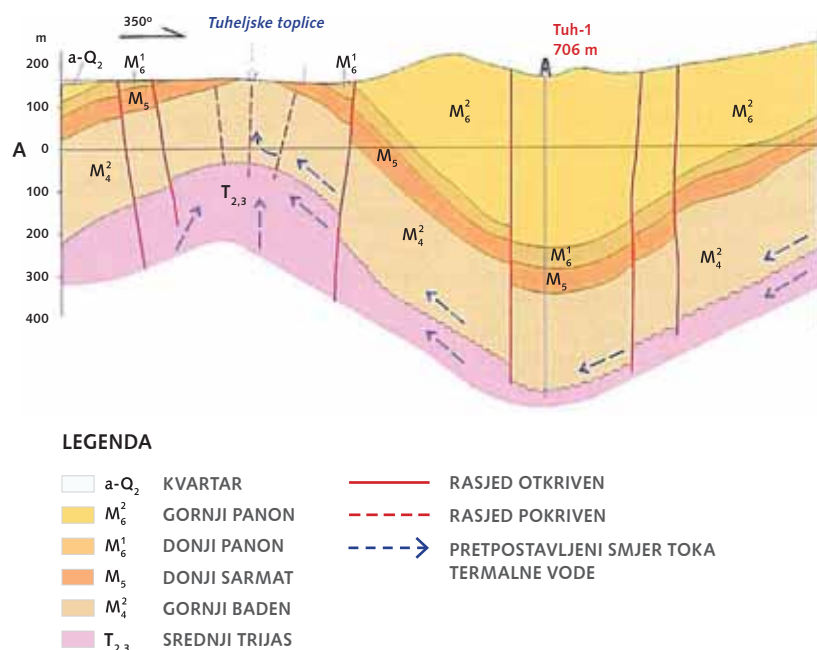
Slika 17. Geološki profil okolice Sutinskih Toplica

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

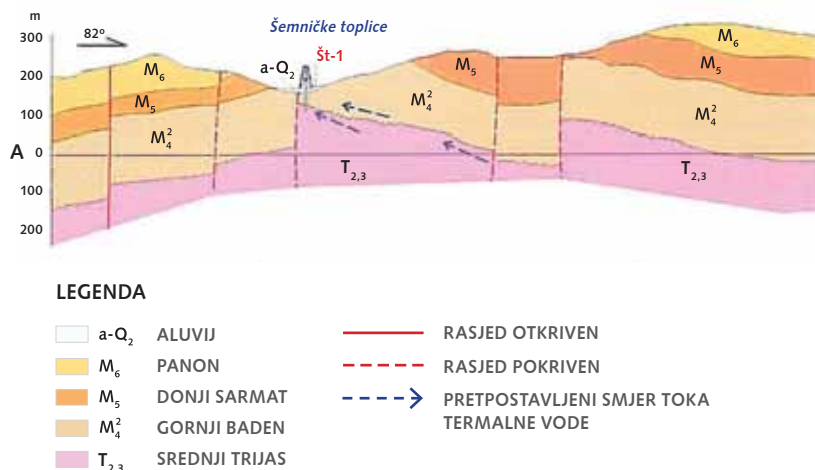
18 Izvor: Grupa autora: Geotermalne i mineralne vode Republike Hrvatske (Geološka monografija), Šimunić, Antun (ur.), Zagreb, Hrvatski geološki institut, 2008.

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

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



Slika 18. Geološki profil okolice Tuheljskih Toplica



Slika 19. Geološki profil okolice Šemničkih Toplica

Termalna voda izvorišta **Topličica kod Gotalovca** izvire iz tri izvora iz gornjobadenskih glinovitih vapnenaca, no one nisu primarni vodonosnici već je njihova propusnost nastala drobljenjem uz rasjed. Pravi vodonosnici su badenski litotamnijski vapnenci ili trijaski dolomiti. Kapacitet termalnih izvora procjenjuje se na 10 l/s, s temperaturom vode od 28,5°C. Danas se voda koristi u punionici pitke vode „Bistra“.

U bližoj okolici **Harine Zlake** nalazili su se termalni izvori s temperaturom vode od 32,8°C. Izvori su presušili kada su s druge strane rijeke Sutle napravljeni bunari koji termalnom vodom opskrbljuju Atomske toplice (Slovenija). Subtermalna voda temperature od 17,4°C pronađena je i kanjonu potoka **Topličina**, južno od Marije Bistrice i kod **Zajezde**.

Iako u **Kumrovcu** nema prirodnih izvora 1980-tih godina provedena su detaljna geološka istraživanja koja su rezultirala pronalazanjem velikih količina termalne vode u bušotinama Kum-1 na dubini od 448 m. Voda je temperature 25°C i izdašnosti 47 l/s, a prema očekivanjima se pojavila na granici trijaskih dolomita i gornjobadenskih vapnenaca. Usprkos činjenici da oko Kumrovca nema čak ni većih izvora pitke vode, voda iz bušotine se ne koristi.

Uz duboke izvore geotermalne energije u Krapinsko-zagorskoj županiji postoji mogućnost korištenja geotermalne energije putem dizalica topline koje su pogodne za niskotemperaturne sustave grijanja i/ili hlađenja te zagrijavanje 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*²¹ 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 hidroelektranu²². 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*^{23, 24}, 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 MW²⁵.

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

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

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

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

25 ESHA Promotion Bulletin, <http://www.esha.be>, 2011.

5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE

Uvažavajući prethodno navedeno, na području Krapinsko-zagorske 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 Krapinsko-zagorske županije detektiran je energetska potencijal koji je prikazan u tablici 8. Ovdje je potrebno naglasiti da se dio vodotoka Krapina nalazi i u susjednoj Zagrebačkoj županiji, a s obzirom na

nedostupnost odgovarajućih podloga temeljem kojih bi se moglo razgraničiti potencijal između Krapinsko-zagorske i Zagrebačke županije za spomenuti vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Krapinsko-zagorske županije. Iz tog razloga je podatke o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za vodotok Krapina, kao i o ukupnoj instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji potrebno uzeti s rezervom.

Tablica 8. Bruto energetska potencijal za tri vodotoka bez definiranih poteza korištenja na području Krapinsko-zagorske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Horvatska	220	1,93	
2.	Krapinica	356	3,12	
3.	Krapina	428	3,75	*Dijelom u Zagrebačkoj županiji
	UKUPNO	1.004	8,80	*Dijelom u Zagrebačkoj županiji

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 pristupa²⁶) mogu pronaći podaci o po-

tencijalnim projektima u Republici Hrvatskoj u rasponu snage između 5 i 10 MW, međutim, takvi projekti nisu prepoznati na području Krapinsko-zagorske 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.

²⁶ Sektorska obrada i podloge za Vodnogospodarsku osnovu Hrvatske, Hidroenergetski bruto potencijal Hrvatske, Metodologija, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 2000.

ZAKLJUČAK

U ovoj publikaciji su prikazani rezultati provedenih analiza potencijala za pet oblika obnovljivih izvora energije - energije vjetrova, Sunca, biomase, geotermalnih izvora te vodotoka. Pri tome treba naglasiti da prikazani rezultati analize za pojedini energetski izvor predstavljaju teoretski i tehnički energetski 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 energetskom izvoru, odabranoj tehnologiji za proizvodnju energije te propisanim prostorno-planskim uvjetima.

U skladu s postojećim prirodnim potencijalom na području Krapinsko-zagorske županije zabilježen je određeni energetski 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 energetski 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.

Iako je smještena u rubnom području južnog dijela Panonskog bazena, Krapinsko-zagorska županija ima značajan potencijal geotermalne energije. Temperature geotermalnih voda iz prirodnih izvora odnosno bušotina ukazuju na mogućnost njihova korištenja u proizvodnji toplinske energije za različite primjene kao što su: grijanje i hlađenje prostora, industrijski procesi (sušare voća, povrća, ribe, drveta, papira, vune, destilacija vode, pasterizacija mlijeka), plastička proizvodnja, balneologija, grijanje ribnjaka i proizvodnja vode za piće.

Dosad provedena istraživanja ukazuju na vrlo malen potencijal za izgradnju malih hidroelektrana u Krapinsko-zagorskoj županiji. Međutim, imajući u vidu zastarjelost postojećih predprojektiranih 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