



Javno zagovaranje i praćenje politika vezanih za obnovljive izvore energije

Renewable Energy Policies Advocacy and Monitoring – REPAM

XIX. DUBROVAČKO-NERETVANSKA ŽUPANIJA

POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE



IMPRESUM

IZDAVAČ: Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb

ZA IZDAVAČA: Goran Granić

UREDNIK: Dražen Jakšić

AUTORI: Andro Bačan, Hubert Bašić, Željka Fištrek, Laszlo Horvath, Dražen Jakšić, Nikola Karadža, Ana Kojaković, Veljko Vorkapić, Sanja Živković

LEKTURA: Anita Filipović

GRAFIČKO OBLIKOVANJE: Effectiva studio, Martina Jović, Zagreb

TISAK: Printera grupa d.o.o., Sveta Nedelja

NAKLADA: 60 komada

ISBN 978-953-6474-78-3

Godina izdanja: 2012.



Ova publikacija izrađena je uz pomoć Europske unije. Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Energetskog instituta Hrvoje Požar i ni na koji se način ne može smatrati da odražava gledišta Europske unije.

Europsku uniju čini 27 zemalja članica koje su odlučile postupno povezivati svoja znanja, resurse i sudbine. Zajednički su, tijekom razdoblja proširenja u trajanju od 50 godina, izgradile zonu stabilnosti, demokracije i održivog razvoja, zadržavajući pritom kulturnu raznolikost, toleranciju i osobne slobode. Europska unija posvećena je dijeljenju svojih postignuća i svojih vrijednosti sa zemljama i narodima izvan svojih granica.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	2
UVOD	3
1. ENERGIJA VJETRA 	4
1.1. OPĆE ZNAČAJKE	4
1.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE VJETRA	5
2. ENERGIJA SUNCA 	6
2.1. OPĆE ZNAČAJKE	6
2.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE SUNCA	7
3. ENERGIJA BIOMASE 	10
3.1. OPĆE ZNAČAJKE	10
3.1.1. OPĆE ZNAČAJKE ENERGIJE BIOMASE	10
3.1.2. KARAKTERISTIKE ŽUPANIJE VAŽNE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ BIOMASE	10
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	15
4. GEOTERMALNA ENERGIJA 	16
4.1. OPĆE ZNAČAJKE	16
4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL	18
5. HIDROENERGIJA 	20
5.1. OPĆE ZNAČAJKE	20
5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE	21
ZAKLJUČAK	23

PREDGOVOR

„Potencijal obnovljivih izvora energije u Dubrovačko-neretvanskoj 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 Dubrovačko-neretvanskoj 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

Dubrovačko-neretvanska županija je najjužnija županija u Republici Hrvatskoj te ima ukupno 125.589 stanovnika. Grad Dubrovnik sa 43.481 stanovnikom je njezino administrativno središte. Dubrovačko-neretvanska županija ukupne je površine 9.272,37 km² (10,32% ukupne površine Hrvatske), od čega 1.782,49 km² (3,1% površine Hrvatske) otpada na kopneni dio, a 7.489,88 km² (80,78% površine Županije ili 23% mora Hrvatske) na morski dio. Obalna duljina Županije iznosi 1.024,63 km.

Prostor Dubrovačko-neretvanske županije čine dvije osnovne cjeline: relativno usko uzdužno obalno područje s nizom pučinskih i bližih otoka (od kojih su najznačajniji Korčula, Mljet, Lastovo i grupa Elafitskih otoka) i poluotoka Pelješca te prostor Donje Neretve s gravitirajućim priobalnim dijelom. Prostor je prekinut državnom granicom s Bosnom i Hercegovinom (Neum – Klek) i samo na području Donjoneretvanske doline ima prirodnu vezu s unutrašnjošću i spoj prema sjeveru i panonskom dijelu Hrvatske. Razvoj Donjoneretvanske regije vezan je prvenstveno za poljoprivredu i preradu poljoprivrednih proizvoda.

Obalna linija je vrlo razvedena i varira od zaštićenih uvala do strme obale s klifovima, izložene otvorenom moru. Obala je izrazito razvedena s velikim brojem uvala, zatona, estuarija te dominantnim poluotokom Pelješcem. U Županiji ima 223 otoka, otočića, hridi i grebena. Otočno područje zauzima 75,8% ukupne morske i 44,7% ukupne kopnene površine Županije. Ovdje živi 8,4% stalnih stanovnika. Glavne privredne grane su turizam i uslužne djelatnosti, ribolov, vinogradarstvo, proizvodnja soli, a u manjoj mjeri stočarstvo i brodogradnja.

Obalni reljef Županije sličan je glavnini ostalog dijela hrvatske obale s istovjetnim, dinarskim smjerom pružanja u pravcu sjeverozapad jugoistok. Međutim, položaji poluotoka Pelješca i otoka Korčule u pravcu istok-zapad prema sjeveru formiraju prostrani Malostonski zaljev, Neretvanski i Korčulanski kanal, a prema jugu s Mljedom je, od posebne prometne važnosti, Mljetski kanal.

Najveći dio županijskog prostora izgrađen je od karbonatne stijene s dominantnom ulogom vapnenaca. U sastavu obalnih stijena prevladavaju vapnenci, dolomiti, fliš i naplavni materijal. Vapnencima odgovaraju uzvisine, dolomitu strmi odsjeci i udubljenja, flišu blago položene padine, a naplavinama nizinski dijelovi (polja). Glavna je karakteristika krškog područja da sva oborinska voda koja padne na tlo odmah ponire u podzemlje. Poznata velika krška vrela u Konavlima i dolini Neretve dobivaju vodu kroz propusno karbonatno zaleđe iz Popova polja i doline Trebišnjice, osobito tijekom vlažnih razdoblja.

Najznačajnija tekućica je Neretva koja je i najduža rijeka jadranskog slijeva, a ujedno ima i najveću deltu. Vapnenačko-dolomitski sastav otoka prouzročio je poroznost terena pa na njima nema površinskih tokova ni izvora, već atmosferska voda ponire u dubinu. No, zbog antiklinalne građe otoka ponovno se pojavljuje uz obalu te ispod površine mora u obliku podmorskih izvora ili vrulja.

Područje Županije ima sve karakteristike sredozemne klime s klimatskim razlikama koje su posljedica postojanja visoke planinske prepreke neposredno uz obalu, niza otoka i povremenih kontinentalnih utjecaja. Ljeta su vruća s razdobljima suše, a ostala godišnja doba s obilnijim oborinama i umjerenim temperaturama. Najviše godišnje temperature bilježe se u srpnju ili kolovozu. Na otocima i južnim kopnenim područjima vrlo su rijetki mrazovi, dok se na područjima izloženim utjecaju jake bure tijekom siječnja temperatura zraka preko noći zna spustiti i do -7 °C.

1. ENERGIJA VJETRA



1.1. OPĆE ZNAČAJKE

Čimbenici koji u najvećoj mjeri utječu na vjetrovne prilike na nekom području su zemljopisni položaj i raspodjela baričkih sustava opće cirkulacije. Osim toga, na vjetrovne prilike utječu i more i kopneno zaleđe, izloženost terena, nadmorska visina i slično. Prevladavajući smjerovi vjetra određeni su obalnom linijom na način da vjetrovi koji dolaze s kopna prema Jadranu struje okomito na obalu (bura), a vjetrovi koji dolaze s juga Jadrana struje uz obalnu liniju (jugo). Uvažavajući usmjerenost jadranske obale radi se dakle uglavnom o sjeveroistočnom i jugoistočnom vjetru. U najvećem dijelu Dubrovačko-neretvanske županije prevladavaju vjetrovi jugo (do 30%), bura (do 29%), maestral do 24% te levant do 15%.

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

Bura je mahovit, relativno hladan i suh vjetar koji puše okomito s planina istočne obale Jadrana prema moru. Teži hladni planinski zrak obrušava se prema moru, odnosno području nižeg tlaka. Bura nastaje uslijed prodora hladnih fronti zraka prema Sredozemlju, ali i uslijed lokalnog utjecaja intenzivnijeg zagrijavanja zraka nad morem u odnosu na zrak nad gorjem. Na mahovitost bure utječu okolnosti specifične za predmetno područje, a to su mogućnost dodira toplog i hladnog zraka upravo na mjestu gdje se visina terena naglo i jako mijenja, kao i vrlo neravno kopno nad kojim se nalazi ili odakle dolazi hladni zrak.

U Dubrovačkoj zračnoj luci 1988. godine je izmjerena brzina bure od 44,3 m/s (159,5 km/h), a postoje podaci da tijekom 18 godina u Dubrovniku nijedan prosinac nije bio bez bure.

Jugo je vjetar koji puše uzdužnom osi Jadrana, dakle najčešće je jugoistočnog smjera. On je za razliku od bure uglavnom uvjetovan općom atmosferskom cirkulacijom, a manje lokalnim efektima nejednakog zagrijavanja zraka nad kopnom i morem. S obzirom na prostornu raspodjelu općenito vrijedi da se učestalost juga povećava od sjevernog prema južnom dijelu Jadrana, tako da se u obalnom području Dubrovačko-neretvanske županije može očekivati češće nego na ostatku jadranske obale. Jugo je kao i bura umjeren do jak vjetar s mogućnošću pojavljivanja olujnih udara.

Utjecaj reljefa može se prepoznati po strujanju vjetra u obalnom i otočnom pojasu. Takav je slučaj, primjerice, sa zapadnjakom na Orebiću koji se oblikuje u Pelješkom kanalu gdje se susreću vjetrovi iz gotovo cijele zapadne polovice horizonta. Ako promatramo Jadran u cjelini zapadnjak ne dolazi do izražaja, no umjereni zapadni vjetar je gotovo redovit u ljetno popodne na obalama vanjskih otoka i u kanalima okrenutih prema zapadu. Naime, zbog razlika u tlaku nad kopnom i morem koje su neposredni uzrok smorcu, ogranci etezijske struje odvajaju se na pučini i pušu prema kopnu. Oni lako ulaze u kanale među otocima gdje, zajedno sa smorcem koji u to doba već ima zapadnu komponentu, čine pojačani maestral.

Treba spomenuti i **istočnjak ili levant**. To je jak, hladan, vlažan i postojan vjetar koji nije mahovit kao bura.

1.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE VJETRA

Raspoloživi prirodni potencijal energija vjetra u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, prema dostupnim podacima, nije zanemariv. Pretpostavka je kako na vremenske prilike šireg područja najveći utjecaj ima more, odnosno duga i razvedena obalna linija i smjer pružanja uskog kopnenog dijela u reljefnom smislu od sjeverozapada prema jugoistoku. Najbolji potencijal energije vjetra u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (slika 1.) može se očekivati na brdima iznad Konavala te na povišenim predjelima iznad Zatona i Slanog.

Prema dostupnoj karti vjetra na 10 m iznad razine tla, najvjetrovitija su područja u središnjem dijelu, na višim nadmorskim visinama. Karta vjetra je dobivena korištenjem modela ALADIN/HR¹.

Za iskorištavanje energije vjetra najpovoljnija je snaga koju nose stalni i umjereni vjetrovi. Lokalna obalna cirkulacija pokretač je takvih vjetrova koji noću pušu s kopna prema moru, a danju s mora prema kopnu. U Dubrovačko-neretvanskoj županiji se takvi povoljni utjecaji mogu očekivati za lokacije koje se nalaze u široj okolici obalne linije.

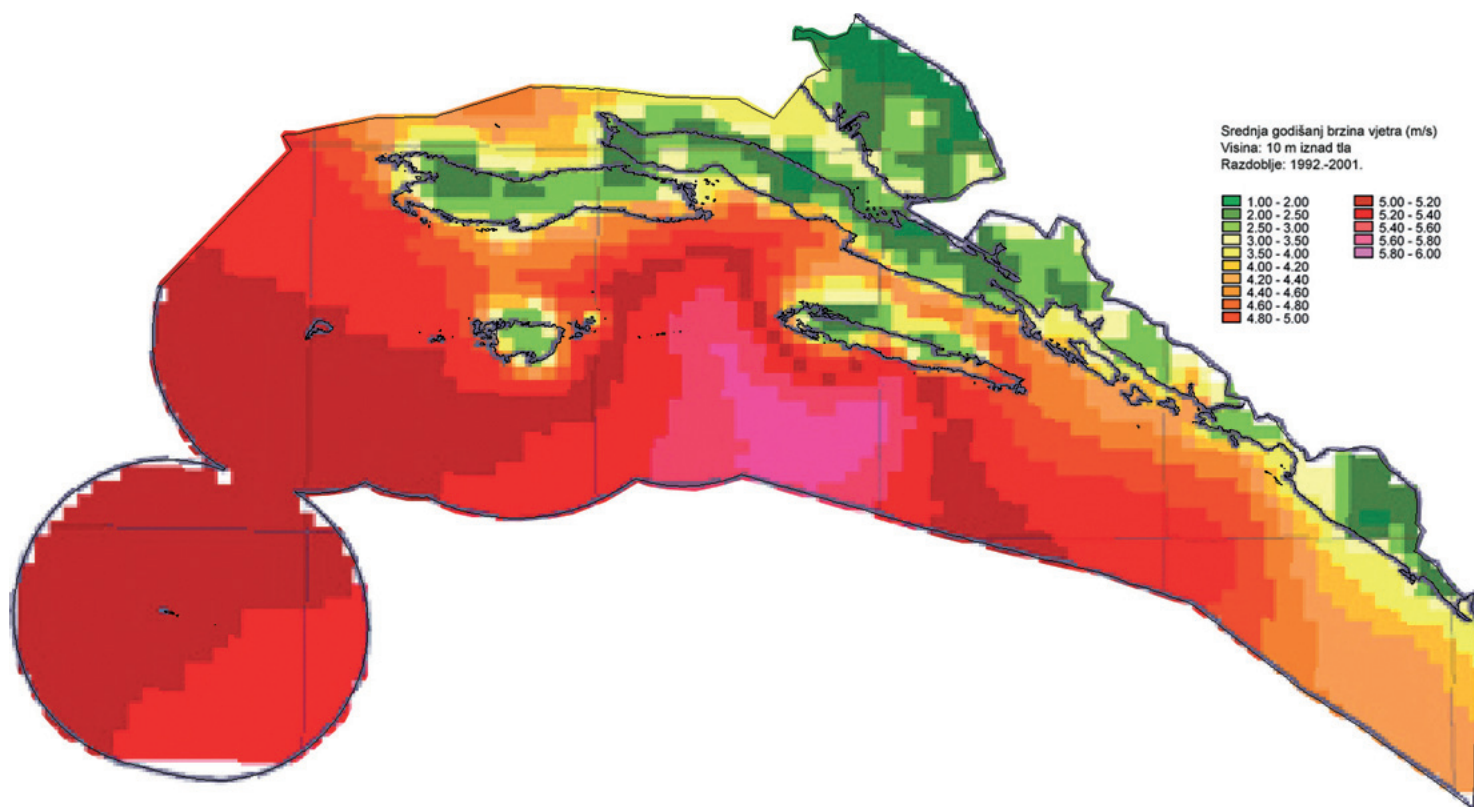
Mogući ograničavajući čimbenik za područje Dubrovačko-neretvanske županije mogao bi biti i uski kopneni dio (osobito u jugoistočnom dijelu Županije), o čemu se mora voditi računa pri planiranju i izgradnji postrojenja zbog blizine državne granice i obalne linije.

Tehnički potencijal vjetra određen je kapacitetom lokacija koje su pogodne za iskorištavanje njegove energije. Takve lokacije moraju zadovoljavati niz zahtjeva od koji je najvažniji: vjetropotencijal, mogućnost evakuacije snage, prihvatljivost s obzirom na utjecaje na okoliš, zaštita prirode, pristup i drugi. Raspoloživi tehnički potencijal u Dubrovačko-neretvanskoj županiji procijenjen je na 150 MW.

Tehnički potencijal bi se mogao povećati ukoliko se promijeni zakonska odredba, iz *Zakona o prostornom uređenju i gradnji*², prema kojoj je zabranjena gradnja vjetroelektrana unutar zaštićenog obalnog pojasa (ZOP-a). Naime, raspoloživi potencijal energije vjetra na otocima je znatan (što je vidljivo i na slici 1.). To se odnosi i na poluotok Pelješac te južni i istočni dio otoka Korčule, kao i na središnji dio otoka Mljeta.

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

2 NN 76/07, članak 51.



Slika 1. Karta vjetra za područje Dubrovačko-neretvanske 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 odbiye od tla ili vodenih površina.
- **Ukupno Sunčevo zračenje** na nagnutu plohu sastoji se od izravnog, raspršenog i od tla odbijenog zračenja.

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

Maksimalno ozračenje plohe moguće je ako se u svakom trenutku prati kretanje Sunca na nebu. Ozračenje tada ovisi samo o optičkoj masi zraka koja se povećava s približavanjem Sunca obzoru. Za fiksno postavljene sustav određuje se vrijednost optimalnog kuta nagnute plohe. Optimalni kut nagnute plohe je kut pod kojim je potrebno postaviti modul u odnosu na vodoravnu površinu da bi se dobila najveća moguća godišnja ozračenost. Osim 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. Dubrovačko-neretvanska županija, kao najjužnija hrvatska županija, smještena je u području najviše razine potencijala energije Sunčevog zračenja u odnosu na ostatak Hrvatske. Ozračenost vodoravne plohe kreće se između nešto više od 1,60 MWh/m² za otoke Lastovo i Mljet do nešto manje od 1,50 MWh/m² za središnje područje poluotoka Pelješca te masiva Rilić, nastavka Biokova, na samom sjeverozapadu. U većini kopnenog dijela Dubrovačko-neretvanske županije može se računati sa srednjom godišnjom ozračenosti između 1,50 i 1,55 MWh/m². Na slici 2. prikazana je prostorna raspodjela srednje godišnje ozračenosti na području Dubrovačko-neretvanske županije.

Detaljni podaci o Sunčevom zračenju na području Dubrovačko-neretvanske županije dostupni su za četiri lokacije na kojima se provode meteorološka mjerenja:

Dubrovnik, Lastovo, Korčula i Ploče. 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 Dubrovnik, koja se može smatrati reprezentativnom za šire područje Županije.

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

Lokacija	Dubrovnik		
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno
Siječanj	1,69	0,87	0,82
Veljača	2,55	1,18	1,37
Ožujak	3,74	1,72	2,02
Travanj	4,89	2,19	2,70
Svibanj	6,09	2,53	3,56
Lipanj	7,02	2,50	4,52
Srpanj	7,02	2,35	4,67
Kolovoz	6,20	2,11	4,09
Rujan	4,79	1,70	3,09
Listopad	3,27	1,33	1,94
Studeni	1,90	0,96	0,94
Prosinac	1,48	0,77	0,71
Uk.god. (MWh/m ²)	1,54	0,62	0,93



Slika 2. Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Dubrovačko-neretvanske županije

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

Lokacija	Dubrovnik			
Optimalni kut	29°			
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno
Siječanj	2,57	0,81	1,74	0,02
Veljača	3,49	1,11	2,34	0,03
Ožujak	4,42	1,62	2,76	0,05
Travanj	5,13	2,05	3,02	0,06
Svibanj	5,91	2,38	3,46	0,08
Lipanj	6,56	2,35	4,12	0,09
Srpanj	6,67	2,20	4,39	0,09
Kolovoz	6,36	1,98	4,30	0,08
Rujan	5,54	1,59	3,89	0,06
Listopad	4,33	1,25	3,04	0,04
Studeni	2,79	0,90	1,86	0,02
Prosinac	2,35	0,72	1,62	0,02
Uk.god. (MWh/m^2)	1,71	0,58	1,11	0,02

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 m^2 i spremnika tople vode volumena 300 l. Takav sustav na području Dubrovnika može zadovoljiti do 85% 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 elektroenergetске 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

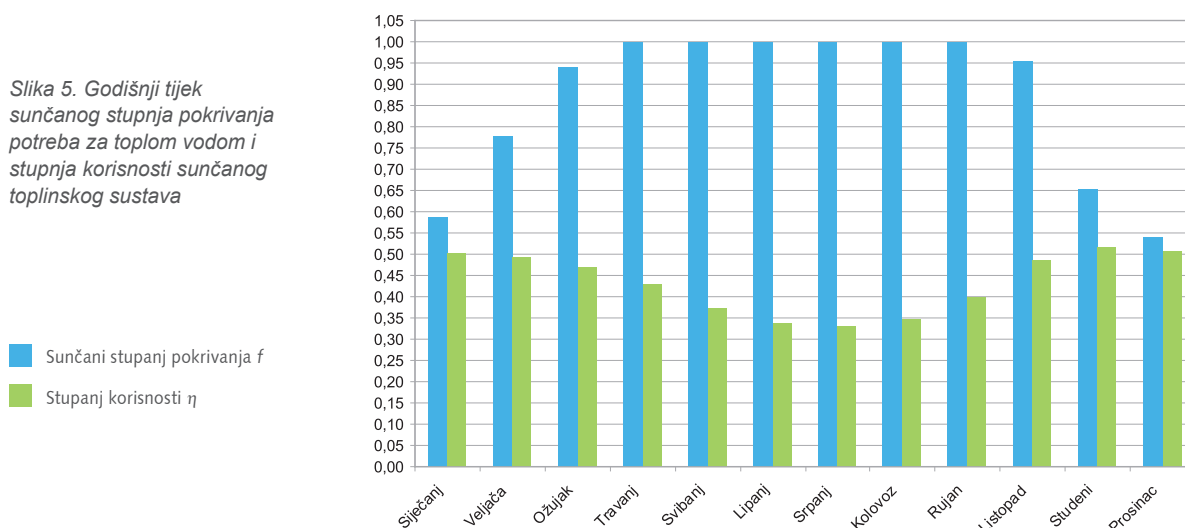
Slika 3. Primjer korištenja Sunčeve energije: fotonaponski moduli



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



je osnovni element ovakvih sustava, a spajanjem više ćelija u jednu cjelinu dobiva se fotonaponski modul. Fotonaponski modul je gotov uređaj kojim je moguće generirati električnu energiju, međutim kako se oni proizvode u relativno malim snagama (do maksimalno nekoliko stotina vata), više fotonaponskih modula se slaže u fotonaponsko polje kako bi se postigle veće snage. Fotonaponski moduli generiraju istosmjernu električnu struju te se za pretvorbu iz istosmjerne u izmjeničnu, pogodnu za predaju u elektroenergetsku mrežu, koriste izmjenjivači. Osim prilagodbe oblika, izmjenjivači imaju još dvije važne zadaće – praćenje optimalne radne točke fotonaponskog polja te odspajanje sustava s mreže u slučaju nestanka električne energije radi sigurnosnih razloga. Ovisno o izvedbi, na jedan izmjenjivač je moguće spojiti više polja fotonaponskih modula 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 Dubrovnika može proizvesti oko 12.900 kWh električne energije godišnje (tablica 3.).

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

Mjesec	Generirana električna energija u FN modulima (kWh)	Električna energija isporučena u mrežu (kWh)
Siječanj	693	664
Veljača	844	811
Ožujak	1.171	1.126
Travanj	1.237	1.187
Svibanj	1.411	1.354
Lipanj	1.459	1.399
Srpanj	1.510	1.447
Kolovoz	1.466	1.407
Rujan	1.288	1.238
Listopad	1.109	1.066
Studeni	688	658
Prosinac	614	587
Ukupno	13.490	12.943

Proizvodnost fotonaponskog sustava je količina električne energije koju može proizvesti sustav jedinične snage. Za Dubrovnik bi ona iznosila oko 1.290 kWh/kW godišnje. Za različite lokacije na području Dubrovačko-neretvanske županije proizvodnost se neće značajno razlikovati u dostupnosti energije Sunčevog zračenja, no moguća su odstupanja zbog korištenja različitih tipova modula, načina postavljanja (orijentacija i nagib) i zasjenjenja.

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 drveno-prehrambeno-prerađivačke industrije.

3.1.2. KARAKTERISTIKE ŽUPANIJE VAŽNE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ BIOMASE

Prema *Prostornom planu Dubrovačko-neretvanske županije* iz 2003. godine, ukupne poljoprivredne površine zauzimaju 64.863 ha. Podaci iz digitalne baze podataka CORINE Land Cover Hrvatska se razlikuju i prema njima poljoprivredne površine Županije zauzimaju 57.565 ha. Na slici 6. je prikazana karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Dubrovačko-neretvanske županije.

Prostor Županije možemo podijeliti u tri agroekološka područja:

- **Priobalno** - izrazito ratarsko- povrtlarsko područje s brojnim ravničarskim površinama (Konavosko polje, Župsko polje, dolina donjeg toka rijeke Neretve)
- **Otočno** - pretežito maslinarsko i vinogradarsko
- **Zagorsko** - ratarsko- povrtlarsko, vinogradarsko u ravničarskom dijelu (Pojezerje), a voćnjaci su u okolici Metkovića i Kule Norinske

Može se reći kako je po obilježjima poljoprivredne proizvodnje Dubrovačko-neretvanska županija povrtlarsko, voćarsko i vinogradarsko područje. Na prostoru Županije uzgajaju se najosjetljivije vrste voćaka kao što su agrumi, a osim toga uzgajaju se i povrće, cvijeće, samoniklo aromatično i ljekovito bilje, vinova loza te masline. Stočarstvo je uglavnom sporedna grana proizvodnje na obiteljskim gospodarstvima.

Prema *Prostornom planu Županije* oko 58.593 ha (51.436 ha prema CORINE) teritorija Dubrovačko-neretvanske županije nalazi se pod šumom što predstavlja oko 41% ukupne površine. U državnom vlasništvu je oko 40% ukupnog šumskog fonda. Šumski pokrov je pretrpio velike promjene pa su nastali razni degradacijski oblici (makija, garig, šikare, šibljaci i kamenjari). Površine s visokim šumama su smanjene, dok su se degradirani oblici povećali te po površini i količini iznose više od polovice šumskog fonda, koji je podložan požarima.

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)

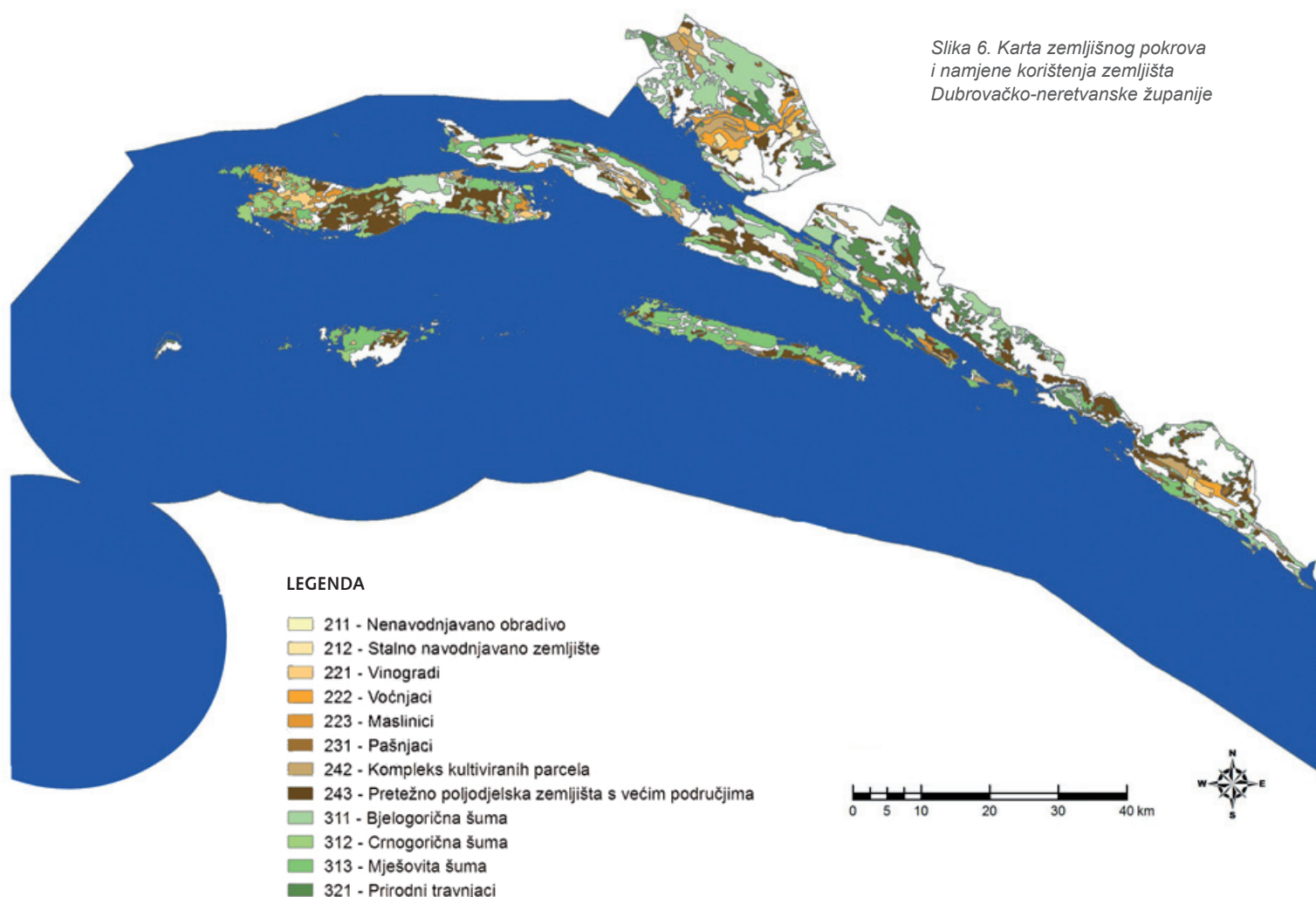
Pojedine vrste biomase međusobno se razlikuju s obzirom na energetska vrijednost, sadržaj vlage i pepela, oblik i sastav, što je potrebno uzeti u obzir prilikom izbora adekvatne tehnologije za njihovu pretvorbu u korisnu energiju. Ovisno o primijenjenoj tehnologiji, iz poljoprivredne biomase je moguće proizvoditi toplinsku, električnu i mehaničku energiju (motorna goriva), kao i derivate iz kojih se dobiva korisna energija. Najčešći primjeri derivata poljoprivredne biomase su briketi, peleti, 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. 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 Dubrovačko-neretvanskoj 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	20.610	11.336	41
Svinjski stajski gnoj	964	161	0,6
Gnoj peradi	1.181	1.169	4
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	263	20.493	74
Svinjski stajski gnoj + silaža	12	589	2
Gnoj peradi + silaža	15	1.694	6

* 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 46 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 82 TJ/god. U ovom slučaju bilo bi potrebno angažirati 290 ha poljoprivrednog zemljišta za proizvodnju kukuruzne silaže.

Uzmemo li u obzir postojeću praksu u poljoprivredi, uz pretpostavku okrupnjavanja stočarske proizvodnje te sukladno *Strategiji energetskog razvoja Republike Hrvatske*³ može se procijeniti da bi se oko 20% teoretskog potencijala moglo iskoristiti za proizvodnju obnovljive energije. Budući da je stočarstvo u Županiji relativno slabo razvijeno i da je daljnji razvitak sto-

čarske proizvodnje neizvjestan, upitno je može li se na području Županije osigurati dostatna sirovina za proizvodnju bioplina i dostatne površine za uzgoj kukuruzne silaže. Ukoliko bi to bilo moguće, proizvodnja bioplina iz stajskog gnoja u kodigestiji s kukuruznom silažom predstavljala bi povoljan scenarij u slučaju da nije moguće koristiti otpadne sirovine, na primjer ostatke iz prehrambene industrije, klaonički otpad i sl.

3 NN 130/09

TEKUĆA BIOGORIVA

Tekuća biogoriva su goriva proizvedena iz biomase, koja se koriste za pogon motornih vozila, bilo kao čista ili kao mješavina s dizelskim gorivom, odnosno motor-nim 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 ulja-rica te bioetanola i njegovih derivata iz biljaka bogatih škrobom. Tehnologije druge i treće generacija 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 energetski potencijal (tablica 5.).

Tablica 5. Potencijali proizvodnje biogoriva na području Dubrovačko-neretvanske županije na godišnjoj razini

Sirovina	Masa sirovine (t)*	Potencijalna količina goriva (t)	Energetska vrijednost (GJ/t)	Teoretski energetski potencijal (TJ/god)
Bioetanol				
Kukuruz (s.v)**	384.981	115.828	27	3.127

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

Iz tablice 5. vidljivo je da ukoliko se 32.257 ha raspoloživog poljoprivrednog zemljišta angažira za proizvodnju kukuruza, mogla bi se proizvesti količina bioetanola energetske vrijednosti od 1.601 TJ godišnje. Realno je za pretpostaviti da bi za proizvodnju energetskih kultura bilo moguće angažirati oko 20% poljoprivrednog zemljišta raspoloživog za neprehrambene namjene. Ostale energetske kulture (šećerna repa, uljana repica i soja) su isključene iz analize budući da na području

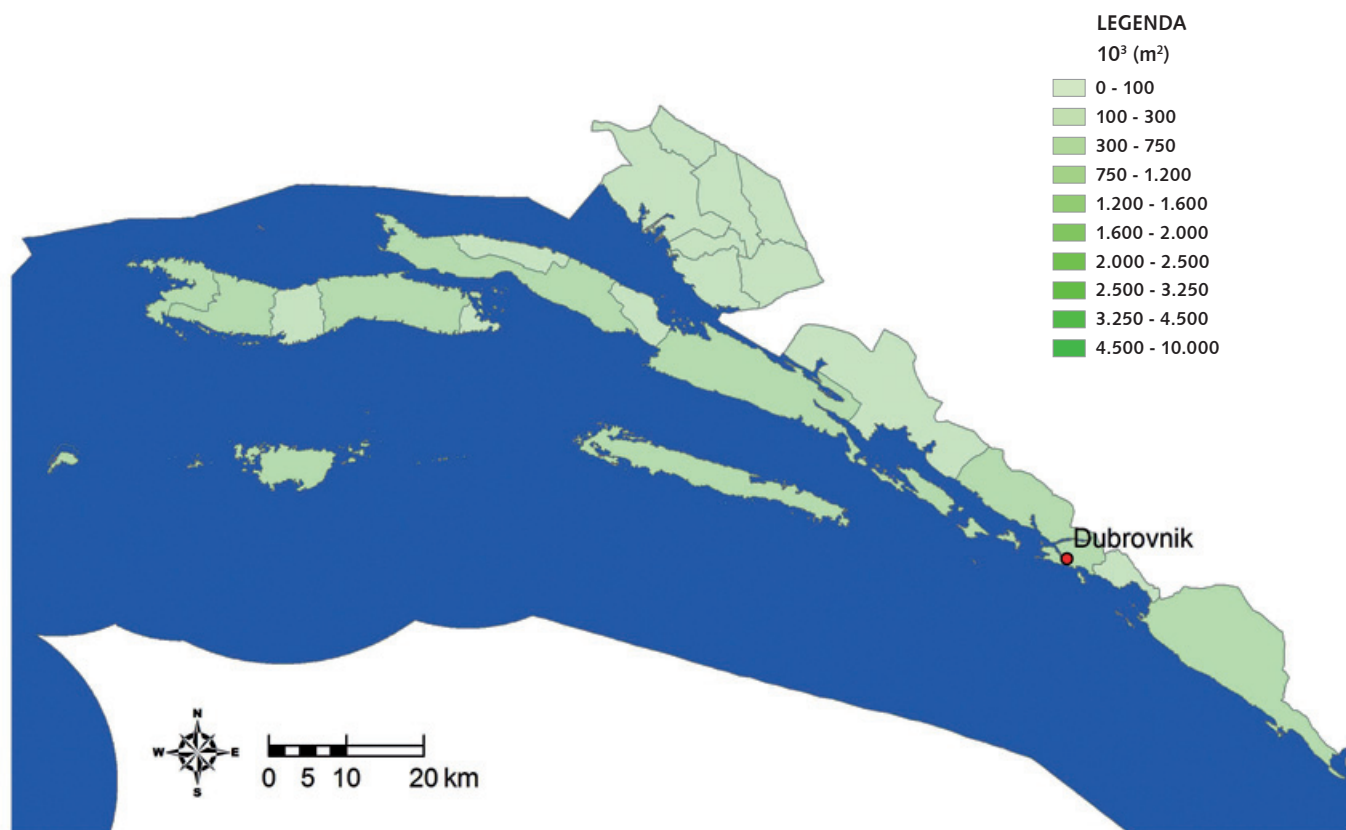
Županije nije bilo njihove proizvodnje u analiziranim godinama. Prema tome, kukuruz je jedina kultura raspoloživa za proizvodnju biogoriva. Međutim, prinosi kukuruza na ovom području su izuzetno mali tako da proizvodnja bioetanola od kukuruza ne predstavlja idealno rješenje. Prema klimatološkim i pedološkim karakteristikama mogućnosti Županije u smislu proizvodnje biogoriva su male i vjerojatno neisplative.

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.).

4 WISDOM - Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping



Slika 7. Prikaz raspodjele ukupnih drvnih zaliha na području Dubrovačko-neretvanske županije

Tablica 6. Teoretski potencijal proizvodnje energije iz drvene biomase u Dubrovačko-neretvanskoj 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
2.249.794	55.294	469	0	1	3	0	0

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.). Kao što je vidljivo iz tablice 6. energetske potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo), koji je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi 3 TJ godišnje. U 2007. godini nije bila ostvarena sječa prostornog drva. 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.

Iz tablice je vidljivo da su potencijali dobivanja energije od biomase drveta na području Dubrovačko-neretvanske županije iznimno mali. I dok je uloga šuma na području županije marginalna u smislu proizvodnje energije iz drvene biomase, ekološka važnost šuma je iznimno značajna. Potrebno je napomenuti da energetske potencijal prikazan u prethodnoj tablici predstavlja teoretske potencijal. Tehnički potencijal, odnosno razina praktičnog iskorištavanja ovog potencijala ovisit će o učinkovitosti postrojenja za proizvodnju korisne energije (peći, toplane, elektrane, odnosno kogeneracijskog postrojenja).

3.2.3. BIOMASA IZ OTPADA

Potencijal iskorištavanja energije iz otpada izračunat je na osnovu raspoloživih podataka dobivenih iz dobivenih iz Registra otpada Agencije za zaštitu okoliša. Potencijalni izvori biomase iz prehrambeno-prerađivačke industrije, između ostalog, uključuju i proizvodnju vina i žestokih pića, preradu voća, proizvodnju šećera, klaonice, preradu žita, proizvodnju ulja te ostalu primarnu preradu i prehrambenu industriju. Zbog ograničene dostupnosti podataka izračunati su energetske potencijali samo za korištenje klaoničkog otpada u proizvodnji bioplina. Klaonički otpad uključuje i ribe i druge morske organizme ulovljene na otvorenom moru radi proizvodnje ribljeg brašna te svježe nusproizvode od ribe iz objekata za proizvodnju ribljih proizvoda za prehranu ljudi. Otpad iz drveno-prerađivačke industrije uključuje otpad od prerade drva i proizvoda od drva i pluta (osim

namještaja), proizvodnje namještaja od slame i pletarskih materijala. Proces izgaranja se najčešće koristi za iskorištavanje ovakve sirovine. Pri izračunu potencijala iz drvnog otpada uzeta je relativna mokrina materijala od 10%. Prema podacima iz Registra otpada za 2010. godinu, na odlagališta u Republici Hrvatskoj odloži se godišnje 96% proizvedenog biorazgradivog komunalnog otpada. Izračun teoretskog energetskeg potencijala proizvodnje bioplina iz komunalnog otpada temelji se na podacima Agencije za zaštitu okoliša o prikupljenom komunalnom otpadu u 2010. 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 energetske potencijali dobiveni iz otpada na području Dubrovačko-neretvanske županije

Vrsta otpada	Raspoloživost otpada (t/god)*	Teoretski energetske potencijal (MWh/god)	Teoretski energetske potencijal (TJ/god)
Klaonički otpad	344	1.720	6,2**
Ostaci iz drvne industrije	3,5	16	0,1
Biorazgradiva komponenta komunalnog otpada	31.716	21.408	77**

*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 biorazgradiva komponenta komunalnog otpada te klaonički otpad. Iskorištavanje otpada iz klaonice i biorazgradive komponente komunalnog otpada ne samo da mogu pridonijeti proizvodnji energije već predstavljaju dobro rješenje za zbrinjavanje otpada te smanjenje ukupne količine otpada koja se odlazi na odlagališta. Prema *Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada*⁷, na odlagališta komunalnog otpada od 2016. godine bit 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 ne smiju biti odlagani 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. Dubrovačko-neretvanska

županija pripada području jadranskog priobalja i otoka (području Dinarida) koje karakterizira niski geotermalni gradijent i niska vrijednost gustoće toplinskog toka.

4.1. OPĆE ZNAČAJKE

Dubrovačko-neretvanska županija pripada geološkoj jedinici vanjskih Dinarida oblikovanoj najvećim dijelom mezozojskim te tercijarnim karbonatima i tercijarnim klastičnim naslagama. Uski obalni pojas karakteriziran je klastičnim naslagama paleogena na koje su navučene starije vapnenačke naslage mezozoika. Cijelo područje karakterizira visoki stupanj tektonske poremećenosti. Mjestimično su prisutna područja aluvijalnih kvartarnih naslaga uz prirodne vodotoke i erozijske kvartarne naslage (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 Dubrovačko-neretvanskoj županiji odražava podvlačenje Jadranske karbonatne platforme pod Dinaride i u izravnoj je vezi s geološkim postankom tog prostora. Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u Dubrovačko-neretvanskoj županiji je između 35 i 40 km (slika 8.)¹⁰.

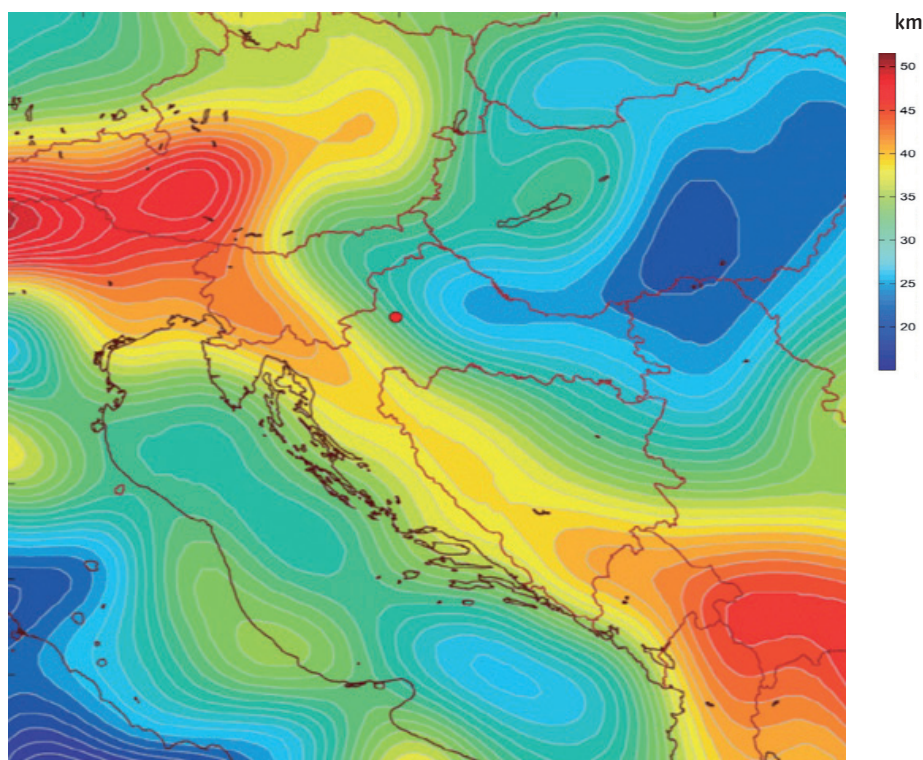
U skladu s time je i niska gustoća toplinskog toka te geotermalni gradijent. Na nisku gustoću toplinskog toka utječe i sastav stijena. Naime, karbonatne stijene (vapnenci i dolomiti) imaju nisku prirodnu radioaktivnost, koja također predstavlja jedan od izvora geotermalne energije.

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.

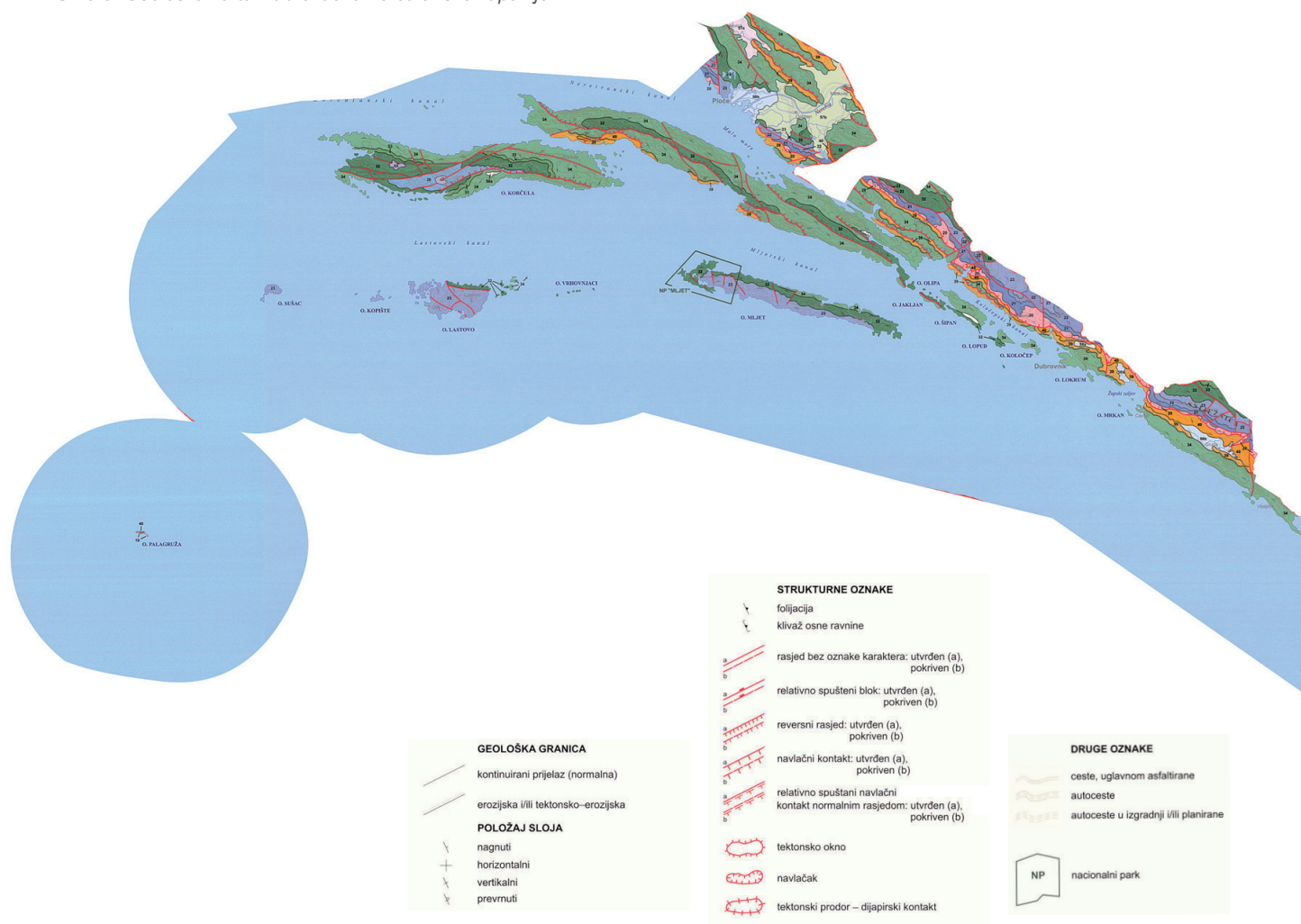
¹⁰ Grad M., Tiira T., ESC Working Group, The Moho depth map of the European Plate. Geophys. J. Int., 2009., 176, 279–292, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03919.x.

Slika 8. Karta dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u jugoistočnoj Europi





Slika 9. Geološka karta Dubrovačko-neretvanske županije



TUMAČ OZNAKA:

58 b dprQ ₂ aQ ₁	Deluvijalno-proluvijalne (a - dprQ ₂) i aluvijalne (b - aQ ₁) naslage (holocen)	38 Pc, E	Karbonatni fiš i klasti (paleocen, eocen)	18 T ₂ ¹ , T ₁ ¹	Evaporitno-karbonatno-klastično-vulkanogeni kompleks (gornji ladinik, karnik)
57 b JQ ₂ bQ ₂	Jezerske (a - JQ ₂) i barske (b - bQ ₂) naslage (holocen)	37 K ₂ , Pg	Vulkanske stijene (gornja kreda, paleogen): β - bazalti, γ - rioliti, Γ - graniti	17 T _{2,3}	Magmatske stijene (srednji-gornji trijas): α - andeziti, β - bazalti, γ - spiliti i dijabazi, γ/ab - spilitizirani dijabazi i andezit bazalti
56 pQ ₂	Eolski pijesci (pQ ₂) (holocen)	36 K ₂	Karbonatni klasti (pretežito fiš) i "scaglia" vapnenici (gornja kreda)	16 T ₂	Klastične i piroklastične naslage (srednji trijas)
55 tsQ ₂	Crvenica (tsQ ₂) (holocen)	35 K ₁	Hemipelagičke i turbidite naslage (donja kreda)	15 T ₂	Karbonatne naslage (srednji trijas)
54 b IQ ₁ JbIQ ₁	Kopneni (a - IQ ₁) i barski (b - JbIQ ₁) les (pleistocen)	34 K ₂ ^{1,4}	Rudisti vapnenici (cenoman-mastriht)	14 T ₁	Sajake i kampske naslage (donji trijas)
53 a aQ ₁ fgQ ₁	Fluvijalne (a - aQ ₁) i fluvio-glacijske (b - fgQ ₁) naslage (pleistocen)	33 K ₁ ¹ , K ₂ ¹	Dolomiti i postsedimentacijske diagenetske breče (gornji alb, donji cenoman)	13 P ₃	Evaporitne i klastične naslage (gornji perm): a - evaporiti, b - klasti.
52 PlQ ₂	Klastične naslage (piklokvartar)	32 K ₁	Vapnenici i dolomiti (donja kreda)	12 X P	Magmatiti (? perm): kvarcioriti, granodioriti, keratofiri
51 M ₃ -M ₅	Miocenske naslage Dinarida	31 J _{2,3}	Ofolitne stijene (srednja, gornja jura): a - ultramafiti, b - magmatiti, c - sedimentne stijene	11 P	Graniti (perm)
50 Pl	Paludinske naslage (dacij, romani)	30 J ₂	Parametamorfne stijene (srednja jura)	10 C, P	Pretežito klastične naslage (karbon, perm)
49 M, Pl	Pijesci i gline (miocen, pliocen)	29 J ₂	Ortometamorfne stijene (srednja jura)	9 C, P	Klastične i karbonatne naslage (karbon, perm)
48 M ₇	Klasti i ugljen (pont)	28 J ₂ ¹ , K ₁ ¹	Vapnenici s rožnjacima i kalsponelama (titon, berijas)	8 D, C, P	Hercinski semimetamorfni kompleks (devon, karbon, perm)
47 M _{3,6}	Vapnenačko-klastične naslage (sarmat, panon)	27 J	Pločasti vapnenici (jura općenito)	7 D, C	Klastične i karbonatne naslage (devon, karbon)
46 M ₄	Litavac i klastične naslage s vulkanitima (baden)	26 J ₂ ¹ , K ₁ ^{1,2}	Slojeviti i masivni dolomiti (titon, valendis)	6 Pz, ?T	Parametamorfne stijene (paleozoik, ? trijas)
45 M _{2,4}	Magmatske stijene (karpat, baden): α - andeziti i rioliti β - bazalti	25 J ₂ ^{2,3}	Prigrabensko-grebenski vapnenici i dolomiti (kimerdž, titon)	5 Pz, ?T	Ortometamorfne stijene (paleozoik, ? trijas)
44 M _{2,3}	Klasti i karbonati s klastitima (otnang, karpat)	24 J ₂ ^{1,3}	Vapnenici s rožnjacima: a - slojeviti s dolomitima; b - pločasti i slojeviti Lemeške naslage (gornji oksford-donji titon)	4 O, S, D	Granitne stijene (ordovicij, silur, devon)
43 Ol, M ₁	Klasti s vulkanitima (eger, egenburg)	23 J ₂	Vapnenici i dolomiti (gornja jura)	3 O, S, D	Kompleks metamorfnih stijena (ordovicij, silur, devon)
42 Pg, Ng	Vapnenačke breče (paleogen, neogen)	22 J ₂	Debeloslojeviti vapnenici i dolomiti (srednja jura)	2 O, S, D	Progresivna metamorfna serija (ordovicij, silur, devon)
41 E, Ol	Prominske naslage (eocen, oligocen)	21 J ₁	Vapnenici i dolomiti (donja jura)	1 Pk	Kompleks metamorfnih stijena (prekambrij)
40 E _{2,3}	Flisne naslage (srednji i gornji eocen)	20 T ₂ ^{1,3}	Dolomiti (gornji norik, ret)		
39 ?Pc, E _{1,2}	Liburnijske naslage, foraminiferni vapnenici i prijelazne naslage (?gornji paleocen, donji i srednji eocen)	19 T _{2,3}	Klastične naslage (?gornji ladinik-donji norik)		

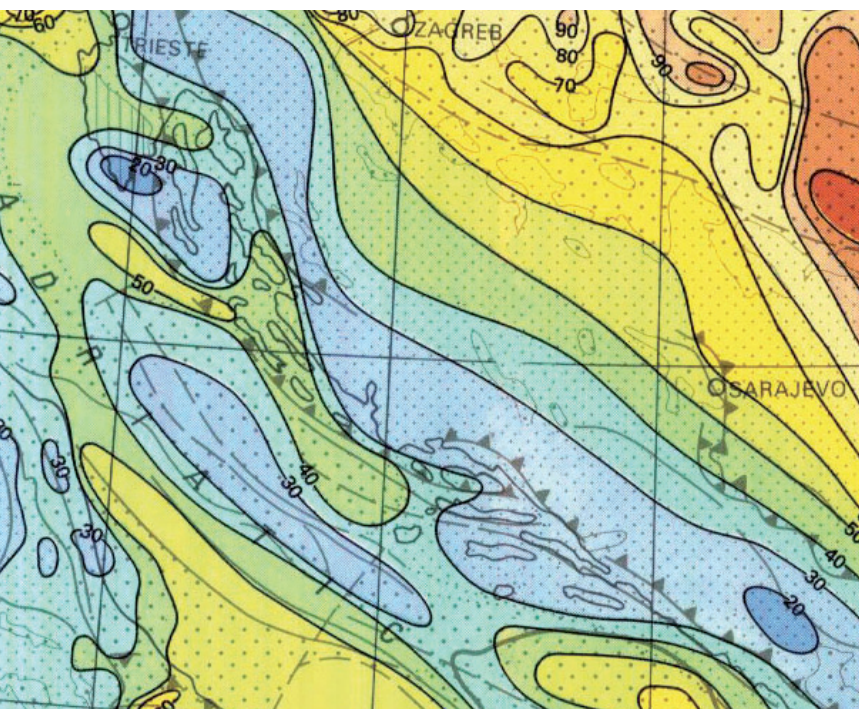
4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL

Najveći dio Dubrovačko neretvanske županije ima gustoću toplinskog toka između 20 i 30 mW/m² (slika 10.)¹¹, što odgovara prosjeku za obalno područje Republike Hrvatske koji iznosi 29 mW/m².

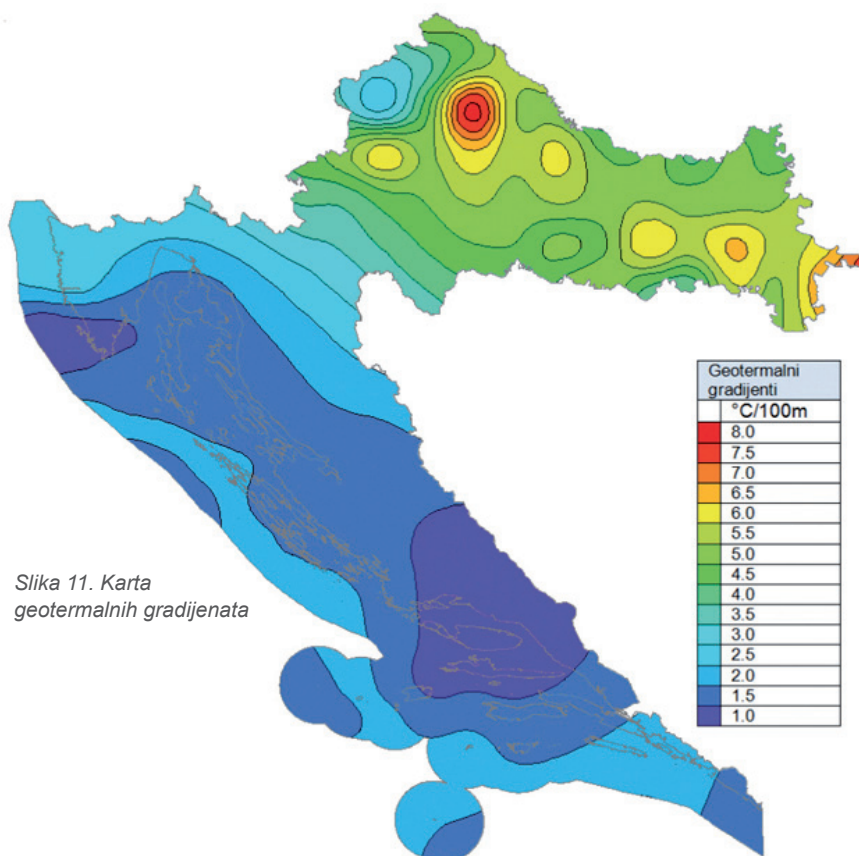
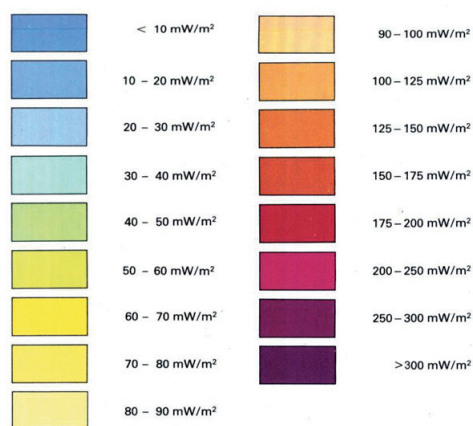
11 Geothermal Atlas of Europe, E. Hurtig, V. Čermak, R. Haenel and V. Zui (Ur.). Kartographischer Dienst Potsdam, Njemačka, Herman Haack Verlagsgesellschaft mbH, 1992.

U Dubrovačko-neretvanskoj županiji je i geotermalni gradijent razmjerno nizak i iznosi od 10 do 20°C/km (slika 11.)¹².

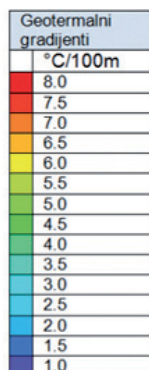
12 Modificirano prema Jelić, K., Kevrić, I. i Krasić, O., Temperatura i toplinski tok u tlu Hrvatske, 1. Hrvatski geološki kongres: zbornik radova, Vlahović, Igor, Velić, Ivo, Šparica, Marko (ur.), Zagreb, Institut za geološka istraživanja, 1995, 245-249.



Slika 10. Isječak karte gustoće toplinskog toka (mW/m²)



Slika 11. Karta geotermalnih gradijenata



Prema kartama temperatura u podzemlju, na dubini od 1.000 m mogle bi se dosegnuti temperature do 45°C (slika 12.)¹³, a na 2.000 m do 70°C (slika 13.)¹⁴.

Ove su vrijednosti rezultat računalne interpolacije temperatura izračunatih prema pretpostavljenoj konstantnoj uspravnoj kondukciji topline i promjenjivoj toplinskoj provodljivosti po dubini. Određena odstupanja od ovih vrijednosti mogu se javiti na lokacijama gdje se toplina uz kondukciju prenosi i konvekcijom putem cirkulacije fluida.

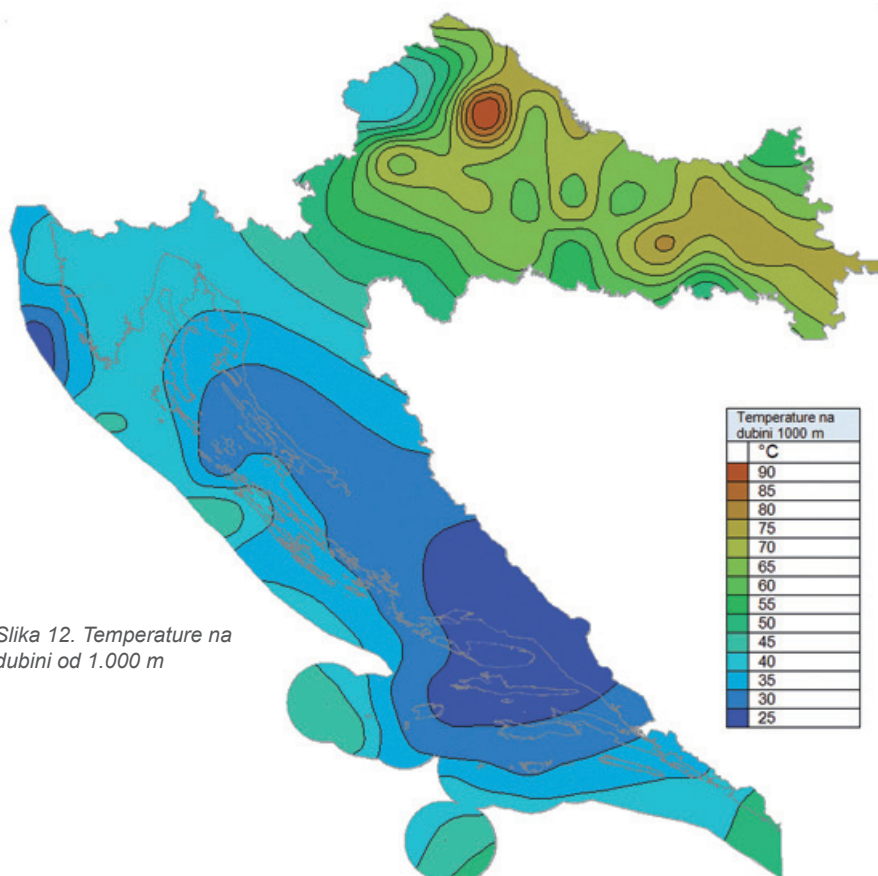
13 Modificirano prema Grupa autora: GEOEN: Program korištenja geotermalne energije-prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Zagreb, Energetski institut Hrvoje Požar, 1998.

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.

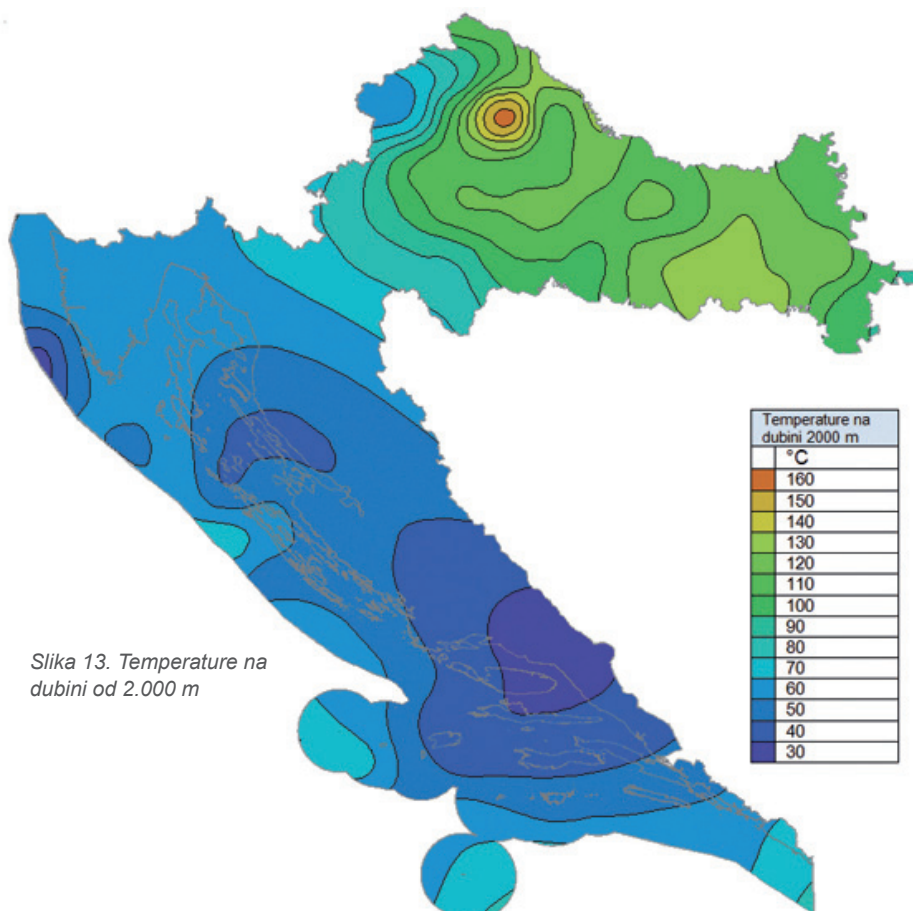
Osim niskog geotermalnog gradijenta na području Dubrovačko-neretvanske županije, pronalazak ležišta potencijalne termalne vode, kao osnovnog geotermalnog resursa, ograničen je kompleksnim tektonskim odnosima. Osim toga, prevladavajući krški reljef koji se odlikuje poroznošću pogoduje otjecanju vode s tog prostora.

Unutar karbonatnih stijena dinamika vode je vrlo složena i odvija se u dubokom krškom podzemlju. Kretanje podzemnih voda zavisi o prostornom odnosu vodopropusnih i vodonepropusnih stijena, prisutnosti rasjednih zona i pratećih sustava pukotina, kao i međuslojnih ploha koje imaju hidrogeološku funkciju usmjeravanja toka podzemne vode prema mjestima stalnog ili povremenog istjecanja. Upravo duboki reversni rasjed na kojem u kontakt dolaze propusne karbonatne naslage i nepropusne flišne naslage uzrok je izviranju subtermalno-mineralne vode u Mokošici. Ovo izvorište uz obalu zaljeva Rijeke dubrovačke poznato je od polovice 19. stoljeća. Voda izvire na tri slaba izvora iz eocenskih vapnenaca. Temperatura vode je $16,4^{\circ}\text{C}$ i u prošlosti je uz dogrijavanje korištena u jekovite svrhe u kupalištu „Thermotherapie“. Prije izbijanja na površinu voda se vjerojatno u određenoj mjeri miješa s morskom vodom.

Geotermalna energija se u Dubrovačko-neretvanskoj županiji može koristiti 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 iz 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.



Slika 12. Temperature na dubini od 1.000 m



Slika 13. Temperature na dubini od 2.000 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*¹⁵ 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 energetske 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 hidroelektranu¹⁶. 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 dužoj 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*^{17 18}, 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). Potrebno je napomenuti da su u sklopu Programa MAHE obrađene neke lokacije koje nisu bile predmet obrada u spomenutom Katastru malih hidroelektrana, već su bile rezultat inicijative privatnih poduzetnika.

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 MW¹⁹.

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

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

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

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

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

5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE

Uvažavajući prethodno navedeno, na području Dubrovačko-neretvanske županije detektiran je određeni energetska potencijal unutar skupine energetskih izdašnjih vodotoka, što je prikazano u tablici 8. Kako se radi o skupini vodotoka nad kojima su provedene detaljnije analize, prezentirani numerički podaci odnose se na neto energetska potencijal.

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

Redni broj	Ime vodotoka	Ukupni broj poteza korištenja na vodotoku	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)
1.	Ljuta	5	4.049	12,98
	UKUPNO	5	4.049	12,98

Kako je već ranije navedeno, za jedan manji broj vodotoka provedene su i dodatne analize tijekom izrade studijskih elaborata *Katastar malih hidroelektrana u Hrvatskoj, I. i II. A faza* te provedbom Nacionalnog energetskog programa izgradnje malih hidroelektrana (Program MAHE), kao i temeljem inicijative privatnih poduzetnika. Na području Dubrovačko-neretvanske županije izdvojen je jedan takav vodotok - Ljuta, a rezultati obrada (tehnički iskoristivi potencijal) predstavljeni su u tablici 9. Vidljivo je da je došlo do izmjena u broju (smanjenja broja) mogućih poteza korištenja, a također i promjena iznosa moguće instalirane snage i proizvodnje električne energije. Možda je jedan od osnovnih razloga taj da projektna rješenja od prije 30 godina nisu uzimala u obzir obavezu osiguravanja biološkog minimuma, dok su novije analize to uzele u obzir, pa je radi očuvanja prirode i okoliša došlo do određenih promjena u procjeni potencijala na spomenutom vodotoku.

Tablica 9. Tehnički iskoristivi potencijal za vodotoke s definiranim potezima korištenja na području Dubrovačko-neretvanske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Potez korištenja	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (MWh)
1.	Ljuta	1	2.206	8.245,37
2.	Ljuta	2	3.300	11.000,00
	UKUPNO		5.506	19.245,37

Ovdje su korištena dva pojma koja se u praksi često izjednačuju, ali ne moraju nužno biti isti po definiciji: neto potencijal, odnosno tehnički iskoristivi potencijal. Grubo rečeno, moglo bi se konstatirati da je riječ o sinonimima i da se pod tim potencijalom smatra onaj dio raspoloživog bruto potencijala koji se primjenom određenih tehničkih rješenja može pouzdano energetska iskoristiti. U nekim slučajevima neto potencijal predstavlja višu razinu (preliminarne obrade mogućnosti korištenja prirodnih resursa na razini makrolokacije), a tehnički iskoristivi potencijal nižu razinu potencijala (detaljnije projektantske obrade na razini mikrolokacije). Ovo finije razgraničenje definicija korišteno je u prethodnom tekstu za opis potencijala.

Naročito je potrebno istaknuti da spomenuti neto potencijal, odnosno tehnički iskoristivi potencijal ne znači automatski i realno ostvariv potencijal, naročito imajući u vidu da se podaci korišteni u ovom materijalu temelje na projektnim rješenjima od prije 30-ak godina te da u obzir nije uzet biološki minimum (isti nije niti definiran iz formalnih razloga jer za te potencijalne projekte od strane investitora nije pokrenuta zakonska procedura postupka procjene utjecaja na okoliš tijekom koje se utvrđuje biološki minimum).

Što se tiče druge spomenute skupine vodotoka (vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetskog korištenja), na području Dubrovačko-neretvanske županije nije detektiran njihov energetska potencijal.

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 pristupa²⁰) mogu pronaći podaci o potencijalnim projektima u Republici Hrvatskoj u rasponu snage između 5 i 10 MW, međutim, takvi projekti nisu prepoznati na području Dubrovačko-neretvanske 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.

²⁰ Sektorska obrada i podloge za Vodnogospodarsku osnovu Hrvatske, Hidroenergetski bruto potencijal Hrvatske, Metodologija, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 2000.

ZAKLJUČAK

U ovoj publikaciji su prikazani rezultati provedenih analiza potencijala za pet oblika obnovljivih izvora energije - energije vjetra, Sunca, biomase, geotermalnih izvora te vodotoka. Pri tome treba naglasiti da prikazani rezultati analize za pojedini 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 namijeni 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 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji se ističu energetske potencijali energije vjetra i Sunca. Naime, teoretski i tehnički potencijali energije vjetra i Sunca ukazuju na mogućnost izgradnje većih energetskih postrojenja, dok bi za održivo korištenje ostalih izvora bila primjerenija mala/mikro postrojenja. U cilju ostvarenja projekata vjetroelektrana i fotonaponskih elektrana, preporuča se na županijskoj razini provesti analizu prostora Županije kako bi se utvrdili kapaciteti lokacija pogodnih za smještaj vjetroelektrana i fotonaponskih elektrana te iste uvrstiti u prostorno-planske dokumente.

Područje Županije karakterizira niski potencijal geotermalne energije iako su poznati prirodni termomineralni izvori korišteni u ljekovite svrhe.

Dosad provedena istraživanja ukazuju na vrlo malen potencijal za izgradnju malih hidroelektrana u Dubrovačko-neretvanskoj 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



Ova publikacija je izrađena
uz pomoć Europske unije.

DUBROVAČKO-NERETVANSKA ŽUPANIJA

XIX

ISBN 978-953-6474-78-3




WWW.REPAM.NET