

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 	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 Splitsko-dalmatinskoj 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 Splitsko-dalmatinskoj 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

Splitsko-dalmatinska županija nalazi se u južnom dijelu Republike Hrvatske i prostorno je najveća županija s ukupnom površinom 14.045 km², od čega na površinu kopna otpada 4.572 km², odnosno 32,5%. Sa 471.278 stanovnika ona je druga županija po broju stanovnika. Njeno administrativno središte je grad Split s 183.796 stanovnika. Proteže se od Vrlike na sjeveru do najudaljenijeg hrvatskog otoka Palagruže na jugu, od Marine na zapadu do Vrgorca na istoku. Prostor Splitsko-dalmatinske županije dijeli se u tri geografske cjeline: zaobalje, priobalje i otočno područje.

Zaobalje zauzima prostor kontinentalnog dijela županije, a ispresijecano je planinama koje se pružaju paralelno s obalom. Kraj karakterizira veliko prostranstvo te kontinentalne osobine tla, klime i reljefa s rijetkom naseljenošću.

Priobalje čini uski rubni pojas uz more koji omeđuje priobalne planine Svilažu, Kozjak, Mosor, Biokovo s prosječnom širinom pojasa od oko 5 km. To je područje visoko urbanizirano, gušće naseljeno i ekonomski razvijeno u odnosu na zaobalje.

Otočno područje sastoji se od 74 otoka i 57 hridi i grebena. Otoci su slabo nastanjeni, ekonomski su razvijeniji od zaobalja, međutim zbog različitih prilika imali su trajnu emigraciju stanovnika. Veličinom i naseljenošću izdvaja se pet otoka: Čiovo, Šolta, Brač, Hvar i Vis, a još šest otoka je naseljeno: Veli Drvenik, Mali Drvenik, Sv. Klement, Šćedro, Biševo i Sv. Andrija. Otoci su karakterizirani izrazitom mediteranskom klimom i blagim reljefom.

Splitsko-dalmatinskom županijom geomorfološki dominira krševit i vapnenački sastav terena, s brojnim kraškim formama od kojih su najvažnija kraška polja (Cetinsko, Hrvatačko, Sinjsko, Mučko-postinjsko, Konjsko, Dugopoljsko, Dicmansko i Imotsko polje, Rastok i Vrgoračko jezero). U pogledu hidrogeologije i vodnih resursa, u zaobalnom dijelu se ističu kraška polja kao slivna područja, iz kojih se voda drenira podzemnim tokovima. Na obali, osim površinskih vodnih tokova (rijeke Cetina, Jadro i Žrnovnica) postoje veći dotoci podzemnih voda iz kraškog zaleđa (npr. ponornica Vrlike i Matice u Imotskom odnosno Vrgoračkom polju).

Splitsko-dalmatinska županija nalazi se u zoni jadranskog tipa mediteranske klime čije su osnovne osobine suha i vruća ljeta te blage i vlažne zime. Krećući se od otočnog preko obalnog do zaobalnog područja, srednje godišnje temperature opadaju, a povećava se ukupna količina oborina. Klima otočnog područja je topla s obiljem sunca i temperaturama koje rijetko padnu ispod nule te sa malo oborina, za razliku od klime zagorskog područja gdje temperature tijekom jesenskih i zimskih mjeseci često padaju ispod nule, a prisutna je i veća količina oborina. Klima priobalja je karakterizirana maksimalnim oborinama u hladno doba godine te vrućim, suhim i izrazito vedrim ljetom. Temperatura najhladnijeg mjeseca se kreće između –3°C i +18°C, dok je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca veća od 22°C.

1. ENERGIJA VJETRA



1.1. OPĆE ZNAČAJKE

Jadransko more, kao prirodni rezervoar relativno tople vode s temperaturom od 10 do 26°C najvažniji je indikator klimatskih karakteristika na širem području Splitsko-dalmatinske županije.

Prevladavajući vjetrovi u Županiji su bura i jugo čija učestalost iznosi od 35 do 55 posto godišnje.

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. Negdje su te planine, kao Biokovo, tik uz more, a drugdje bura započinje dosta duboko u kopnu, primjerice na Dinari. 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.

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.

Uz obalu Splitsko-dalmatinske županije od Splita do Neretve nalazi se uski pojas povećane, upravo maksimalne vjerojatnosti juga kojeg treba pripisati kanaliziranju vjetra u povoljno orijentiranim prolazima između brda i otoka. Jugo je kao i bura umjeren do jak vjetar s mogućnošću pojavljivanja olujnih udara.

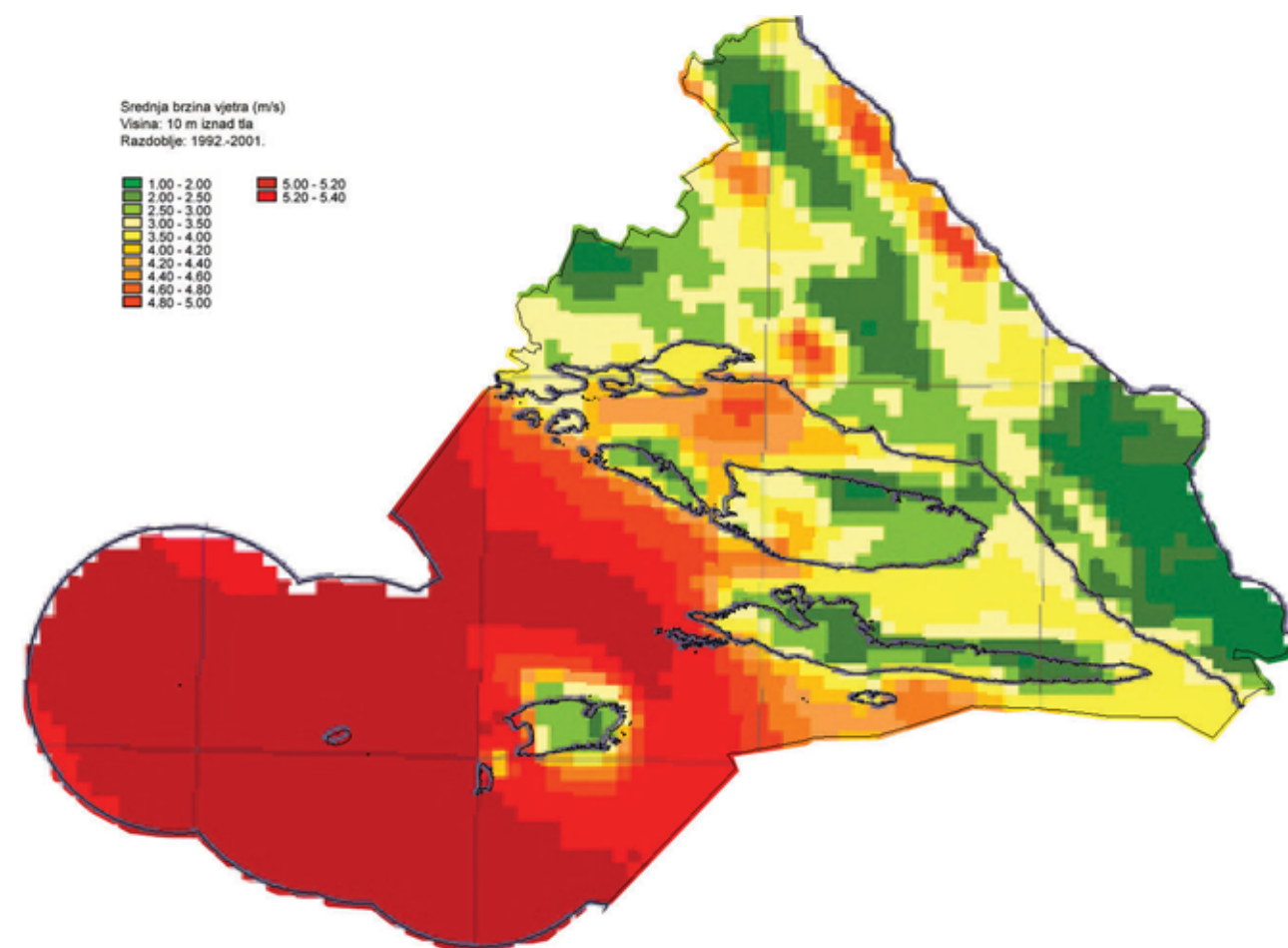
Osim bure i juga u Splitsko-dalmatinskoj županiji treba spomenuti i olujan, kratkotrajan vjetar – jugozapadnjak koji često puše u okolici Splita. Tamo se u ljetna popodneva kroz Šoltanski kanal, dakle sa jugozapada, slijeva smorac zajedno s dijelom zraka koji je nad pučinom strujao kao sjeverozapadna etezija (slab i umjeren sjeverozapadnjak koji se javlja od sredine lipnja do početka rujna). Na obalama vanjskih otoka i u kanalima okrenutima prema zapadu, kao što su Hvarski, Korčulanski i Lastovski gotovo redovito se javlja umjereni zapadni vjetar.

1.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE VJETRA

Raspoloživi prirodni potencijal energija vjetra u Splitsko-dalmatinskoj županiji je, prema dostupnim podacima, znatan. Prema registru obnovljivih izvora energije i kogeneracije pri Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva, u Splitsko-dalmatinskoj županiji je trenutno u nekoj fazi razvoja 43 projekta vjetroelektrana, dok je prostornim planom predviđeno 23 lokaliteta za istraživanje potencijala energije vjetra. Pretpostavka je kako na vremenske prilike šireg područja najveći utjecaj ima Dinarski i Biokovski masiv. Najbolji potencijal energije vjetra u Splitsko-dalmatinskoj županiji (slika 1.) može se očekivati na izloženim planinskim vrhuncima u njezinim sjevernim dijelovima uz granicu s Bosnom i Hercegovinom.

Prema dostupnoj karti vjetra na 10 m iznad razine tla, najvjetrovitija su područja u zaobalnom području, 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 Splitsko-dalmatinskoj županiji se takvi povoljni utjecaji mogu očekivati za lokacije koje se nalaze u užoj okolici obalne linije. Mogući ograničavajući čimbenik za područje Splitsko-dalmatinske županije je nepovoljni utjecaj oštre, kontinentalne klime u njezinom zaobalnom dijelu prema granici s BiH, osobito na višim nadmorskim visinama.

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



Slika 1. Karta vjetra za područje Splitsko-dalmatinske županije

Zbog prostorne rezolucije karte koja iznosi 2 km i osrednjih 10 godišnjih podataka vjetra, kartografski prikaz ne ocrtava potencijal na dominantnim vrhovima Biokova uslijed jakih bura koje su česte, osobito u zimskom razdoblju godine.

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 Splitsko-dalmatinskoj županiji procijenjen je na 450 MW.

Tehnički potencijal bi se mogao znatno povećati ukoliko se promijeni zakonska odredba, iz Zakona o prostornom uređenju i gradnji², prema kojoj je zabranjena gradnja vjetroelektrana unutar zaštićenog obalnog pojasa (ZOP-a). Naime, raspoloživi potencijal energije vjetra na otocima Splitsko-dalmatinske županije je znatan, osobito ako se uzme u obzir veličina otoka (što je vidljivo i na slici 1.). To se posebno odnosi na središnji dio otoka Brača i južni dio otoka Hvara i zapadni otoka Visa.

² NN 76/07, članak 51.

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 (vrtnje 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 dopiyeva kao izravno i kao raspršeno zračenje.

- ➔ **Izravno (direktno) Sunčevo zračenje** dolazi izravno iz prividnog smjera Sunca.
- ➔ **Raspršeno (difuzno) Sunčevo zračenje** nastaje raspršivanjem zračenja u atmosferi i do tla dopiye iz svih smjerova.
- ➔ **Ukupno (globalno) Sunčevo zračenje** na vodoravnoj plohi sastoji se od izravnog i raspršenog zračenja. Nagnuta ploha osim izravnog i raspršenog zračenja prima i od tla odbijeno Sunčevo zračenje.
- ➔ **Odbijeno (reflektirano) Sunčevo zračenje** je dio zračenja koje se odbije od tla ili vodenih površina.
- ➔ **Ukupno Sunčevo zračenje** na nagnutu plohu sastoji se od izravnog, raspršenog i od tla odbijenog zračenja.

Izravna komponenta Sunčevog zračenja je dominantna u ukupnom zračenju. Maksimalno ozračenje izravnim Sunčevim zračenjem postiže se postavljanjem plohe okomito na smjer zračenja. Kako je raspršeno zračenje anizotropno, intenzitet zračenja se povećava približavanjem Sunčevom disku i, u manjoj mjeri, obzoru. Površina koja nije okomita na smjer upadnih zraka ozračena je s dijelom maksimalno mogućeg ozračenja proporcionalnom kosinusu kuta između upadnih zraka i normale plohe. Maksimalno ozračenje plohe moguće je ako se u svakom trenutku prati kretanje Sunca na nebu. Ozračenje tada ovisi samo o optičkoj masi zraka koja se povećava s približavanjem Sunca obzoru. Za fiksno postavljeni sustav određuje se vrijednost optimalnog kuta nagnute plohe. Optimalni kut nagnute plohe je kut pod kojim je potrebno postaviti modul u odnosu na vodoravnu površinu da bi se dobila najveća moguća godišnja ozračenost. Osim godišnjeg kuta, optimalni kut je moguće izračunati za sezonu i za svaki mjesec pojedinačno.

Ozračenost ili klimatološke značajke iz kojih se može procijeniti vrijednost ozračenosti najčešće se mjere na

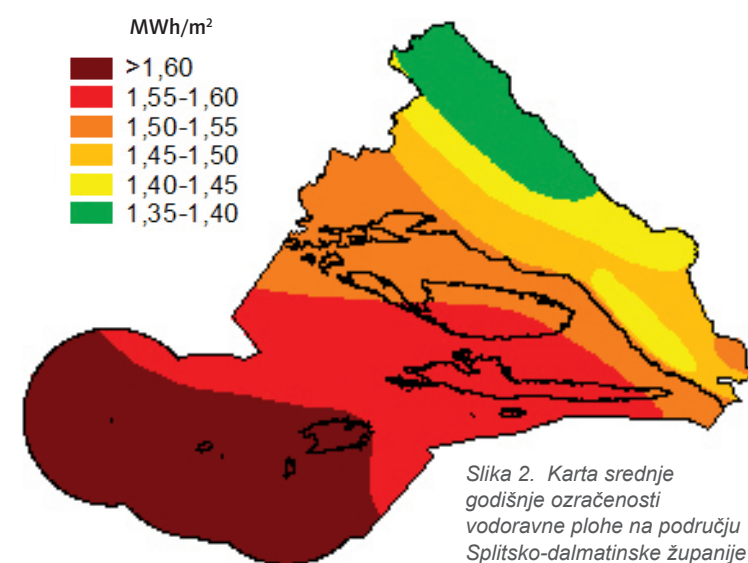
meteorološkim postajama ili na namjenskim mjernim postajama za mjerenje karakteristika Sunčevog zračenja. Najčešće se na meteorološkim postajama mjeri osunčavanje (trajanje sijanja Sunca), dok se na namjenskim mjernim postajama mjeri ukupno, a na bolje

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.

Splitsko-dalmatinska županija obuhvaća teritorijalni raspon od vanjskih otoka do južnih vrhova Dinare. Prostorna raspodjela Sunčevog zračenja na području Županije je pod visokim utjecajem obalne linije te se osim prirodnog smanjivanja potencijala u smjeru jug-sjever, smanjuje i u smjeru od obale prema unutrašnjosti. Tako se srednja godišnja ozračenost vodoravne plohe kreće između nešto više od $1,60 \text{ MWh/m}^2$ za vanjske otoke (Vis), preko $1,55 \text{ MWh/m}^2$ za otoke Brač i Hvar te $1,45 \text{ MWh/m}^2$ za obalne dijelove do $1,35 \text{ MWh/m}^2$ za sjeverozapadni, planinski dio koji se nalazi oko Peručkog jezera i Kamešnice. Također, zamjetno je smanjenje potencijala kod visokih planina, poput Biokova. Na slici 2. prikazana je prostorna raspodjela srednje godišnje ozračenosti na području Splitsko-dalmatinske županije.



Detaljni podaci o Sunčevom zračenju na području Splitsko-dalmatinske županije dostupni su za pet lokacija na kojima se provode meteorološka mjerenja: Split, Sinj, Sv. Jure – Biokovo, Makarska i Hvar. Dostupni su i podaci za Palagružu, međutim ova lokacija se nalazi daleko na pučini te nije zanimljiva prilikom promatranja generalnog potencijala.

Tablica 1. Srednje dnevne ozračenosti vodoravne plohe po mjesecima (MWh/m^2)

Lokacija	Split			Hvar			Sinj		
	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Ukupno	Raspršeno	Izravno
Siječanj	1,71	0,82	0,89	1,72	0,84	0,88	1,41	0,83	0,58
Veljača	2,65	1,12	1,53	2,68	1,13	1,55	2,40	1,16	1,24
Ožujak	3,80	1,67	2,13	3,93	1,66	2,27	3,52	1,71	1,81
Travanj	4,93	2,16	2,77	5,20	2,11	3,09	4,74	2,19	2,55
Svibanj	6,07	2,53	3,54	6,27	2,48	3,79	5,67	2,61	3,06
Lipanj	6,94	2,53	4,41	7,24	2,42	4,82	6,37	2,69	3,68
Srpanj	6,96	2,36	4,60	7,23	2,26	4,97	6,25	2,59	3,66
Kolovoz	5,96	2,17	3,79	6,19	2,10	4,09	5,63	2,27	3,36
Rujan	4,64	1,70	2,94	4,73	1,69	3,04	4,14	1,80	2,34
Listopad	3,31	1,27	2,04	3,42	1,27	2,15	2,84	1,34	1,50
Studen	1,92	0,91	1,01	1,94	0,93	1,01	1,63	0,92	0,71
Prosinac	1,44	0,73	0,71	1,45	0,75	0,70	1,20	0,73	0,47
Sr. god. vrijednost	1,53	0,61	0,92	1,58	0,60	0,99	1,40	0,63	0,76

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

Lokacija	Split				Hvar				Sinj			
Optimalni kut	30°				30°				27°			
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno
Siječanj	2,76	0,77	1,97	0,02	2,73	0,78	1,92	0,02	2,05	0,78	1,25	0,02
Veljača	3,80	1,04	2,72	0,04	3,81	1,06	2,72	0,04	3,27	1,09	2,16	0,03
Ožujak	4,57	1,56	2,96	0,05	4,74	1,55	3,13	0,05	4,14	1,61	2,49	0,04
Travanj	5,19	2,01	3,12	0,07	5,50	1,97	3,47	0,07	4,99	2,06	2,88	0,05
Svibanj	5,87	2,35	3,43	0,08	6,07	2,31	3,68	0,08	5,53	2,46	3,01	0,07
Lipanj	6,45	2,35	4,00	0,10	6,73	2,26	4,38	0,10	6,01	2,54	3,40	0,07
Srpanj	6,59	2,20	4,29	0,10	6,85	2,11	4,65	0,10	5,99	2,44	3,48	0,07
Kolovoz	6,10	2,02	3,99	0,08	6,35	1,96	4,31	0,08	5,77	2,14	3,57	0,07
Rujan	5,40	1,58	3,75	0,06	5,50	1,58	3,85	0,06	4,71	1,69	2,97	0,05
Listopad	4,52	1,19	3,29	0,05	4,66	1,18	3,44	0,05	3,66	1,26	2,37	0,03
Studen	2,96	0,85	2,08	0,03	2,95	0,87	2,06	0,03	2,30	0,87	1,41	0,02
Prosinac	2,40	0,68	1,70	0,02	2,37	0,70	1,65	0,02	1,79	0,68	1,10	0,01
Sr. god. vrijednost	1,72	0,57	1,14	0,02	1,78	0,56	1,20	0,02	1,53	0,60	0,92	0,02

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 lokacije Split, Hvar i Sinj, kao tipične predstavnike područja Splitsko-dalmatinske županije. 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. i 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.

Slika 3. Primjer korištenja Sunčeve energije: fotonaponski moduli



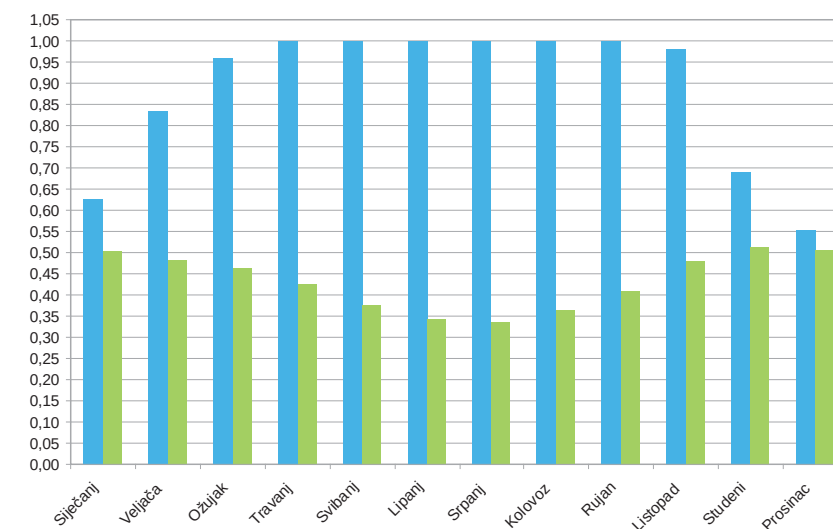
Spremnici tople vode služe za pohranu tople vode uz niske gubitke pa se zagrijana voda može koristiti tijekom cijelog dana. Ovakvi sustavi u pravilu imaju i dodatni energent za zagrijavanje (ogrjevno drvo, moderna biomasa, plin, el. energija) koji se koriste u nepovoljnim razdobljima. Uobičajena primjena 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 Splita, može zadovoljiti do 90% energetske potrebe za zagrijavanje potrošne tople vode u slučaju kućanstva od četiri člana. Na slici 5. prikazana je procjena pokrivanja energetske potrebe kroz godinu, kao i stupanj korisnosti sunčanog toplinskog sustava.

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

■ Sunčani stupanj pokrivanja f
■ Stupanj korisnosti η



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 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 dozračenju 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 Splita može proizvesti oko 14.000 kWh električne energije godišnje (tablica 3.).

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

Mjesec	Generirana električna energija u FN modulima (kWh)	Električna energija isporučena u mrežu (kWh)
Siječanj	823	790
Veljača	963	926
Ožujak	1.305	1.254
Travanj	1.295	1.243
Svibanj	1.482	1.422
Lipanj	1.412	1.353
Srpanj	1.495	1.434
Kolovoz	1.420	1.362
Rujan	1.320	1.268
Listopad	1.281	1.233
Studen	881	847
Prosinac	920	886
Ukupno	14.596	14.017

Proizvodnost fotonaponskog sustava je količina električne energije koju može proizvesti sustav jedinične snage. Za Split bi ona iznosila oko 1.400 kWh/kW godišnje. Za različite lokacije na području Splitsko-dalmatinske županije ona bi iznosila između 1.200 kWh/kW (područje Kamenšnice) do 1.450 kWh/kW za područje vanjskih otoka.

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-i prehrambeno-prerađivačke industrije.

3.1.2. KARAKTERISTIKE ŽUPANIJE VAŽNE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ BIOMASE

Prema Prostornom planu Splitsko-dalmatinske županije iz 2002. godine, ukupne poljoprivredne površine zauzimaju 283.781 ha. Podaci iz digitalne baze podataka CORINE Land Cover Hrvatska se razlikuju i prema njima poljoprivredne površine Županije zauzimaju 158.340 ha. Na slici 6. je prikazana karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Splitsko-dalmatinske županije. Poljoprivreda Splitsko-dalmatinske županije, kao dio mediteranske poljoprivredne regije Hrvatske, izrazito je heterogena, kako u svojim proizvodnim mogućnostima tako i po stupnju razvijenosti. Struktura korištenja poljoprivrednih površina je takva da obradive površine u ukupnim poljoprivrednim površinama čine svega 21%. Prostor je karakteriziran trima različitim

područjima: otočnim, priobalnim i zagorskim, koji kao takvi odražavaju i svoje posebnosti u raznovrsnosti poljoprivrednih proizvoda. Šume su jedno od najvrjednijih privrednih resursa Splitsko-dalmatinske županije te prekrivaju 225.070 ha površine (156.700 ha prema CORINE). Najzastupljenije su šikare i makije (137.000 ha) te neobrasle šumske površine, dok visokih šuma bora i bukve ima na relativno malom dijelu ukupnih šumskih površina. Treba napomenuti da su u ovom području posebno važne estetske i rekreativne vrijednosti šuma. U zagorskom pojasu šume su važne za zaštitu tala, sanaciju i smirivanje bujica te razvoj stočarstva, budući da one služe kao hrana za stoku i pružaju prebivalište za divljač.

3.2. PROCJENA ENERGETSKOG POTENCIJALA

3.2.1. BIOMASA IZ POLJOPRIVREDE

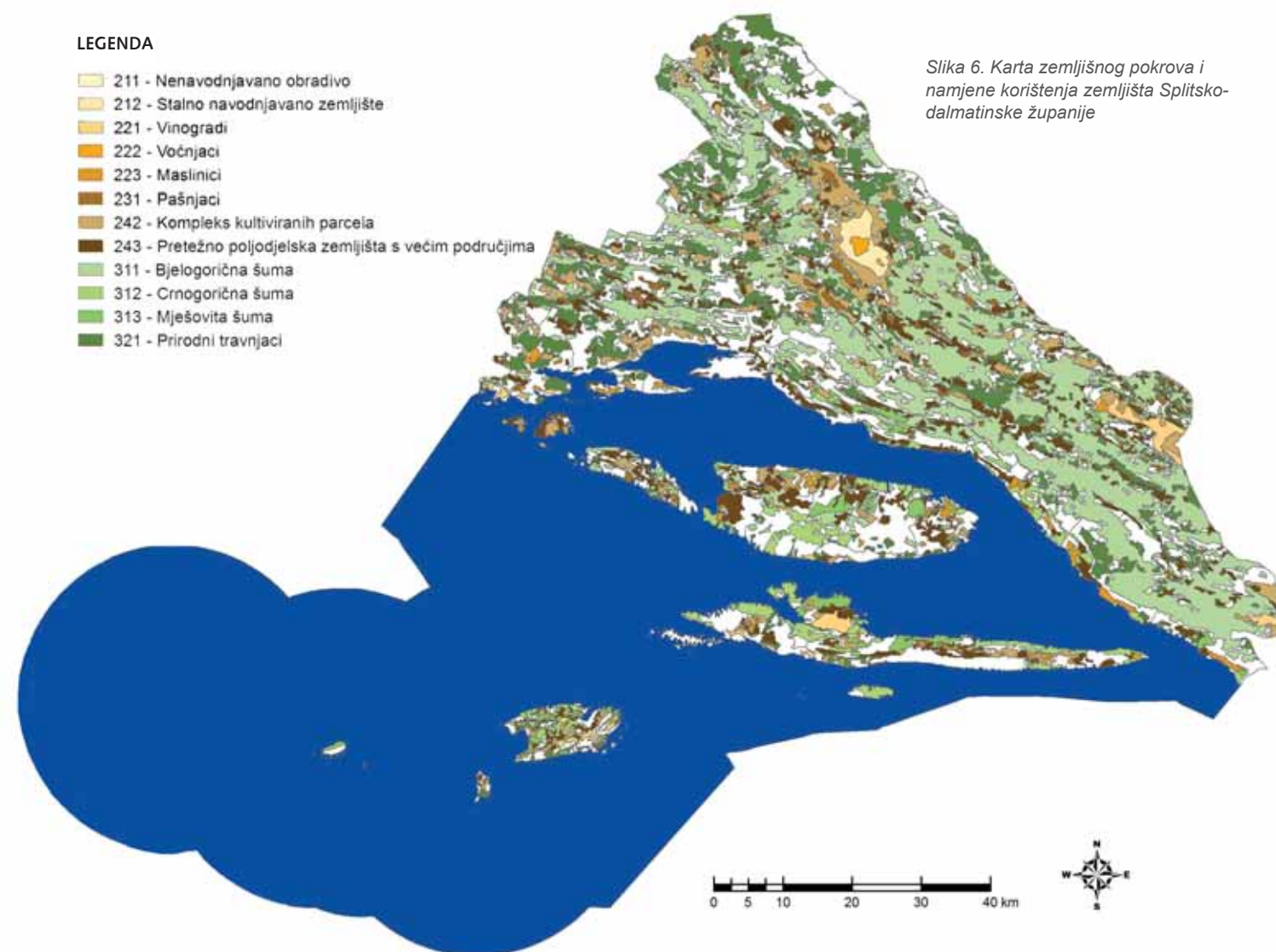
Poljoprivredna biomasa koja se može koristiti za proizvodnju energije vrlo je raznolika, a s obzirom na poljoprivredne grane može se podijeliti u sljedeće kategorije:

- **Ratarstvo** - energetske kulture (jednogodišnje i višegodišnje); ostaci nakon žetve ili povrtlarstva
- **Stočarstvo** - stajski gnoj i gnojovka
- **Višegodišnji nasadi** - energetske nasadi, granjevina i ostali drveni ostaci nakon redovitog održavanja višegodišnjih nasada (voćnjaci, vinogradi, maslinici)

Pojedine vrste biomase međusobno se razlikuju s obzirom na energetska svojstva, 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.

LEGENDA

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



Slika 6. Karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Splitsko-dalmatinske županije

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.

Tablica 4. Energetski potencijal proizvodnje bioplina u Splitsko-dalmatinskoj županiji na godišnjoj razini

Sirovina	Raspoloživost stajskog gnoja (t/god)*	Teoretski energetski potencijal (MWh/god)	Teoretski energetski potencijal (TJ/god)
Proizvodnja bioplina u monodigestiji			
Goveđi stajski gnoj	62.427	34.335	124
Svinjski stajski gnoj	4.168	694	3
Gnoj peradi	6.908	6.839	25
Sirovina	Površina potrebna za uzgoj kukuruzne silaže (ha)	Teoretski energetski potencijal (MWh/god)	Teoretski energetski potencijal (TJ/god)
Proizvodnja bioplina u kodigestiji s kukuruznom silažom (maseni udio silaže 30%)			
Goveđi stajski gnoj + silaža	796	62.074	223
Svinjski stajski gnoj + silaža	53	2.546	9
Gnoj peradi + silaža	88	9.908	36

*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 151 TJ u slučaju proizvodnje u monodigestiji. Kada bi se ista količina stajskog gnoja koristila za proizvodnju bioplina u ko-

Prilikom izračuna potencijala proizvodnje bioplina korištena je sljedeća formula:

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

Gdje je:

BP - energetski potencijal 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.

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. Kao što je vidljivo iz tablice, potencijali proizvodnje bioplina iz stajskog gnoja su relativno

3 NN 130/09

TEKUĆA BIOGORIVA

Tekuća biogoriva su goriva proizvedena iz biomase, koja se koriste za pogon motornih vozila, bilo kao čista ili kao mješavina s dizelskim gorivom, odnosno motornim benzinom. S obzirom na tehnologiju proizvodnje, postoje biogoriva prve, druge i treće generacije. Tehnologije prve generacije biogoriva su komercijalne, a primarno se odnose na proizvodnju biodizela iz uljara te bioetanola i njegovih derivata iz biljaka bogatih škrobom. Tehnologije druge i treće generacije biogoriva još su u fazi razvoja. Biodizel prve generacije proizvodi se procesom transesterifikacije biljnih ulja.

Tablica 5. Potencijali proizvodnje biogoriva na području Splitsko-dalmatinske 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)**	466.423	140.331	27	3.789

* 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 112.121 ha raspoloživog poljoprivrednog zemljišta angažira za proizvodnju kukuruza, mogla bi se proizvesti količina bioetanola energetske vrijednosti od 3.789 TJ godišnje. U praksi, ovakav scenarij nije realan zbog 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. Nadalje, zbog strukture tla te

niski na području Županije, što je uvjetovano niskom stočarskom proizvodnjom. Ipak, ukoliko se može osigurati dovoljna količina sirovine te aktivirati dovoljno zemljišta za proizvodnju kukuruzne silaže, proizvodnja bioplina iz stajskog gnoja u kodigestiji s kukuruznom silažom predstavljala bi povoljan scenarij u slučaju da nije moguće koristiti otpadne sirovine, na primjer ostatke iz prehrambene industrije, klaonički otpad i sl.

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 prinos usjeva po hektaru, možemo izračunati potencijalnu količinu biogoriva i energetski potencijal (tablica 5.).

klimatskih uvjeta prinosi kukuruza su ispod prosjeka Republike Hrvatske te nije realno pretpostaviti intenzivniju proizvodnju kukuruza za biogoriva. Osim toga, za uzgoj energetskih kultura potrebne su dostatne količine vode, kojima ovo područje ne obiluje u značajnijoj mjeri. Ostale energetske kulture (šećerna repa, uljana repica, soja) nisu razmatrane, budući da u promatranim godinama nije zabilježena njihova proizvodnja na području Županije.

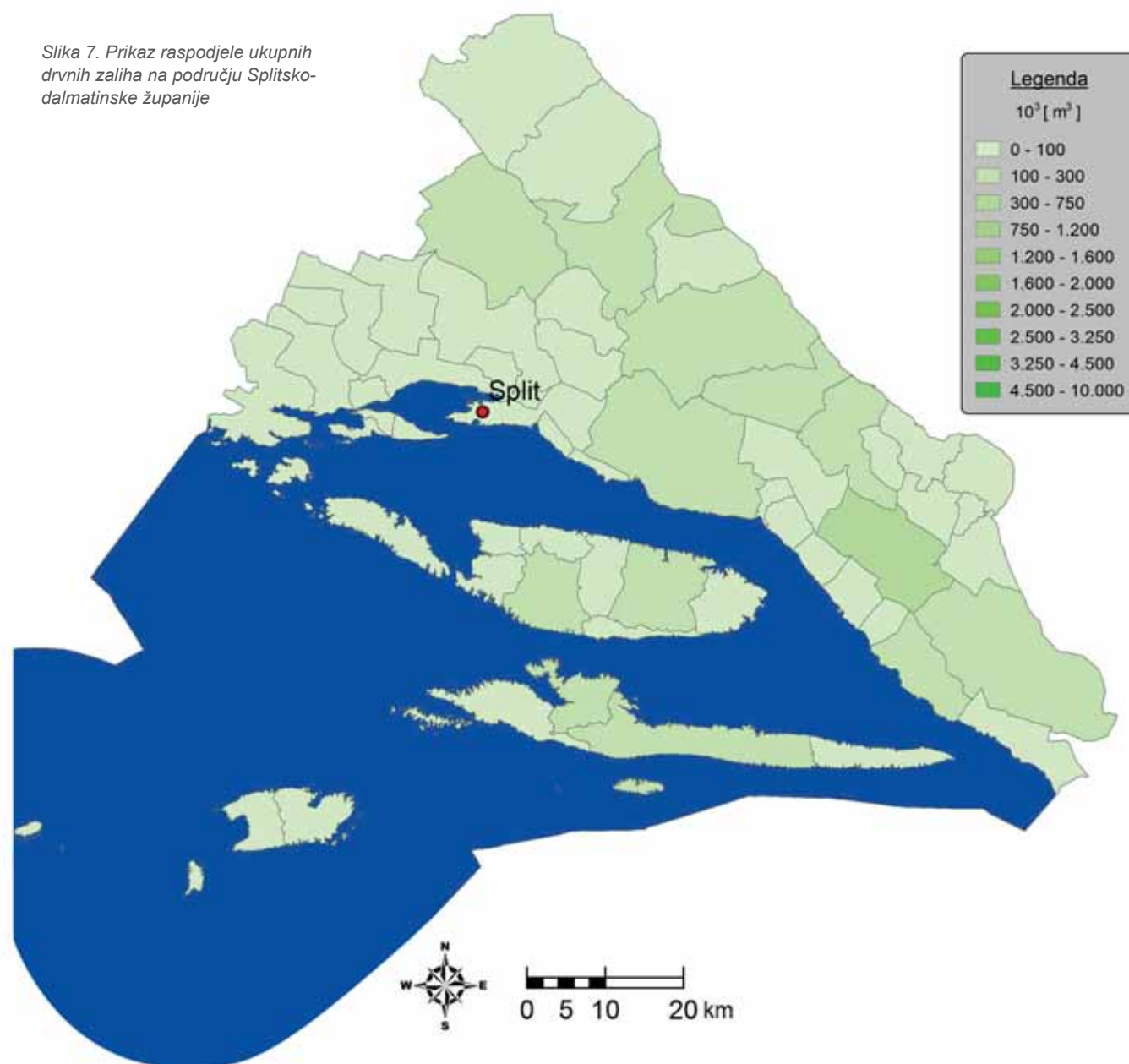
3.2.2. BIOMASA IZ ŠUMARSTVA

Najčešći oblici drvene biomase koji se koriste u energetske svrhe su ogrjevno drvo, sječka, kora, piljevina, blanjevna, briketi i peleti. Drvnu 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 Splitsko-dalmatinske županije



Tablica 6. Teoretski potencijal proizvodnje energije iz drvene biomase u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Ukupna drvena zaliha (m ³)	Ukupni godišnji prirast (m ³)	Godišnji etat prostornog drva (uključujući četinjače) (m ³)		Teoretski energetski potencijal godišnjeg etata prostornog drva (uključujući četinjače)			
				Planirana sječa		Ostvarena sječa	
		Planirana sječa	Ostvarena sječa	GWh	TJ	GWh	TJ
3.863.647	96.733	1.652	1.850	3	12	4	12

Teoretski potencijal je ukupni raspoloživi energetski 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. energetski potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo), koji je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi 12 TJ

godišnje. U 2007. godini ostvarena sječa prostornog drva iznosila je 1.850 m³ (12 TJ) što je za oko 200 m³ više od godišnjeg etata (dopuštene sječe). Prema tome, zbog relativno malog šumskog fonda, njegove strukture te iskorištavanja postojećih potencijala, ne postoje dodatni potencijali za iskorištavanje drvene biomase za proizvodnju energije. Ekološka uloga šuma

na području Županije je daleko najvrjednija. Potrebno je napomenuti da energetski potencijal prikazan u prethodnoj tablici predstavlja teoretski potencijal. Tehnički potencijal, odnosno razina praktičnog iskorištavanja

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. Zbog ograničene dostupnosti podataka izračunati su energetski 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. Budući da za promatrani period ne postoje podaci o

ovog potencijala ovisit će o učinkovitosti postrojenja za proizvodnju korisne energije (peći, toplane, elektrane, odnosno kogeneracijskog postrojenja).

otpadu iz drvne industrije, procjena potencijala iz iste nije bila moguća.

Prema podacima iz Registra otpada za 2010. godinu, na odlagališta u Republici Hrvatskoj odloži se godišnje 96% proizvedenog biorazgradivog komunalnog otpada. Izračun teoretskog energetskog 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 energetski potencijali dobiveni iz otpada na području Splitsko-dalmatinske županije

Vrsta otpada	Raspoloživost otpada (t/god)*	Teoretski energetski potencijal (MWh/god)	Teoretski energetski potencijal (TJ/god)
Klaonički otpad	4.694	23.470	84,5**
Biorazgradiva komponenta komunalnog otpada	93.815	63.325	228**

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

Kao što je vidljivo iz tablice 7. značajniji teoretski energetski potencijal ostvaruje klaonički otpad. Iskorištavanje otpada iz klaonica 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 odlaže 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. Splitsko-dalmatinska

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

4.1. OPĆE ZNAČAJKE

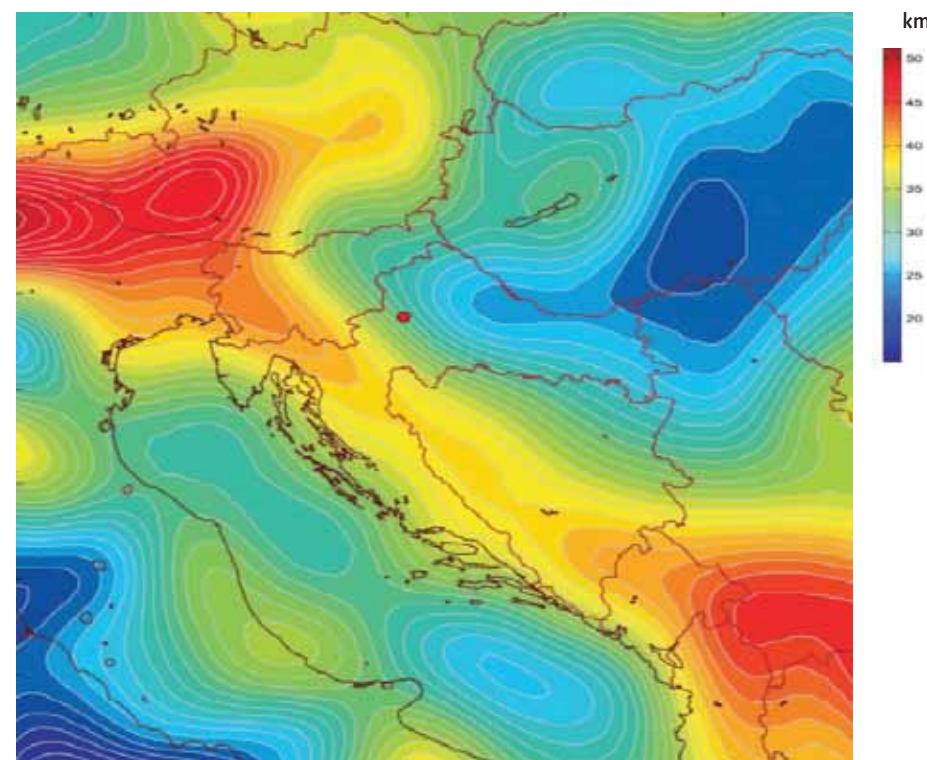
Splitsko-dalmatinska županija pripada geološkoj jedinici vanjskih Dinarida oblikovanoj najvećim dijelom mezozojskim i terciarnim karbonatima te terciarnim klastičnim naslagama. Uski obalni pojas oblikovan je klastičnim naslagama pleogena na koje su navučene starije vapnenačke naslage jure i krede. Cijelo područje karakterizira visoki stupanj tektonske poremećenosti. Mjestimično su prisutna područja jezerskih, barskih i aluvijalnih kvartarnih naslaga uz prirodne vodotoke i jezera, crvenica 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 kore. Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u Splitsko-dalmatinskoj županiji odražava podvlačenje Jadranske karbonatne platforme pod Dinaride i u izravnoj je vezi s geološkim postankom tog prostora. Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u Splitsko-dalmatinskoj županiji je između 30 i 40 km (slika 8.)⁹. 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.

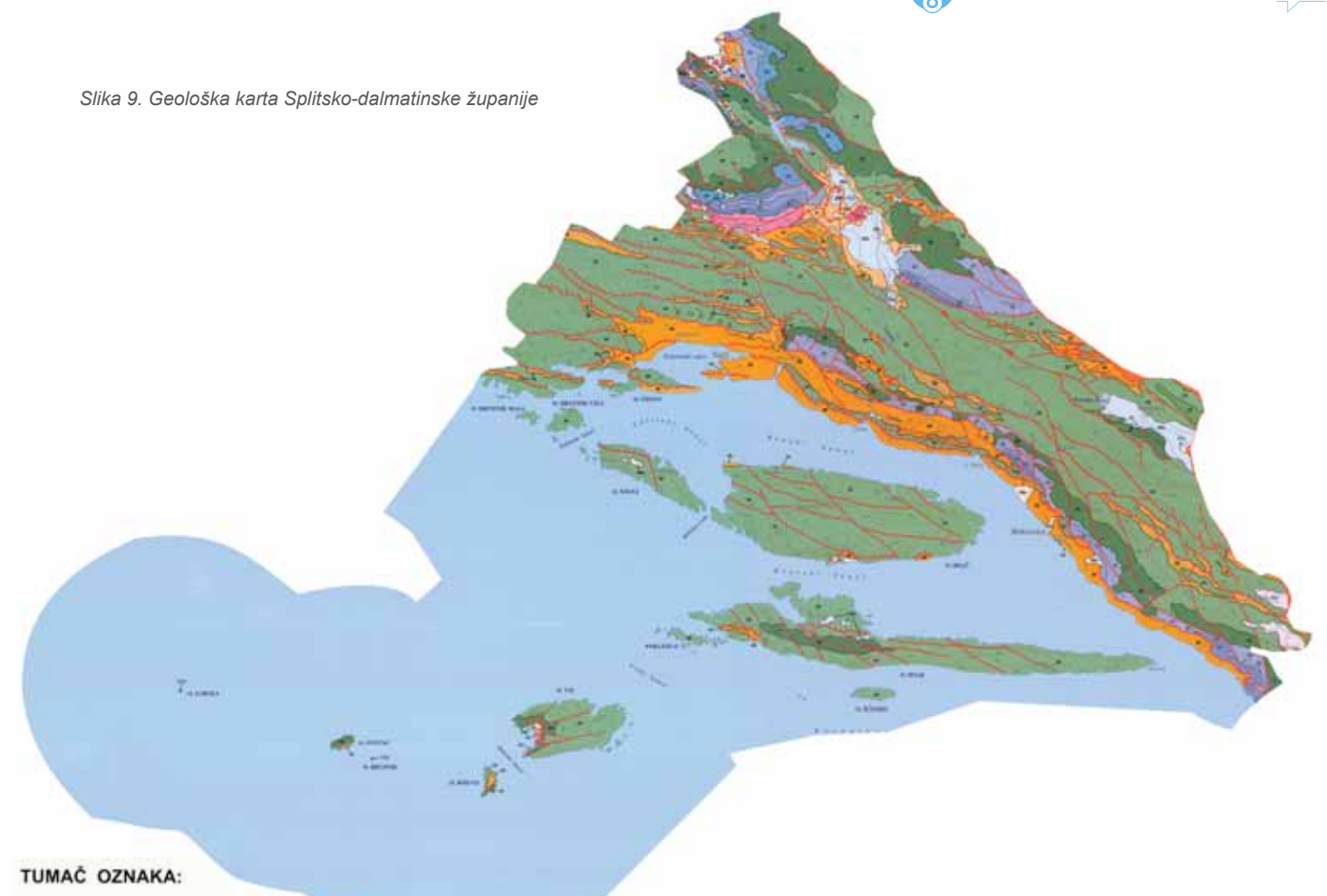
⁸ Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300 000, Zagreb, Hrvatski geološki institut, 2009.

⁹ 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 Splitsko-dalmatinske županije



TUMAČ OZNAKA:

14 $dprQ_2$	Deluvijalno-proluvijalne (a - $dprQ_2$) i aluvijalne (b - aQ_2) naslage (holocen)	38 Pc, E	Karbonatni filci i klasti (paleocen, eocen)	18 T_2, T_3	Zapadno-karbonske-klastične-vulkanogene kompleksne (gornji karbon, karbon)
17 aQ_2	Aluvijalne (a - aQ_2) i barske (b - aQ_2) naslage (holocen)	37 K_1, Pg	Vulkanarne stijene (gornja krede, paleogen)	17 T_{2+3}	Magnetna stijene (srednja-gornji trijas) - andezit, z - bazalt, z - apatit i dijabaz, (z) - apatit i dijabaz i andezit bazalt
18 aQ_2	Barske stijene (a aQ_2) (holocen)	36 K_1	Karbonatni klasti (paleogen) i "slagati" vapnenci (gornja krede)	16 T_2	Klastične i proklastične naslage (srednji trijas)
19 aQ_2	Čvrstina (a aQ_2) (holocen)	35 K_2	Hemipelagikal i turbiditne naslage (duga krede)	15 T_1	Karbonatne naslage (srednji trijas)
20 aQ_2	Koprene (a - aQ_2) i barske (b - aQ_2) ike (pleistocen)	34 K_2^*	Rudari vapnenci (paleocen-mioцен)	14 T_1	Sapke i kompleksne naslage (duga trijas)
21 aQ_2	Fluvijalne (a - aQ_2) i fluvijalne (b - aQ_2) naslage (pleistocen)	33 K_2^*, K_1^*	Dolomiti i postsedimentacijske dijagenetske krede (gornji albi, donji cenoman)	13 P_1	Ergativne i klastične naslage (gornji perm) a - vapnenci, b - klasti
22 Pt, Q	Klastične naslage (pleistocen)	32 K_1	Vapnenci i dolomiti (duga krede)	12 P_2	Magnetit (7 perm), kvarciti, granodiori, keratoliti
23 $M_2 - M_3$	Mionemske naslage Dinarida	31 $A_{1,2}$	Čvrstine stijene (srednja, gornja jur) a - ultramafit, b - magnetit, c - sedimentne stijene	11 P	Graniti (perm)
24 Pt	Poludolomite naslage (duga, romani)	30 J_1	Pyrometamorfne stijene (srednja jur)	10 C, P	Prekambrijske klastične naslage (karbon, perm)
25 M, P_1	Pijavci i glina (mesozo, paleocen)	29 J_2	Oronemotomorfne stijene (srednja jur)	9 C, P	Klastične i karbonatne naslage (karbon, perm)
26 M_1	Klasti i ugljen (perm)	28 J_1, K_1	Vapnenci i dolomiti (paleocen-eocen, karbon)	8 D, C, P	Hemoklastične naslage (karbon, perm)
27 $M_{1,2}$	Vapnenačke-klastične naslage (karbon, perm)	27 J	Plutonski vapnenci (gornji paleogen)	7 D, C	Klastične i karbonatne naslage (karbon, perm)
28 M_2	Litavci i klastične naslage i vulkanitima (eocen)	26 J_1, K_1^2	Stigari i masivni dolomiti (duga, valenci)	6 Pc, TT	Pyrometamorfne stijene (paleocen, trijas)
29 $M_{1,2}$	Magnetna stijene (karbon, eocen) a - andezit i bazalt, b - bazalt	25 A_1^2	Pyrometamorfne granitne vapnenci i dolomiti (duga, trijas)	5 Pc, TT	Oronemotomorfne stijene (paleocen, trijas)
30 $M_{1,2}$	Klasti i karbonat i klastična (duga, karbon)	24 A_1^2	Vapnenci i dolomiti (duga, trijas)	4 O, S, D	Granitne stijene (duga, karbon, silur, eocen)
31 Ol, M_1	Klasti i karbonat (duga, eocen)	23 A_1	Vapnenci i dolomiti (gornja jur)	3 O, S, D	Kompleksne metamorfne stijene (duga, silur, eocen)
32 Pg, Ng	Vapnenačke krede (paleogen, mesozo)	22 J_2	Deluvijalni vapnenci i dolomiti (srednja jur)	2 O, S, D	Pyrometamorfne stijene (duga, silur, eocen)
33 E, O_1	Prometne naslage (eocen, oligocen)	21 A_1	Vapnenci i dolomiti (duga, jur)	1 Pn	Kompleksne metamorfne stijene (prekambrijske)
34 $E_{1,2}$	Pile naslage (srednji i gornji eocen)	20 T_2^2	Dolomiti (gornji karbon, silur)		
35 $Tp, E_{1,2}$	Litavci naslage, karbonski vapnenci i premetne naslage (7 gornji paleocen, donji i srednji eocen)	19 T_{2+3}	Klastične naslage (7 gornji karbon-duga trijas)		

GEOLOŠKA GRANICA

kontinuirani prijelaz (normalni)

eruzijska ili tektonsko-eruzijska

POLOŽAJ SLOJA

nagnuti

horizontalni

vertikalni

prevrnuti

STRUKTURNE OZNAKE

folijacija

klovaž čisto ravno

rasjed bez otkriva 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 normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

relativno spuštani navlačni kontakt normalni rasjed: utvrđen (a), pokriven (b)

tektonsko okno

navlažak

tektonski prozor - dijapirski kontakt

DRUGE OZNAKE

cesta, uglavnom asfaltna

autocesta

autocesta u izgradnji ili planirana

NP

nacionalni park

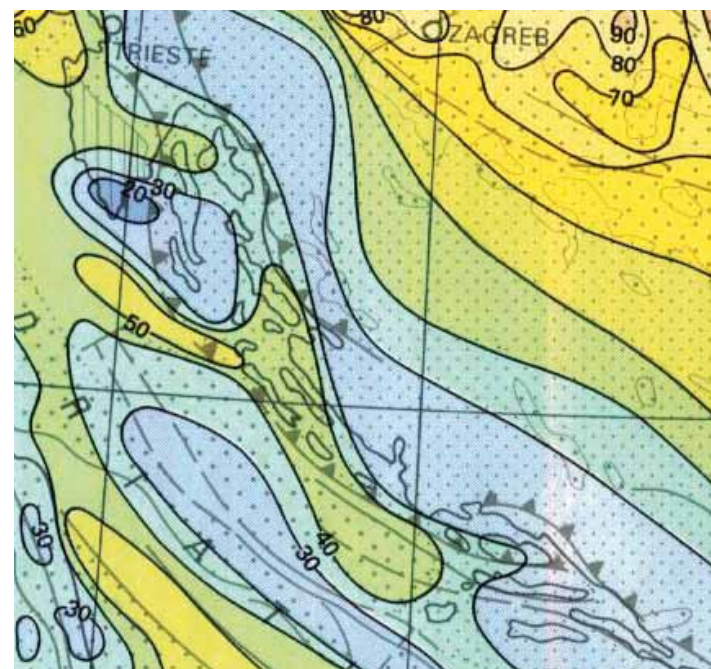
4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL

Najveći dio Splitsko-dalmatinske županije ima gustoću toplinskog toka između 20 i 30 mW/m² (slika 10.)¹⁰, što odgovara prosjeku za obalno područje Republike

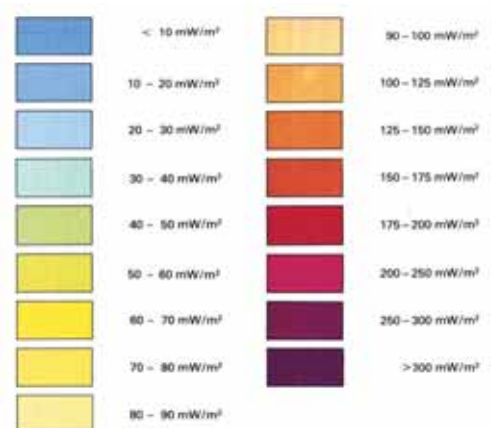
Hrvatske koji iznosi 29 mW/m². U Splitsko-dalmatinskoj županiji je i geotermalni gradijent razmjerno nizak i iznosi do 10°C/km (slika 11.)¹¹.

¹⁰ Geothermal Atlas of Europe, E. Hurtig, V. Čermak, R. Haenel and V. Zui (Ur.). Kartographischer Dienst Potsdam, Njemačka, Herman Haack Verlagsgesellschaft mbH, 1992.

¹¹ 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)



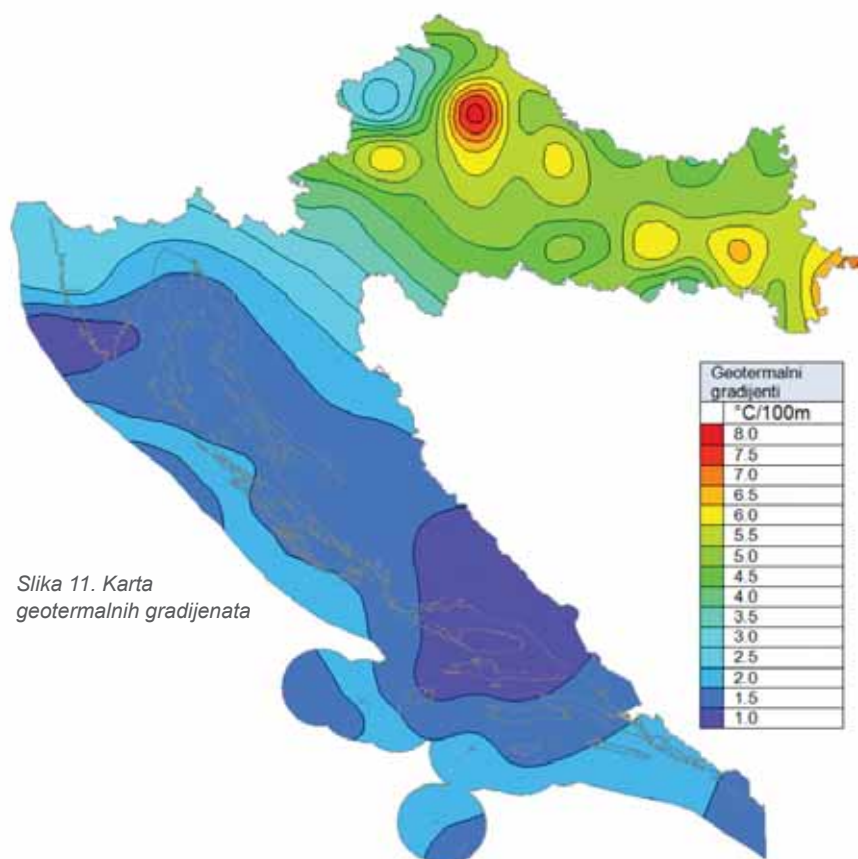
Prema kartama temperatura u podzemlju, na dubini od 1.000 m mogle bi se dosegnuti temperature do 25°C (slika 12.)¹², a na 2.000 m do 40°C (slika 13.)¹³.

Ove su vrijednosti rezultat računalne interpolacije temperatura izračunatih prema pretpostavljenoj konstantnoj uspravnoj kondukciji topline i promjenljivoj 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.

Uz niski geotermalni gradijent na području Splitsko-dalmatinske županije, pronalazak

¹² Modificirano prema Grupa autora: GEOEN: Program korištenja geotermalne energije-prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Zagreb, Energetski institut Hrvoje Požar, 1998.

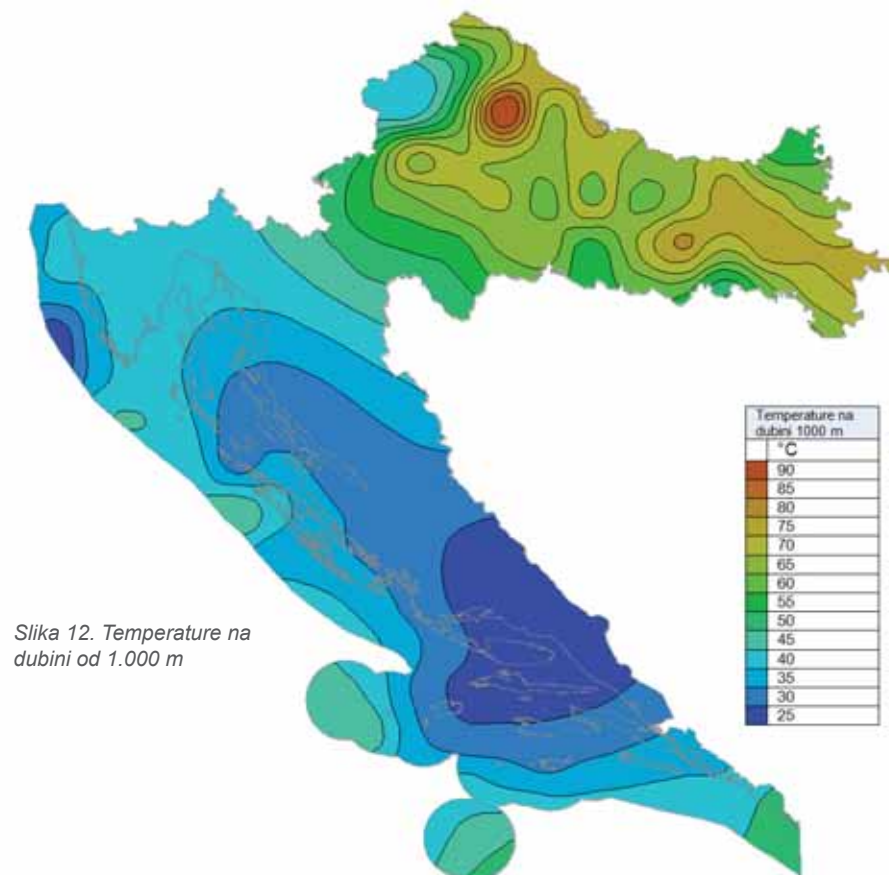
¹³ Modificirano prema Jelić, K., Kevrić, I. i Krasić, O., Temperatura i toplinski tok u tlu Hrvatske, 1. hrvatski geološki kongres: zbornik radova, Vlahović, Igor, Velić, Ivo, Šparica, Marko (ur.), Zagreb, Institut za geološka istraživanja, 1995, 245-249.; Grupa autora: GEOEN: Program korištenja geotermalne energije-prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Zagreb, Energetski institut Hrvoje Požar, 1998.



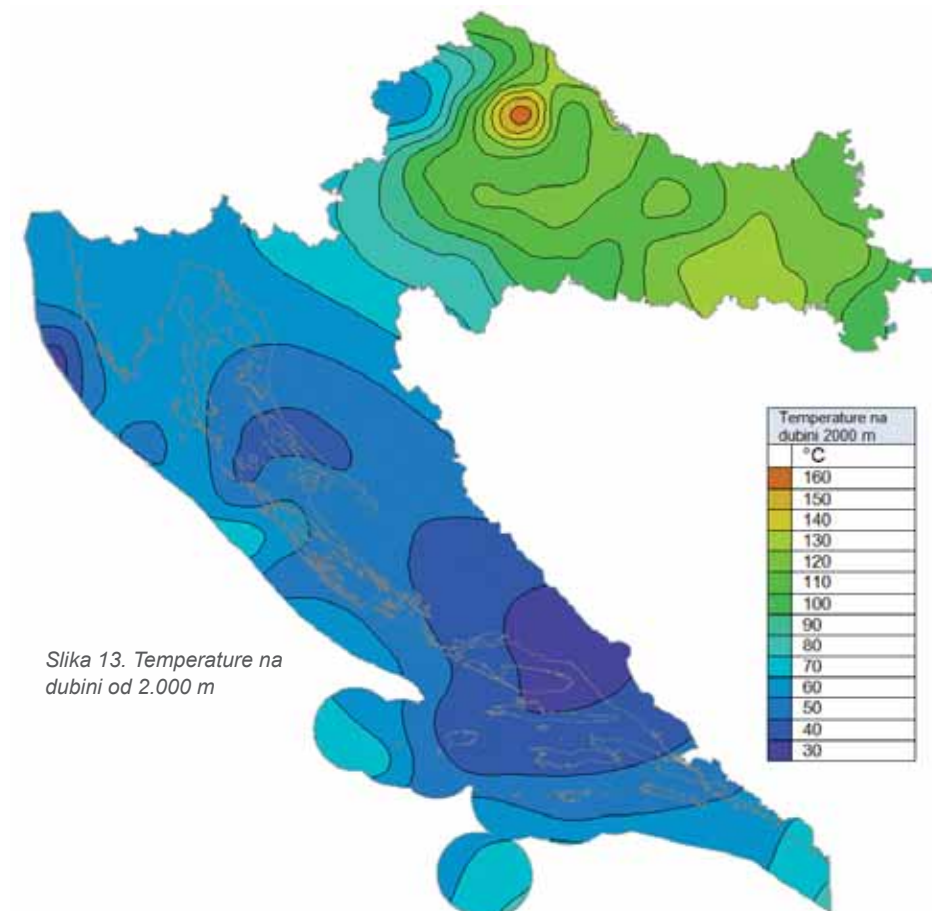
Slika 11. Karta geotermalnih gradijenata

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 vrlo je 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 paleogena i nepropusne flišne naslage uzrok su termalnim izvorima u Splitu. Danas su sačuvana dva izvora sličnih hidrodinamskih karakteristika: „Glavno kupališno vrelo“ u neposrednoj blizini bolnice Splitske toplice i „Samostansko vrelo“. Temperatura vode je od 21 do 24°C, a izdašnost 24 l/s. Voda je bogata sumporom i otopljenim solima, a istraživanja su potvrdila da se voda Splitskih toplica sastoji se od triju, podrijetlom, temperaturom i kemijskim sastavom različitih voda: termomineralne vode iz dubine, hladne površinske i morske vode. Izvori subtermalne vode pronađeni su i u Sinju i Omišu.

Geotermalna energija se u Splitsko-dalmatinskoj 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*¹⁴ u kojem je obrađeno 130 vodotoka u Republici Hrvatskoj. Na ovoj razini definirane su dvije velike skupine promatranih vodotoka: u prvoj skupini su, s eneretskog stajališta, interesantniji vodotoci (sa specifičnom snagom većom od 50 kW/km), a u drugoj skupini su vodotoci sa skromnijim mogućnostima eneretskog korištenja. Za vodotoke iz navedene eneretske izdašnije grupe izvršene su detaljnije analize i definirani potezi korištenja što je rezultiralo procjenom neto eneretskog potencijala, dok su za skupinu eneretski manje izdašnih vodotoka analize završene nakon procjene bruto eneretskog potencijala.

Uvedeni pojam “poteza korištenja” predstavlja geografsku površinu na kojoj su locirani svi infrastrukturni objekti jedne male hidroelektrane odnosno područje koje jednoznačno određuje malu hidroelektranu¹⁵. Ovaj pojam uveden je zbog toga što mala hidroelektrana nije određena samo strojaricom u kojoj su smješteni agregati, kako se to često pojednostavljeno shvaća, već ona predstavlja sustav od više različitih, međusobno dislociranih, ali ipak povezanih, infrastrukturnih objekata koji čine jednu cjelinu (brana, zahvat, dovodni kanal, tlačni cjevovod, strojarica, odvodni kanal, priključni dalekovod). Osim toga, koncentraciju pada nije moguće uvijek ostvariti na jednom mjestu, već je ona često rezultat prirodnog pada terena na duljoj dionici vodotoka. Tako su se za vodotoke koji su bili predmet detaljnijih analiza određivali potezi korištenja i pripadni potencijal svakog poteza korištenja, na temelju čega se mogla definirati i detaljnija prostorna raspodjela bruto potencijala malih hidroelektrana na cijelom teritoriju Republike Hrvatske. Potrebno je napomenuti da vodotoci bez definiranih poteza korištenja nisu bili obuhvaćeni detaljnijim istraživanjima i analizama, već je bruto eneretski 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*^{16 17}, obuhvatile su manji broj vodotoka odabranih iz spomenute eneretske 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 eneretskog 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 MW¹⁸.

¹⁶ Katastar malih hidroelektrana Hrvatskoj-I. Faza, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1989.

¹⁷ Katastar malih hidroelektrana u Hrvatskoj-II. A faza, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1993.

¹⁸ ESHA Promotion Bulletin, <http://www.esh.a.be>, 2011.

5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE

Uvažavajući prethodno navedeno, na području Splitsko-dalmatinske županije detektiran je određeni eneretski potencijal unutar skupine eneretskih izdašnijih 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 eneretski potencijal. Ovdje je potrebno naglasiti da se vodotok Cetina dijelom nalazi i u Šibensko-kninskoj županiji, a s obzirom na nedostupnost odgovaraju-

ćih podloga temeljem kojih bi se moglo razgraničiti potencijal između Splitsko-dalmatinske i Šibensko-kninske županije za određeni vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Splitsko-dalmatinske županije. Iz tog razloga je podatke o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za vodotok Cetina kao i o ukupnoj instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji potrebno uzeti s rezervom.

Tablica 8. Neto eneretski potencijal za vodotoke s definiranim potezima korištenja na području Splitsko-dalmatinske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Ukupni broj poteza korištenja na vodotoku	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Cetina	8	2.287	8,1	*Dijelom u Šibensko-kninskoj županiji
2.	Grab	3	4.013	14,7	
3.	Jadro	9	6.917	19	
4.	Ovrlja	1	245	0,92	
5.	Ruda Velika	6	3.345	20,34	
6.	Rumin Mali	2	1.629	4,78	
7.	Rumin Veliki	3	4.653	13,04	
8.	Žrnovnica	8	1.994	5,45	
	UKUPNO	40	25.083	86,33	*Dijelom u Šibensko-kninskoj županiji

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 eneretskog programa izgradnje malih hidroelektrana (Program MAHE), kao i temeljem inicijative privatnih poduzetnika. Na području Splitsko-dalmatinske županije izdvojeni su takvi vodotoci, a rezultati obrada (tehnički iskoristivi potencijal) predstavljani su u tablici 9.

Vidljivo je da je na većini obrađivanih vodotoka došlo do izmjena u broju (smanjenja broja) mogućih poteza korištenja, a također i manje 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 značajnog smanjenja potencijala na dva spomenuta vodotoka.

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

Redni broj	Ime vodotoka	Potez korištenja	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (MWh)
1.	Cetina	Čikotina lađa	383	2.440,00
2.	Cetina	Vinalić	1.400	4.930,00
3.	Jadro	1	192	996,42
4.	Jadro	2	200	1.035,71
5.	Ovrlja	1	72	418,27
6.	Pantana	1	2	-
7.	Ruda Velika	1	702	4.484,20
8.	Ruda Velika	2	415	2.558,54
9.	Ruda Velika	3	149	1.306,12
10.	Rumin Mali	1	670	2.700,00
11.	Rumin Veliki	1	364	1.555,49
12.	Rumin Veliki	2	1.500 do 4.800	16.000,00
13.	Žrnovnica	1	325	1.619,32
14.	Žrnovnica	2	332	1.651,66
15.	Žrnovnica	3	129	644,07
16.	Žrnovnica	4	77	383,91
	UKUPNO		6.912 do 10.212	42.723,71

¹⁴ Katastar malih vodnih snaga u Hrvatskoj, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1985.

¹⁵ Bašić, H.: Novi pristup planiranju izgradnje malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj, Doktorska disertacija, Zagreb, 2003.

Od osam inicijalno promatranih vodotoka, za njih sedam (uz dodatnu lokaciju Pantana, koja je obrađivana naknadno od strane privatnog investitora i za koju nije definirana moguća godišnja proizvodnja električne energije) postoji i realnija procjena potencijala na razini poteza korištenja.

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. 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 energetski 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).

Tablica 10. Bruto energetski potencijal za vodotoke bez definiranih poteza korištenja na području Splitsko-dalmatinske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Vrba	309	2,71	*Dijelom u Šibensko-kninskoj županiji
	UKUPNO	309	2,71	*Dijelom u Šibensko-kninskoj županiji

Što se tiče druge spomenute skupine vodotoka (vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetskog korištenja), na području Splitsko-dalmatinske županije detektiran je energetski potencijal koji je prikazan u tablici 10. Ovdje je potrebno naglasiti da se dio vodotoka Vrba nalazi i u susjednoj Šibensko-kninskoj županiji, a s obzirom na nedostupnost odgovarajućih podloga temeljem kojih bi se moglo razgraničiti potencijal između Splitsko-dalmatinske i Šibensko-kninske županije za spomenuti vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Splitsko-dalmatinske županije. Iz tog razloga je podatke o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za vodotok Vrba kao i o ukupnoj instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji potrebno uzeti s rezervom.

Dosadašnja analiza odnosila se na raspon instalirane snage od 50 kW/km do 5 MW, što je rezultat sustavnog pristupa planiranju razvoja malih hidroelektrana na nacionalnoj razini. Potrebno je napomenuti da se u razvojnim planovima (koji se temelje na prethodnim istraživanjima HEP-a i rezultat su drugačijeg pojedinačnog projektantskog pristupa¹⁹) mogu pronaći podaci o potencijalnim projektima u rasponu snage između 5 i 10 MW, što je za područje Splitsko-dalmatinske županije prikazano u tablici 11. Za tri navedena poteza korištenja na Cetini podaci o mogućoj godišnjoj proizvodnji električne energije nisu bili raspoloživi.

I za ove projekte vrijedi primjedba da će provedba postupka procjene utjecaja na okoliš i definiranje biološkog minimuma imati utjecaja na tehničke parametre navedene u prethodnoj tablici.

Tablica 11. Projekti malih hidroelektrana (tehnički iskoristivi potencijal) u rasponu snaga između 5 i 10 MW na području Splitsko-dalmatinske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Potez korištenja	Instalirana snaga (MW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)
1.	Cetina	Peruča	2,40	-
2.	Cetina	Prančevići	1,50	-
3.	Cetina	Tisne stine	7,40	-
4.	Suvaja	Ričice	8,90	17,9
	UKUPNO		20,20	17,90

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.

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 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 energetske postrojenja kao i financijskoj isplativosti pojedinog projekta.

Prostorno-planski uvjeti za smještaj energetske 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 energetsom izvoru, odabranoj tehnologiji za proizvodnju energije te propisanim prostorno-planskim uvjetima.

U skladu s postojećim prirodnim potencijalom u Splitsko-dalmatinskoj županiji se ističu energetski potencijali energije vjetra i Sunca. Naime, teoretski i tehnički potencijali energije vjetra i Sunca ukazuju na mogućnost izgradnje većih energetske 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.

Dosad provedena istraživanja ukazuju na relativno veliki potencijal za izgradnju malih hidroelektrana u Splitsko-dalmatinskoj 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.

¹⁹ Sektorska obrada i podloge za Vodnogospodarsku osnovu Hrvatske, Hidroenergetski bruto potencijal Hrvatske, Metodologija, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 2000.

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