

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	14
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 Ličko-senjskoj 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 Ličko-senjskoj 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

Položaj Ličko-senjske županije između južnog – jadranskog i sjevernog – podunavskog područja daje joj središnji geografski položaj i važno spojno značenje unutar prostora hrvatske države. Većim dijelom pripada Gorskoj Hrvatskoj, a manjim dijelom Hrvatskom primorju. U Ličko-senjskoj županiji živi ukupno 53.099¹ stanovnika, a grad Gospić s 13.113 stanovnika je njezino administrativno sjedište. Površina Ličko-senjske županije iznosi 5.947,03 km² (6,78% ukupne površine Hrvatske), od čega na površinu kopna otpada 5.350,50 km² (9,45% kopna RH) a na more 596,53 km² (1,92% mora Hrvatske).

Dužina cjelokupne obalne linije Ličko-senjske županije iznosi oko 200 km. Reljef je vrlo dinamičan i raznovrstan, a čine ga tri zasebne cjeline. Prva je Velebitski planinski niz koji se pruža 100 km kroz županiju s najvišom točkom visine 1.757 metara nad morem. Druga reljefna cjelina je zapadno-lička zaval, smještena između Velebita, Kapele i Ličkog sredogorja, a treća je otok Pag. Primorski reljefni niz čine otok Pag, niži pojas velebitske padine s podgorskim podom te njezin srednji dio s udolinskim pregibom između 800 i 900 metara nadmorske visine. Lički niz čine polje Gacke (ispod 450 metara nadmorske visine) i velebitska padina. Posebno mjesto pripada Velebitu, najdužoj i najistaknutijoj hrvatskoj planini, koja razdvaja prostor Županije na dva proćelja: primorsko i kontinentalno. Sjeverni, srednji i veći dio južnog Velebita dominira prostorom Županije. Velebit je ujedno Park prirode i svjetski rezervat biosfere unutar kojega su dva nacionalna parka. Tu je i lička gorsko-krška zaval s orografskim obodom Plješivice i Kapele, koja, zbog svoje geološko-geomorfološke predispozicije, predstavlja najveći prirodni spremnik kvalitetne pitke vode u Hrvatskoj te izuzetno atraktivne rijeke Gacka, Lika, Una i Korana.

Zahvaljujući tektonskom razvoju, prevladavajućem vapnenačkom sastavu podloge i vlažnoj klimi na širem području Velebita i Like nastalo je mnogo špilja i jama. Županija se ističe svojim raznolikim gorskim i primorskim reljefom, mnogim rijekama, jezerima i šumama koji zajedno čine jedinstven, ali i očuvan ekosustav. Prema broju i raznovrsnosti zaštićenih prirodnih objekata i lokaliteta Ličko-senjskoj županiji pripada jedno od vodećih mjesta među hrvatskim županijama (1.490 km², tj. 28% površine Županije, što čini udio od 25% u ukupnoj površini pod zaštitom u Hrvatskoj). Među njima središnje mjesto imaju Nacionalni parkovi “Plitvička jezera”, “Sjeverni Velebit” i “Paklenica” te Park prirode i svjetski rezervat biosfere “Velebit”.

Na području Ličko-senjske županije susreću se zračne mase koje se gibaju iz Srednje Europe i kontinentalne unutrašnjosti zemlje prema Jadranskom moru i one u obratnom smjeru iz područja Jadranskog mora prema unutrašnjosti. Velebit ograničava toplinski utjecaj Jadranskog mora, ali ne može spriječiti prodor vlage s mora duboko u unutrašnjost. Zato je u ovoj Županiji velika raznolikost u klimi pojedinih područja. U ličkom zaleđu ističu se umjereno kontinentalna i planinska, a u primorskom prostoru submediteranska i mediteranska klimatska obilježja. Unutar ličkog zaleđa velika raznolikost klime osobito dolazi do izražaja pod modifikatorskim utjecajem reljefa jer su velike razlike između zatvorenih depresija (zavala, polja) i planina, prisojnih i osojnih padina, privjetrine i zavjetrine. Klima je negostoljubiva i oštrija od sjeverozapada prema jugoistoku. Tu su i niske zimske temperature, veće količine padalina i znatni snježni nanosi.

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

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 u Ličko-senjskoj županiji 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.

Lička zavala je veliki rezervoar hladnog zraka odakle, osobito zimi, prema obali i moru puše snažna i hladna bura. Podvelebitsko podgorje i dijelovi otoka Paga imaju prevladavajuća submediteranska i mediteranska klimatska obilježja (manje padalina, ljetne suše, blaže zime), ali su pod negativnim utjecajem jake i hladne bure, osobito u zimsko doba godine. U Velebitskom kanalu je slabiji utjecaj maestra i juga nego na otvorenom moru.

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 podvelebitskom području upravo je bura najučestaliji vjetar. Od svih gradova u Hrvatskoj najviše bure ima grad Senj. On leži na samoj granici između mora i planinskog masiva koji je ovdje uži nego drugdje duž obale i uglavnom niži od 1.000 metara, što olakšava prijelaz većih količina hladnog zraka na obalu. Tako je, na primjer, najjači udar vjetra za vrijeme bure od 35,2 m/s, izmjeren u Senju od 5. do 7. ožujka 1982. godine. Dugogodišnja mjerenja brzine vjetra u Senju omogućila su meteorolozima da relativno dobro upoznaju senjsku buru.

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. Učestalost juga smanjuje se prema sjeveru Jadrana. Osim naziva jugo, za njega se koriste i imena široko i šilok.

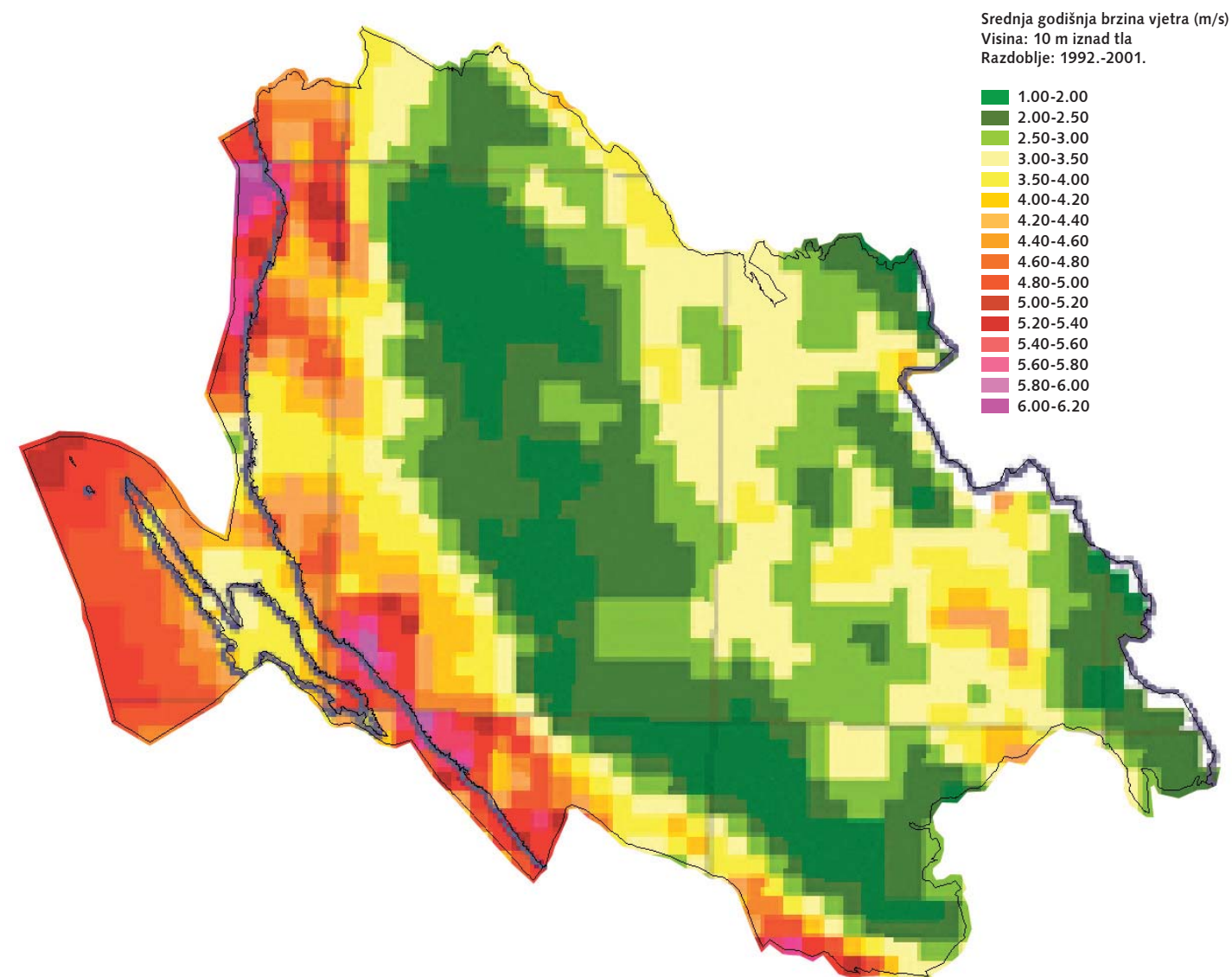
Maestral je osvježavajući sjeverozapadni vjetar koji u toplim danima puše s mora na kopno. Javlja se uglavnom ljeti i puše samo uz obalu. Prati ga lijepo vrijeme i pri tome znatno ublažuje ljetnu sparinu.

1.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL ENERGIJE VJETRA

Raspoloživi prirodni potencijal energija vjetra u Ličko-senjskoj županiji je, prema dostupnim podacima, znatan. Pretpostavka je kako na vremenske prilike šireg područja najveći utjecaj ima Velebitski masiv koji odvaja primorsku od kontinentalne strane Županije. Najbolji potencijal energije vjetra u Ličko-senjskoj županiji (slika 1.) može se očekivati na izloženim planinskim vrhuncima Velebita,

u primorskom dijelu Županije uključujući područje otoka Paga te u području unutrašnjosti na većim nadmorskim visinama prema granici s Bosnom i Hercegovinom (Plješivica). Prema dostupnoj karti vjetra na 10 m iznad razine tla, najvjetrovitija su područja u velebitskom području, na višim nadmorskim visinama. Karta vjetra je dobivena korištenjem modela ALADIN/HR².

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



Slika 1. Karta vjetra za područje Ličko-senjske županije

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 Ličko-senjskoj županiji se takvi povoljni utjecaji mogu očekivati za lokacije koje se nalaze u široj okolici obalne linije. Mogući ograničavajući čimbenik za područje primorskog dijela Županije je nepovoljni utjecaj bure, osobito u podvelebitskom dijelu, o čemu se mora voditi računa pri planiranju i izgradnji postrojenja kao i oštri zimski uvjeti u njezinom goranskom dijelu. 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 Ličko-senjskoj županiji preliminarno je procijenjen na 250 MW, uz zadovoljenje nužnih tehničkih uvjeta. Tehnički potencijal bi se mogao i povećati ukoliko se promijeni zakonska odredba, iz Zakona o prostornom uređenju i gradnji³, prema kojoj je zabranjena gradnja vjetroelektrana unutar zaštićenog obalnog pojasa (ZOP-a) i na otocima. Naime, raspoloživi potencijal energije vjetra na Pagu je znatan (što je vidljivo i slici 1.).

³ 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 energetskih 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/m². 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/m²).
- ➔ **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/m²) ili džul po kvadratnom metru (J/m²). 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 dopire iz svih smjerova.
- ➔ **Ukupno (globalno) Sunčevo zračenje** na vodoravnoj plohi sastoji se od izavnog i raspršenog zračenja. Nagnuta ploha osim izavnog 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 izavnog, raspršenog i od tla odbijenog zračenja.

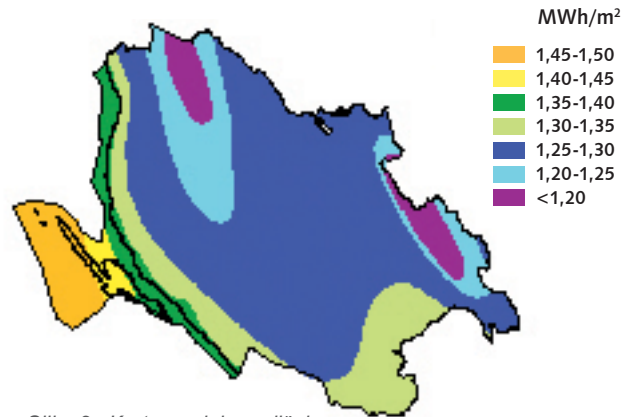
Izravna komponenta Sunčevog zračenja je dominantna u ukupnom zračenju. Maksimalno ozračenje izravnim Sunčevim zračenjem postiže se postavljanjem plohe okomito na smjer zračenja. Kako je raspršeno zračenje anizotropno, intenzitet zračenja se povećava približavanjem Sunčevom disku i, u manjoj mjeri, obzoru. 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. Ličko-senjska županija većih dijelom obuhvaća područje Like s oštrom, brdsko-planinskom klimom i uski pojas obale između Velebita i mora te dio otoka Paga gdje vlada mediteranska klima. Prostorna distribucija Sunčevog zračenja značajno je pod utjecajem granice dviju klima i visokog planinskog masiva Velebita, tako da se u uskom obalnom pojasu vrijednosti ozračenosti značajno mijenjaju ovisno o lokaciji, krećući se između 1,45 MWh/m² za zapadni dio otoka Paga do 1,30 MWh/m² uz same padine Velebita. Duž obalne crte godišnja ozračenost iznosi 1,35 MWh/m². Distribucija Sunčevog zračenja na području Like je relativno stalna i kreće se između 1,25 i 1,30 MWh/m², a nešto manja ozračenost se primjećuje na području Kapele i Plješivice (do 1,20 MWh/m²). Na slici 2. prikazana je prostorna raspodjela srednje godišnje ozračenosti na području



Slika 2. Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Ličko-senjske županije

Ličko-senjske županije. Detaljni podaci o Sunčevom zračenju na području Ličko-senjske županije dostupni su za tri lokacije na kojima se provode meteorološka mjerenja: Gospić, Senj i Zavižan. 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 Gospić i Senj, kao tipične predstavnike područja Županije.

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

Lokacija	Gospić			Senj		
	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Ukupno	Raspršeno	Izravno
Siječanj	1,10	0,75	0,35	1,29	0,78	0,51
Veljača	1,75	1,12	0,63	2,28	1,11	1,17
Ožujak	3,09	1,70	1,39	3,36	1,68	1,68
Travanj	4,19	2,22	1,97	4,70	2,16	2,54
Svibanj	5,46	2,64	2,82	5,72	2,59	3,13
Lipanj	5,93	2,78	3,15	6,29	2,71	3,58
Srpanj	6,16	2,61	3,55	6,46	2,52	3,94
Kolovoz	5,64	2,25	3,39	5,41	2,30	3,11
Rujan	3,90	1,80	2,10	4,19	1,74	2,45
Listopad	2,43	1,32	1,11	2,76	1,30	1,46
Studeni	1,27	0,85	0,42	1,42	0,87	0,55
Prosinac	0,86	0,63	0,23	1,06	0,67	0,39
Uk.god. (MWh/m²)	1,27	0,63	0,64	1,37	0,62	0,75

Tablica 2. Srednje dnevne vrijednosti ozračenosti prema jugu nagnute plohe za optimalne kutove nagiba (kWh/m²)

Lokacija	Gospić				Senj			
Optimalni kut	24°				27°			
Mjesec	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno	Ukupno	Raspršeno	Izravno	Odbijeno
Siječanj	1,44	0,72	0,71	0,01	1,89	0,73	1,15	0,02
Veljača	2,14	1,07	1,05	0,01	3,15	1,05	2,08	0,03
Ožujak	3,53	1,63	1,87	0,03	3,97	1,58	2,36	0,04
Travanj	4,39	2,13	2,23	0,04	4,99	2,03	2,90	0,05
Svibanj	5,40	2,52	2,83	0,05	5,61	2,44	3,10	0,07
Lipanj	5,71	2,66	2,99	0,05	5,96	2,55	3,33	0,07
Srpanj	6,01	2,50	3,46	0,05	6,22	2,38	3,77	0,08
Kolovoz	5,84	2,15	3,64	0,05	5,57	2,16	3,34	0,06
Rujan	4,39	1,73	2,64	0,03	4,84	1,64	3,15	0,05
Listopad	2,99	1,27	1,70	0,02	3,62	1,22	2,37	0,03
Studen	1,63	0,82	0,80	0,01	1,98	0,82	1,14	0,02
Prosinac	1,12	0,60	0,51	0,01	1,58	0,63	0,94	0,01
Uk.god. (MWh/m²)	1,36	0,60	0,75	0,01	1,50	0,59	0,90	0,02

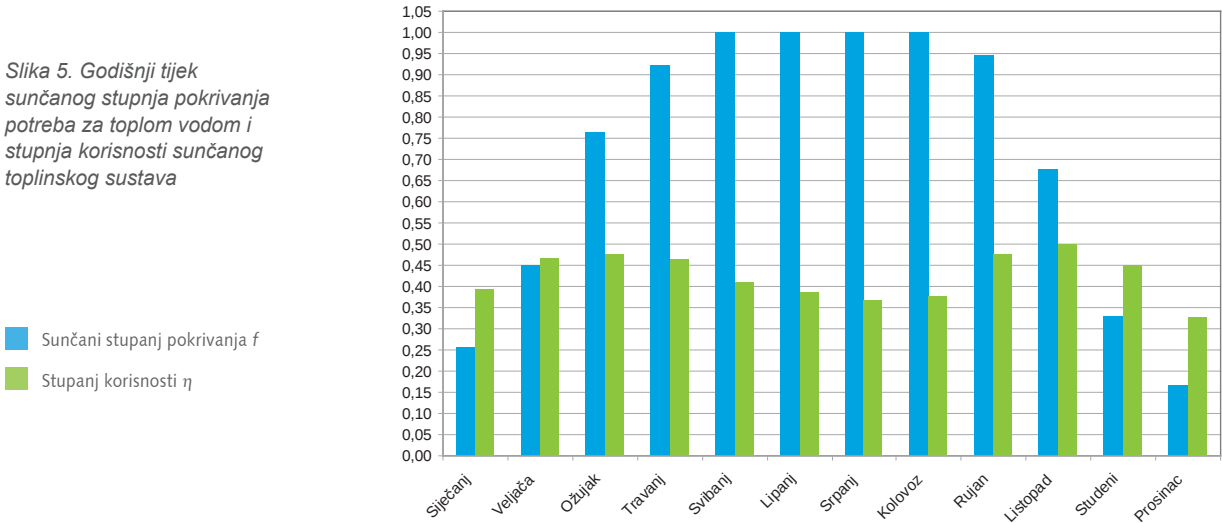
Energiju Sunčevog zračenja moguće je koristiti na dva načina – korištenjem sunčanih toplinskih sustava za zagrijavanje potrošne tople vode i podršku grijanju te korištenjem fotonaponskih sustava za proizvodnju električne energije (slika 3., slika 4.).

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 m² i spremnika tople vode volumena 300 l. Takav sustav na području Gospića može zadovoljiti do 70% energetske potreba za zagrijavanje potrošne tople vode u slučaju kućanstva od četiri člana. Na slici 5. prikazana je procjena pokrivanja energetske potreba kroz godinu, kao i stupanj korisnosti sunčanog toplinskog sustava.

Fotonaponski sustavi tradicionalno se koriste za opskrbu električnom energijom objekata udaljenih od elektroenergetske mreže, a u novije vrijeme i za proizvodnju električne energije u mrežno vezanim sustavima, posebice radi poticajnih cijena otkupa takve energije (tzv. *feed-in* tarifa). Fotonaponski sustavi zasnivaju svoj rad na pretvorbi Sunčevog zračenja u električnu energiju putem fotoelektričkog efekta. Sunčana ćelija je osnovni element ovakvih sustava, a spajanjem više ćelija u jednu cjelinu dobiva se fotonaponski modul. Fotonaponski modul je gotov uređaj kojim je moguće generirati električnu energiju, međutim kako se oni

Slika 5. Godišnji tijek sunčanog stupnja pokrivanja potreba za toplom vodom i stupnja korisnosti sunčanog toplinskog sustava



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

Proizvodnja električne energije u fotonaponskom sustavu, osim o dozračenosti 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 Gospića može proizvesti oko 10.500 kWh električne energije godišnje (tablica 3.).

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

Mjesec	Generirana električna energija u FN modulima (kWh)	Električna energija isporučena u mrežu (kWh)
Siječanj	383	360
Veljača	534	509
Ožujak	961	922
Travanj	1.089	1.044
Svibanj	1.339	1.284
Lipanj	1.327	1.272
Srpanj	1.432	1.373
Kolovoz	1.413	1.356
Rujan	1.067	1.024
Listopad	778	744
Studen	408	386
Prosinac	289	269
Ukupno	11.021	10.543

Proizvodnost fotonaponskog sustava je količina električne energije koju može proizvesti sustav jedinične snage. Za Gospić bi ona iznosila oko 1.050 kWh/kW godišnje. Za različite lokacije na području Ličko-senjske županije ona bi iznosila između 950 kWh/kW (područje Kapele i Plješivice) do 1.200 kWh/kW za područje otoka Paga.

Slika 3. Primjer korištenja Sunčeve energije: fotonaponski moduli



Slika 4. Primjer korištenja Sunčeve energije: sunčani toplinski kolektori



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 Ličko-senjske županije* iz 2002. godine, poljoprivredne površine u Ličko-senjskoj županiji obuhvaćale su 268.146 ha, što čini 50% površine Županije. Od toga je 112.596 ha obradivih površina. Ostale površine (pretežito nepogodne za obradu) čine pašnjaci te manjim dijelom tršćaci, bare i ribnjaci. Podaci iz digitalne baze podataka CORINE Land Cover Hrvatska se uvelike razlikuju i prema njima poljoprivredne površine Županije zauzimaju 140.894 ha. Na slici 6. je prikazana karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Ličko-senjske županije. Osnovno obilježje Ličko-senjske županije je velika rascjepkanost, tj. usitnjenost posjeda. Klimatske prilike predstavljaju djelomično ograničavajući čimbenik za poljoprivrednu proizvodnju. U kontinentalnom dijelu Županije dominantni ograničavajući klimatski čimbenici su zadržavanje niskih temperatura zraka i tla tijekom kasnog proljeća te rana pojava niskih temperatura

na početku jeseni. U priobalnom dijelu i na otocima ograničavajući čimbenik je nedostatak vlage tijekom ljetnih mjeseci. Zemljišni resursi i klimatske prilike Ličko-senjske županije najpogodniji su za razvoj stočarstva. Međutim, s obzirom na veliki udio livada i pašnjaka smatra se da stočarstvo nije razvijeno onoliko koliko bi to moglo biti. Prema *Prostornom planu Ličko-senjske županije*, šumske površine zauzimaju 306.750 ha (297.248 ha prema CORINE). U ukupnim šumskim površinama, očuvane šume sudjeluju s 37%, degradirane s 27% i panjače s 36%. Područjem Županije dominiraju šume bukve, hrasta kitnjaka, hrasta medunca i graba te primorske šume bukve, bora i miješane šume bukve i jele. Šumska bogatstva velebitskoga, plješivičkog, kapelskog i sredogorskog dijela Ličko-senjske županije temelj su iskorištavanja i prerade drva, kao jedne od temeljnih djelatnosti u ovom dijelu ličkog zaleđa.

3.2. PROCJENA ENERGETSKOG POTENCIJALA

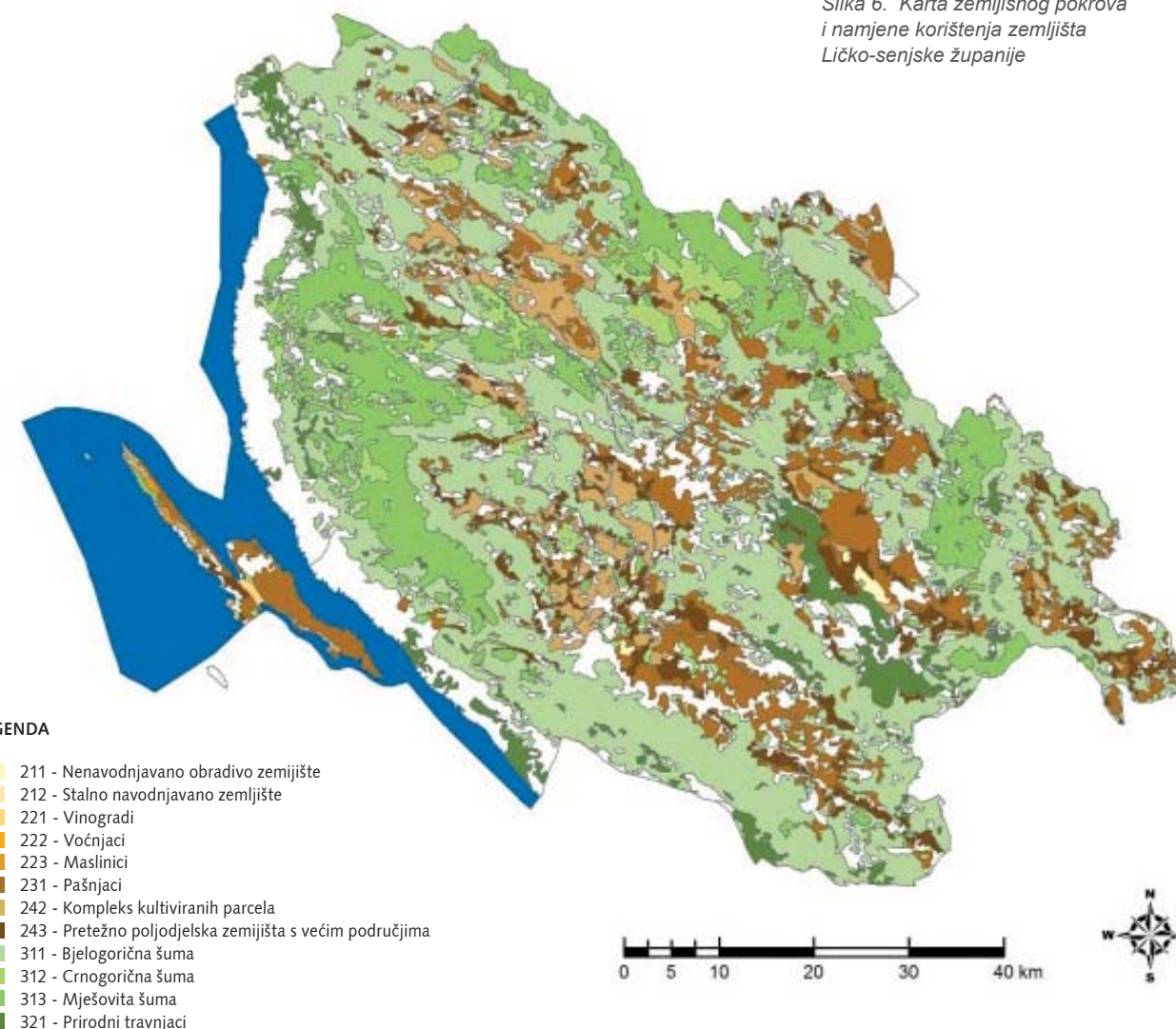
3.2.1. BIOMASA IZ POLJOPRIVREDE

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

- ➔ **Ratarstvo** - energetske kulture (jednogodišnje i višegodišnje); ostaci nakon žetve ili povrtlarstva
- ➔ **Stočarstvo** - stajski gnoj i gnojovka

- ➔ **Višegodišnji nasadi** - energetske nasadi, granjevina i ostali drveni ostaci nakon redovitog održavanja višegodišnjih nasada (voćnjaci, vinogradi, maslinici)

Pojedine vrste biomase međusobno se razlikuju s obzirom na energetske vrijednosti, sadržaj vlage i pepela, oblik i sastav, što je potrebno uzeti u obzir prilikom



Slika 6. Karta zemljišnog pokrova i namjene korištenja zemljišta Ličko-senjske županije

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 vodenu paru, kisik, dušik, amonijak, vodik te sumporovodik. Energetska vrijednost bioplina ovisi o udjelu metana čija gornja ogrjevna vrijednost iznosi 39,8 MJ/m³. Prosječna energetska vrijednost bioplina iznosi 21 MJ/m³. Izgaranjem bioplina se može proizvoditi toplinska ili električna 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 Ličko-senjskoj 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	92.629	50.946	183
Svinjski stajski gnoj	1.638	273	0,98
Gnoj peradi	2.533	2.508	9
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	1.181	92.105	332
Svinjski stajski gnoj + silaža	21	1.001	4
Gnoj peradi + silaža	32	3.633	13

*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 193 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 348 TJ/god.

Prilikom izračuna potencijala proizvodnje bioplina korištena je sljedeća formula:

BP = m x oST x p x k [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.

Energetski potencijali proizvodnje bioplina su relativno mali, no ukoliko bi se mogla iskoristiti postojeća sirovina te aktivirao dio raspoloživih poljoprivrednih površina za proizvodnju kukuruzne silaže, proizvodnja bioplina

TEKUĆA BIOGORIVA

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

Tablica 5. Potencijali proizvodnje biogoriva na području Ličko-senjske županije na godišnjoj razini

Sirovina	Masa sirovine (t/god)*	Količina biogoriva (t/god)	Energetska vrijednost (GJ/t)	Teoretski energetski potencijal (TJ/god)
Bioetanol				
Kukuruz (s.v)**	125.190	37.665	27	1.017

* 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 43.169 ha raspoloživog poljoprivrednog zemljišta angažira za proizvodnju kukuruza, mogla bi se proizvesti količina bioetanola energetske vrijednosti od 1.017 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 za proizvodnju biogoriva

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 energetsko iskorištavanje drvene biomase.

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

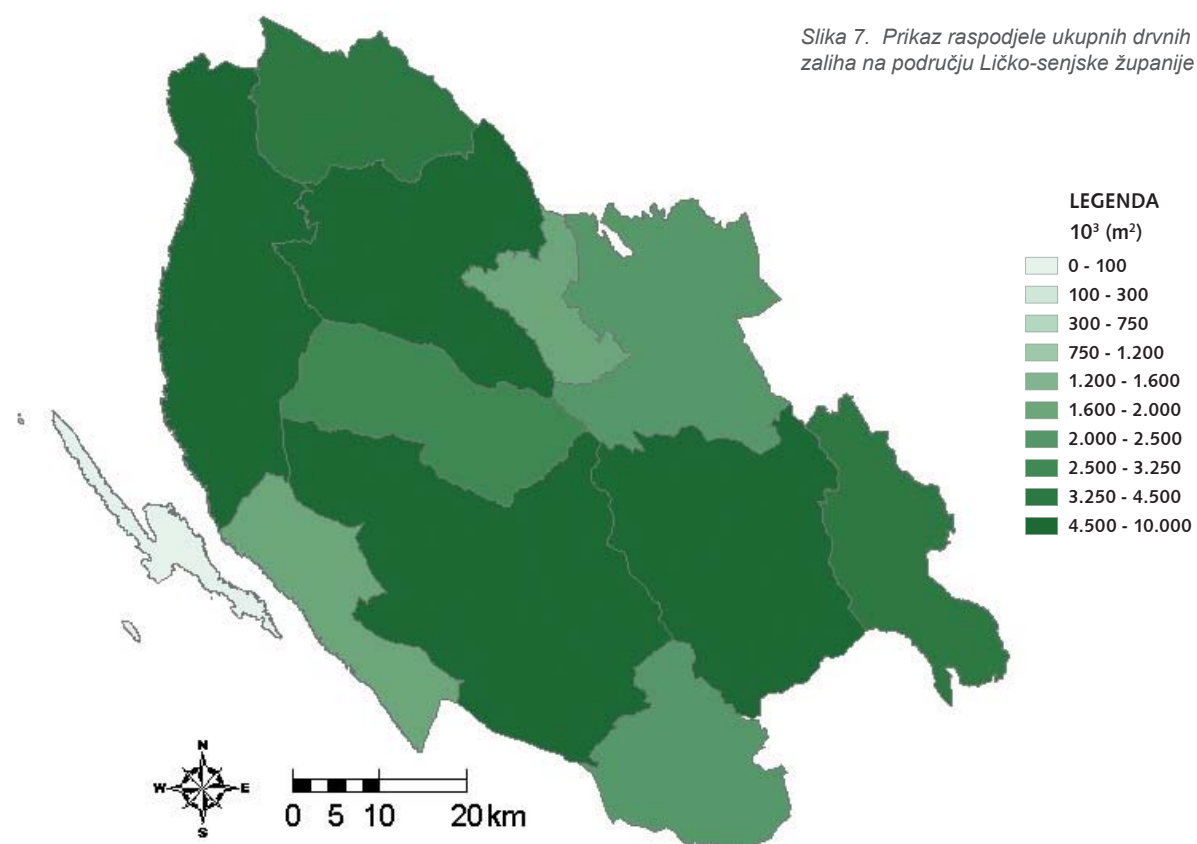
(šećerna repa, uljana repica, soja) nisu uzete u obzir budući da nisu zasađene na području Županije u promatranim godinama. Može se pretpostaviti da te kulture ne bi ostvarile značajne prinose, a time ni energetske potencijale. I sam kukuruz ostvaruje najniže prinose u čitavoj Hrvatskoj te nije realno za očekivati da bi se koristio za proizvodnju biogoriva. Dakle, klimatski uvjeti i struktura tla čine ovu Županiju nepovoljnom za uzgoj biogoriva.

U okviru ove Studije analizirane su raspoložive količine drvene biomase dobivene gospodarenjem šumama na osnovu podataka iz baze podataka WISDOM Croatia⁵ (slika 7., tablica 6.).

Teoretski potencijal je ukupni raspoloživi energetski potencijal drvene biomase na određenom području koji se izračunava kao umnožak ukupne drvene biomase (kg) i ogrjevnne vrijednosti biomase (MJ/kg) (tablica 6.).

5 WISDOM - Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping

4 NN 130/09



Tablica 6. Teoretski potencijal proizvodnje energije iz drvene biomase u Ličko-senjskoj županiji

Ukupna drvena zaliha (m³)	Ukupni godišnji prirast (m³)	Godišnji etat prostornog drva (uključujući četinjače) (m³)		Teoretski energetske potencijal godišnjeg etata prostornog drva (uključujući četinjače)			
				Planirana sječa		Ostvarena sječa	
		Planirana sječa	Ostvarena sječa	GWh	TJ	GWh	TJ
45.273.204	1.049.123	348.746	223.089	823	2.962	500	1.800

Kao što je vidljivo iz tablice 6. energetske potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo), koji je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi 2.962 TJ godišnje. U 2007. godini ostvarena sječa prostornog drva iznosila je 223.089 m³ (TJ) što čini oko 64% godišnjeg etata (dopuštene sječe). Udio prostornog drva koji će biti raspoloživ za iskorištavanje u energetske svrhe ovisi i o tržištu drvnih sortimenata odnosno cijenama sirovine potrebne za potrošače

kao što su industrija ploča, celuloze i papira. Iznimno bogatstvo drvnim resursom uvjetuje velike potencijale dobivanja energije iz drvene mase u županiji. 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 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, pre-

radu žita, proizvodnju ulja te ostalu primarnu preradu i prehrambenu industriju. 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 drvno-prerađivačke industrije uključuje otpad od prerade drva i proizvoda od drva i pluta (osim namještaja) te proizvodnje namještaja od slame i pletarskih materijala. Proces izgaranja se najčešće koristi za iskorištavanje ovakve sirovine. Pri izračunu potencijala iz drvnog otpada uzeta je relativna mokrina materijala od 10%.

Prema podacima 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. godini⁶, uz pretpostavku da otpad pogodan za proizvodnju bioplina (kuhinjski otpad i biootpad) čini 42% nesortiranog komunalnog otpada⁷.

⁶ AZO, 2011: Izvješće o komunalnom otpadu za 2010. godinu

⁷ AZO, 2010: Okoliš na dlanu - 2009.

Tablica 7. Teoretski energetskeg potencijali dobiveni iz otpada na području Ličko-senjske županije

Vrsta otpada	Raspoloživost otpada (t/god)*	Teoretski energetskeg potencijal (MWh/god)	Teoretski energetskeg potencijal (TJ/god)
Klaonički otpad	145	724	2,6**
Ostaci iz drvene industrije	25.120	118.066	425,0
Biorazgradiva komponenta komunalnog otpada	13.213	8.919	32,1**

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

Kao što je vidljivo iz tablice 7. najznačajniji teoretski energetskeg potencijal ostvaruje otpad iz drvene industrije. Iako pokazuju manje teoretske energetske potencijale, 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*⁸, 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.

⁸ 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. Ličko-senjska županija

pripada području Dinarida, odnosno području jadranskog priobalja i otoka koje karakterizira niski geotermalni gradijent i niske vrijednosti gustoće toplinskog toka.

4.1. OPĆE ZNAČAJKE

Ličko-senjska županija pripada geološkoj jedinici Dinarida oblikovanoj najvećim dijelom mezozojskim karbonatima i krškim reljefom (slika 9).⁹ Mjestimice se javljaju paleozojske klastične i karbonatne naslage i kvartarni riječno-potočni nanosi. Veća su područja prekrivena terciarnim vapnenačkim brečama (tzv. Jelar brečama) koje su nastajale tijekom dužeg vremenskog razdoblja, približno istodobno s maksimumom tektonskih događaja koji su u konačnici rezultirali izdizanjem Dinarida kao planinskog lanca. Kombinacijom boranja, reversnog rasjedanja i navlačenja nastale su strukture čije je glavno obilježje pružanje po pravcu sjevero-zapad-jugoistok, tzv. strukture dinarskog pravca pružanja. U Republici Hrvatskoj je geotermalni gradijent pod najvećim utjecajem dubine Mohorovičićevog diskontinuiteta (koji predstavlja granicu između Zemljine kore i plašta), odnosno debljine kontinentalne kore¹⁰.

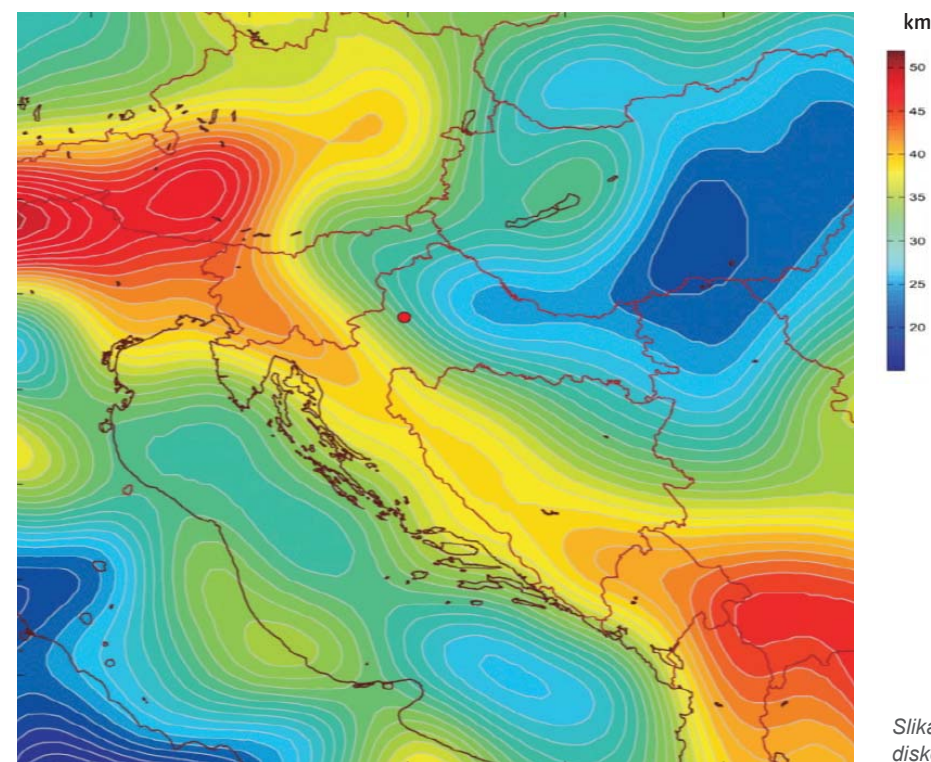
Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u Ličko-senjskoj županiji odražava podvlačenje Jadranske karbonatne platforme pod Dinaride i u izravnoj je vezi s geološkim postankom tog prostora. U područjima gdje je Mohorovičićev diskontinuitet pliće, odnosno bliže površini geotermalni gradijent, kao i gustoća toplinskog toka, su veći. Dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u Ličko-senjskoj županiji je između 30 i 40 km (slika 8).¹¹ Osim debljine kore na geotermalni gradijent utječe i geološka građa. Naime, Dinaridi su izgrađeni pretežno od karbonatnih stijena (vapnenaca i dolomita) koje imaju nisku prirodnu radioaktivnost, koja predstavlja jedan od izvora geotermalne energije. Uzrok niskom geotermalnom gradijentu je i viša temperatura tla, kao i dobra toplinska vodljivost površinskih stijena¹².

⁹ Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300 000, Zagreb, Hrvatski geološki institut, 2009.

¹⁰ 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.

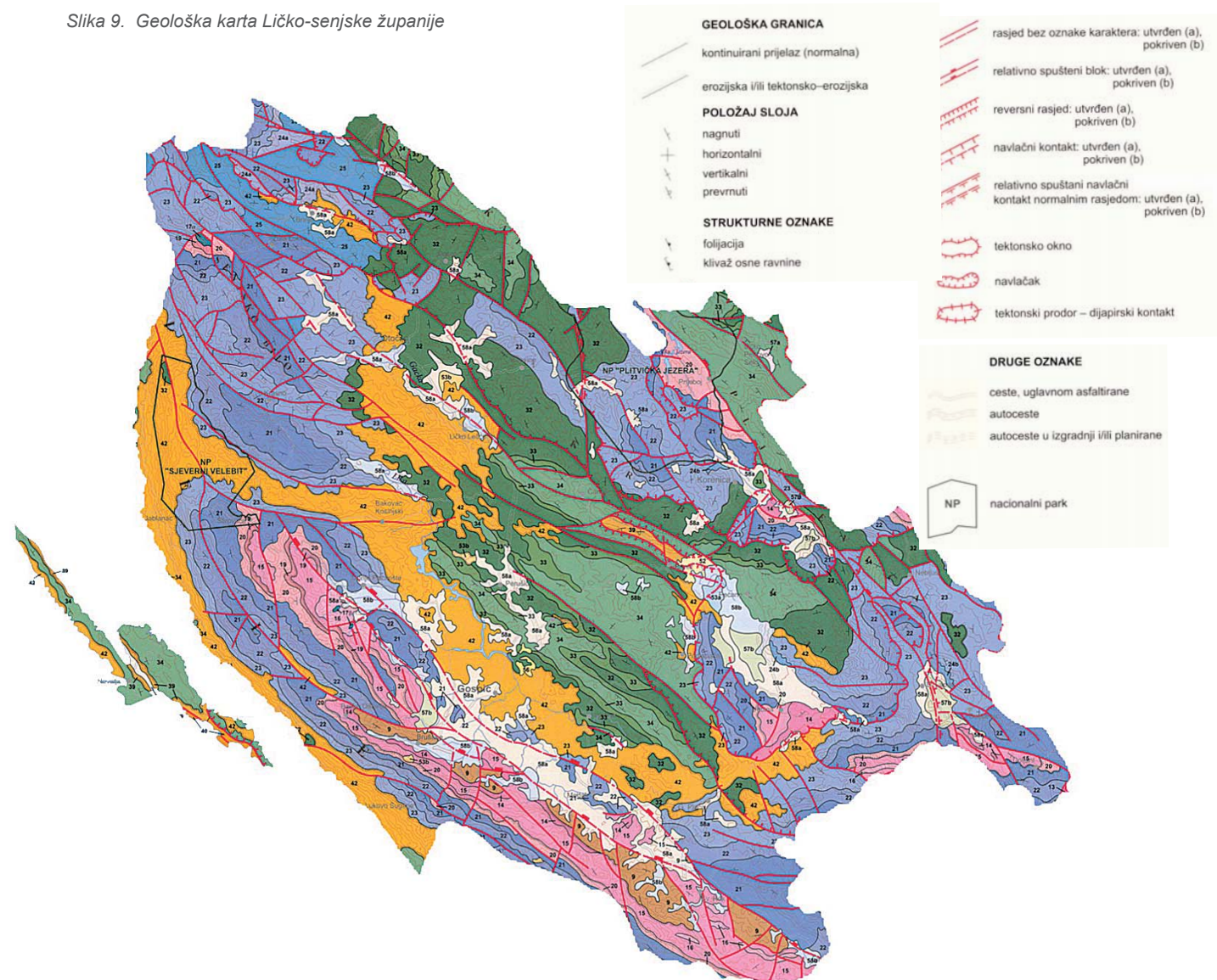
¹¹ Grad M., Tiira T., ESC Working Group, The Moho depth map of the European Plate. Geophys. J. Int., 2009., 176, 279–292, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03919.x.

¹² Jelić, K i Andrić, M.: Geothermal properties of the Adriatic coastal area in Croatia. 16th Scientific Conference on Energy and the Environment, B. Franković (ur.), Hrvatsko udruženje za solarnu energiju, Rijeka, vol 2, 249-258, 1998.



Slika 8. Karta dubina Mohorovičićevog diskontinuiteta u jugoistočnoj Europi

Slika 9. Geološka karta Ličko-senjske županije



TUMAČ OZNAKA:

58 $dprQ_2$ aQ_2	Deluvijalno-proluvijalne (a - $dprQ_2$) i aluvijalne (b - aQ_2) naslage (holocen)	38 Pc, E	Karbonatni fil i klasti (paleocen, eocen)	18 T_2^1, T_2^2	Evaporito-karbonatno-klastično-vulkanogeni kompleks (gornji ladnik, kamik)
57 Q_2 bQ_2	Jezerske (a - Q_2) i bankske (b - bQ_2) naslage (holocen)	37 K_2, Pg	Vulkanske stijene (gornja kreda, paleocen): β - bazalt, Z - nisti, T - graniti	17 $T_{2,3}$	Magnetske stijene (srednji-gornji trijas): α - andeziti, β - bazalti, γ - spiliti i dijabazi, δ/ab - splitizirani dijabazi i andeziti bazalti
56 pQ_2	Eolski pijesci (pQ_2) (holocen)	36 K_1	Karbonatni klasti (pretežno fil) i "scaglia" vapnenici (gornja kreda)	16 T_2	Klastične i proklastične naslage (srednji trijas)
55 tsQ_2	Crvenica (tsQ_2) (holocen)	35 K_1	Hemipelagičke i turbiditne naslage (donoja kreda)	15 T_2	Karbonatne naslage (srednji trijas)
54 IQ_1 jbQ_1	Kopneni (a - IQ_1) i bankski (b - jbQ_1) les (pleistocen)	34 $K_1^{1,4}$	Rudisti vapnenici (cenoman-mastrihti)	14 T_1	Sjajke i kampske naslage (donoji trijas)
53 aQ_1 fgQ_1	Fluvijalne (a - aQ_1) i fluvio-glacijske (b - fgQ_1) naslage (pleistocen)	33 K_1^1, K_1^2	Dolomiti i postsedimentacijske diagenetske breče (gornji alb, donji cenoman)	13 P_1	Evaporitne i klastične naslage (gornji perm): a - evaporiti, b - klasti
52 PlQ	Klastične naslage (plokvarter)	32 K_1	Vapnenici i dolomiti (donoja kreda)	12 X, P	Magneti (7 perm): kvarcitoliti, granodioriti, keratoliti
51 M_3-M_2	Miocenske naslage Dinarida	31 $J_{2,3}$	Očoljne stijene (srednja, gornja jura): a - ultramafiti, b - magneti, c - sedimentne stijene	11 P	Graniti (perm)
50 Pl	Paludinske naslage (dacij, romanij)	30 J_2	Parametamorfne stijene (srednja jura)	10 C, P	Pretežno klastične naslage (karbon, perm)
49 M, Pl	Pijesci i gline (miocen, plocen)	29 J_2	Ortometamorfne stijene (srednja jura)	9 C, P	Klastične i karbonatne naslage (karbon, perm)
48 M_7	Klasti i ugljen (pocit)	28 J_2^1, K_1^1	Vapnenici s rožnjacima i kalporelami (titan, berjas)	8 D, C, P	Hercinski semimetamorfni kompleks (devon, karbon, perm)
47 $M_{5,6}$	Vapnenačko-klastične naslage (sarmat, panon)	27 J	Pločasti vapnenici (jura općenito)	7 D, C	Klastične i karbonatne naslage (devon, karbon)
46 M_4	Litavci i klastične naslage s vulkanima (baden)	26 $J_1, K_1^{1,2}$	Stojevi i masivni dolomiti (titan, valendis)	6 Pz, T	Parametamorfne stijene (paleozoik, 7 trijas)
45 $M_{1,4}$	Magnetske stijene (karpatski, baden): α - andeziti i nisti, β - bazalti	25 $J_2^{1,2}$	Prigrebensko-grebenski vapnenici i dolomiti (kimeridž, titan)	5 Pz, T	Ortometamorfne stijene (paleozoik, 7 trijas)
44 $M_{2,3}$	Klasti i karbonati s klastima (otavski, karpatski)	24 $J_2^{1,3}$	Vapnenici s rožnjacima: a - stoevi i dolomitima; b - pločasti i stoevi; Lemeške naslage (gornji oksford-donoji titan)	4 O, S, D	Granitne stijene (ordovicij, silur, devon)
43 Ol, M_1	Klasti s vulkanima (eger, egerburg)	23 J_1	Vapnenici i dolomiti (gornja jura)	3 O, S, D	Kompleks metamorfnih stijena (ordovicij, silur, devon)
42 Pg, Ng	Vapnenačke breče (paleocen, neogen)	22 J_2	Debelostoevi 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 (donoja jura)	1 Pk	Kompleks metamorfnih stijena (prekambrij)
40 $E_{2,3}$	Filne naslage (srednji i gornji eocen)	20 $T_2^{1,2}$	Dolomiti (gornji norik, ret)		
39 $7Pc, E_{1,2}$	Liburnijske naslage, foraminiferni vapnenici i prijelazne naslage (7gornji paleocen, donji i srednji eocen)	19 $T_{2,3}$	Klastične naslage (7gornji ladnik-donoji norik)		

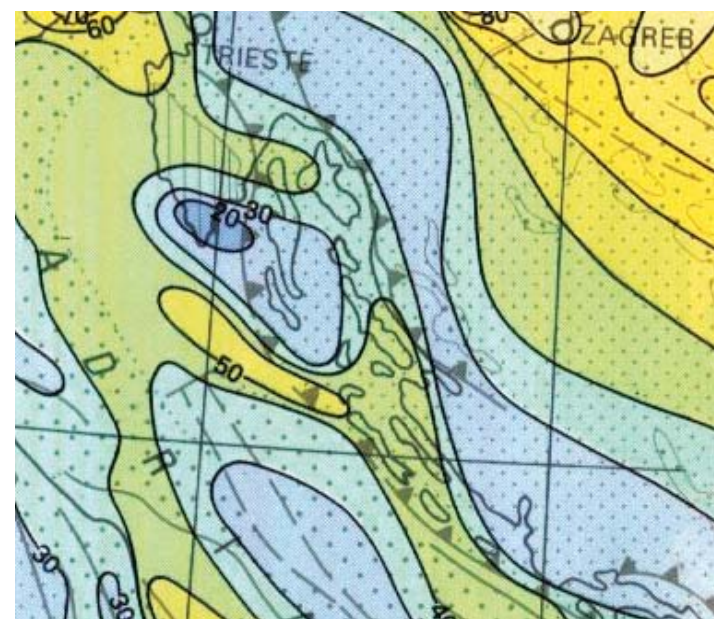
4.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL

Gustoća toplinskog toka u Dinaridima iznosi prosječno 29 mW/m², što odgovara i vrijednostima u većem dijelu Ličko-senjske županije (slika 10.)¹³. Ovakve vrijednosti toplinskog toka ukazuju na razmjerno nisku potenci-

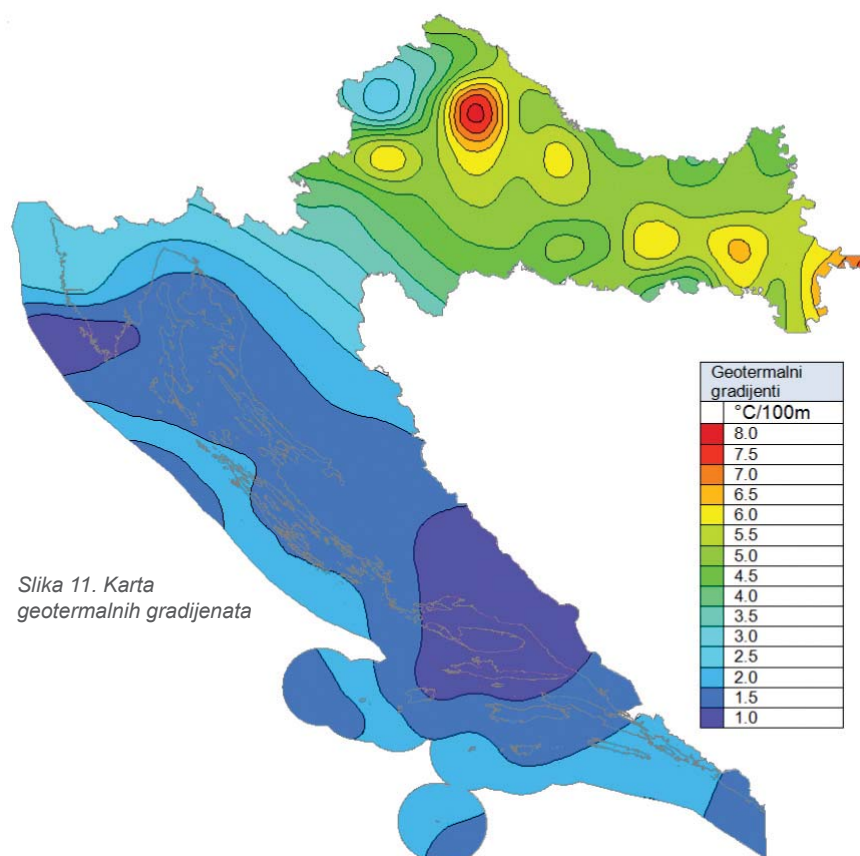
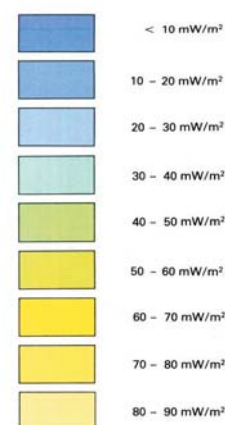
jalnost geotermalne energije u Ličko-senjskoj županiji. U Ličko-senjskoj županiji je i geotermalni gradijent, odnosno stopa promjene temperature s dubinom, razmjerno nizak i iznosi između 10 i 20°C/km (slika 11.)¹⁴.

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

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.



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



Slika 11. Karta geotermalnih gradijenata

Geotermalni gradijent može značajno varirati od lokacije do lokacije i jedan je od pokazatelja potencijala geotermalne energije na nekom području.

Prema kartama temperatura u podzemlju, na dubini od 1.000 m mogle bi se dosegnuti temperature između 25 i 40°C (slika 12.)¹⁵, a na 2.000 m između 40 i 70°C (slika 13.)¹⁶. 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.

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

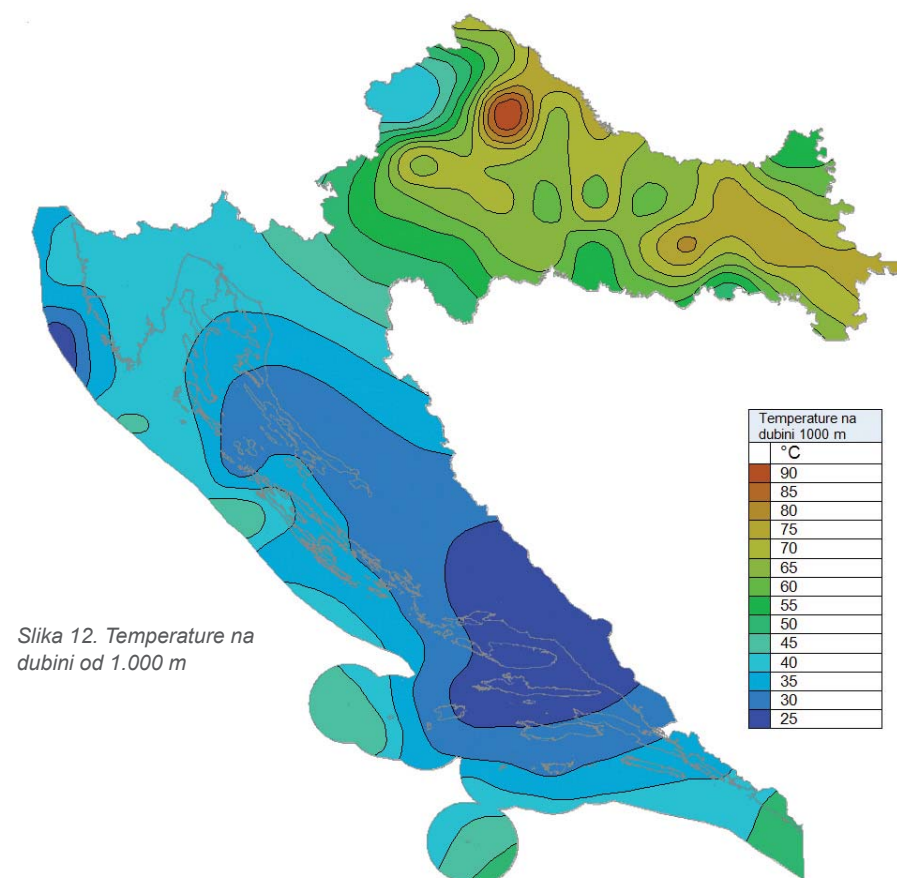
16 Modificirano prema Jelić, K., Kevrić, I. i Krasić, O., Temperatura i toplinski tok u tlu Hrvatske, 1. hrvatski geološki kongres: zbornik radova, Vlahović, Igor, Velić, Ivo, Šparica, Marko (ur.), Zagreb, Institut za geološka istraživanja, 1995, 245-249.; Grupa autora: GEOEN: Program korištenja geotermalne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

Osim niskog geotermalnog gradijenta na području Ličko-senjske županije, pronalazak ležišta potencijalne termalne vode, kao osnovnog geotermalnog resursa, ograničen je kompleksnim tektonskim odnosima.

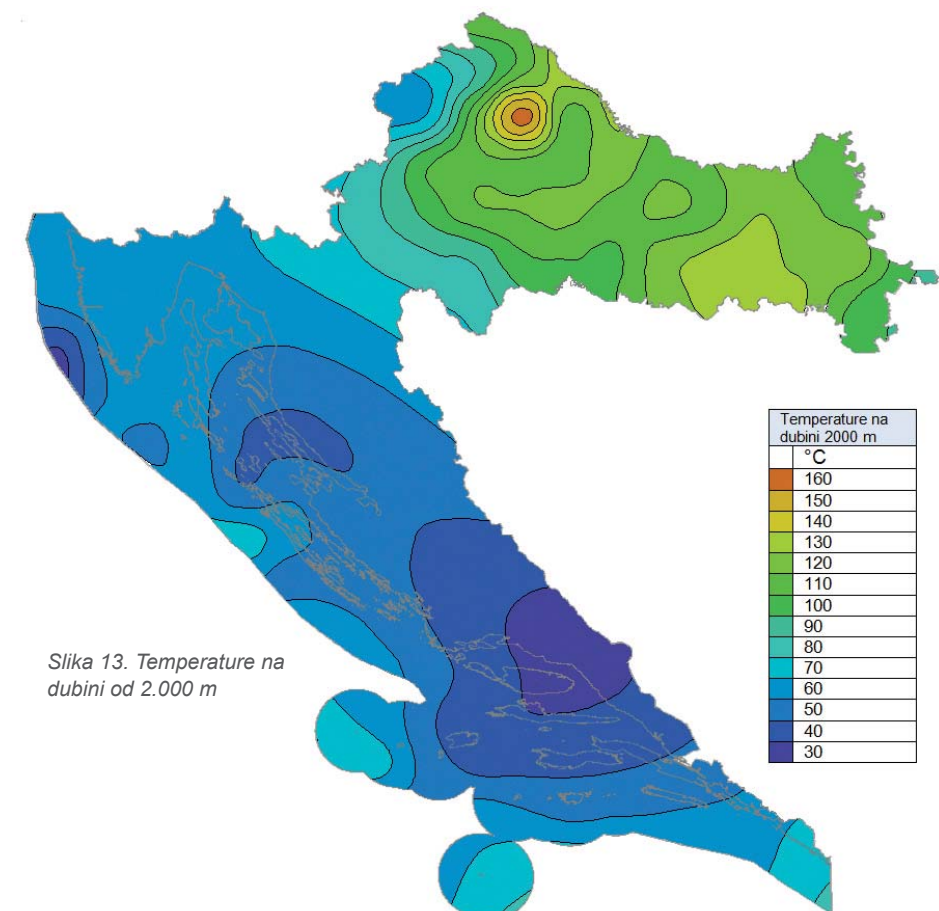
U Ličko-senjskoj županiji prevladava krški reljef koji se odlikuje pukotinsko-kavernoznom poroznošću koja je pogodna za otjecanje vode s tog prostora. Unutar karbonatnih stijena dinamika vode je vrlo složena i odvija se u dubokom krškom podzemlju. Kretanje podzemnih voda zavisi o prostornom odnosu vodopropusnih 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. Punjenje i pražnjenje krškog vodonosnika ovisi o klimatskim i meteorološkim prilikama, odnosno o količini i raspodjeli padalina u hidrološkom ciklusu.

Na području Ličko-senjske županije nisu zabilježeni prirodni termalni izvori. Usprkos razmjerno nepovoljnim uvjetima za njihov pronalazak postoji mogućnost pronalaska ležišta termalne vode niskih temperatura, pogodnih eventualno za balneološke svrhe.

Geotermalna energija se u Ličko-senjskoj 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. Njihova je primjena pogodna za korištenje u industrijskim ili poljoprivrednim procesima. 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 15 do 400 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*¹⁷ u kojem je obrađeno 130 vodotoka u Republici Hrvatskoj. Na ovoj razini definirane su dvije velike skupine promatranih vodotoka: u prvoj skupini su, s energetskog stajališta, interesantniji vodotoci (sa specifičnom snagom većom od 50 kW/km), a u drugoj skupini su vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetskog korištenja. Za vodotoke iz navedene energetski izdašnije grupe izvršene su detaljnije analize i definirani potezi korištenja što je rezultiralo procjenom neto energetskog potencijala, dok su za skupinu energetski manje izdašnih vodotoka analize završene nakon procjene bruto energetskog potencijala.

Uvedeni pojam “poteza korištenja” predstavlja geografsku površinu na kojoj su locirani svi infrastrukturni objekti jedne male hidroelektrane odnosno područje koje jednoznačno određuje malu hidroelektranu¹⁸. Ovaj pojam uveden je zbog toga što mala hidroelektrana nije određena samo 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 energetski potencijal definiran samo na razini cijelog vodotoka.

Kasnije etape istraživanja radi određivanja tehnički iskoristivog potencijala, čiji su rezultati sadržani u studijama *Katastar malih hidroelektrana u Hrvatskoj, I. i II. A faza*^{19, 20}, obuhvatile su manji broj vodotoka odabranih iz spomenute energetski 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 energetskog programa izgradnje malih hidroelektrana (Program MAHE), u sklopu kojeg su izvršene novelacije projekata odnosno poteza korištenja razrađenim u *Kastru 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 *Kastru 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 MW²¹.

5.2. PRIRODNI I TEHNIČKI POTENCIJAL HIDROENERGIJE

Uvažavajući prethodno navedeno, na području Ličko-senjske županije detektiran je određeni energetski potencijal unutar skupine energetskih 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 energetski potencijal. Ovdje je potrebno naglasiti da se dio vodotoka Korana Gornja nalazi i u susjednoj Karlovačkoj županiji, a s obzirom na nedostupnost odgovara-

jućih podloga temeljem kojih bi se moglo razgraničiti potencijal između Ličko-senjske i Karlovačke županije za spomenuti vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Ličko-senjske županije. Iz tog razloga je podatke o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za vodotok Korana Gornja, kao i o ukupnoj instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji potrebno uzeti s rezervom.

Tablica 8. Neto energetski potencijal za vodotoke s definiranim potezima korištenja na području Ličko-senjske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Ukupni broj poteza korištenja na vodotoku	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Bijela Rijeka	3	163	0,93	
2.	Bužimnica	2	113	0,33	
3.	Crna Rijeka	4	312	1,69	
4.	Jadova	26	2.825	7,23	
5.	Korana Gornja	39	8.455	32,64	*Dijelom u Karlovačkoj županiji
6.	Korenički Potok	7	230	1,15	
7.	Lika Gornja	4	210	0,64	
8.	Otešica	7	485	1,31	
9.	Ričica	11	1.101	2,77	
10.	Tisovac	7	1.614	4,45	
	UKUPNO	110	15.508	53,14	*Dijelom u Karlovačkoj županiji

Što se tiče druge spomenute skupine vodotoka (vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetskog korištenja), na području Ličko-senjske županije detektiran je energetski potencijal koji je prikazan u tablici 9. Ovdje je potrebno naglasiti da se dio vodotoka Opsenica nalazi i u susjednoj Zadarskoj županiji, a s obzirom na nedostupnost odgovarajućih podloga temeljem kojih bi se moglo razgraničiti potencijal između Ličko-senjske

i Zadarske županije za spomenuti vodotok, nije bilo moguće odrediti koliki je dio tog potencijala prostorno lociran na području Ličko-senjske županije. Iz tog razloga je podatke o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za vodotok Opsenica, kao i o ukupnoj instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji potrebno uzeti s rezervom.

Tablica 9. Bruto energetski potencijal za vodotoke bez definiranih poteza korištenja na području Ličko-senjske županije

Redni broj	Ime vodotoka	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)	Primjedba
1.	Krbava	199	1,74	
2.	Krbavica	16	0,33	
3.	Opsenica	16	2,94	*Dijelom u Zadarskoj županiji
	UKUPNO	573	5,01	*Dijelom u Zadarskoj županiji

Dosadašnja analiza odnosila se na raspon instalirane snage od 50 kW/km do 5 MW, što je rezultat sustavnog pristupa planiranju razvoja malih hidroelektrana na nacionalnoj razini. Potrebno je napomenuti da se u razvojnim planovima (koji se temelje na prethodnim istraživanjima HEP-a i rezultat su drugačijeg pojedinačnog projektantskog pristupa²²) mogu pronaći podaci o potencijalnim projektima u Republici Hrvatskoj u ras-

ponu snage između 5 i 10 MW, međutim, takvi projekti nisu prepoznati na području Ličko-senjske 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.

¹⁷ Katastar malih vodnih snaga u Hrvatskoj, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1985.

¹⁸ Bašić, H.: Novi pristup planiranju izgradnje malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj, Doktorska disertacija, Zagreb, 2003.

¹⁹ Katastar malih hidroelektrana Hrvatskoj-I. Faza, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1989.

²⁰ Katastar malih hidroelektrana u Hrvatskoj-II. A faza, Elektroprojekt inženjering, Zagreb, 1993.

²¹ ESHA Promotion Bulletin, <http://www.esha.be>, 2011.

²² 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 vodonika. Pri tome treba naglasiti da prikazani rezultati analize za pojedini energetski izvor predstavljaju teoretski i tehnički energetski potencijal. Mogućnost i razina iskorištavanja postojećih potencijala za proizvodnju energije ovisit će o prostornim mogućnostima i prostorno-planskim uvjetima za smještaj energetskih postrojenja kao i financijskoj isplativosti pojedinog projekta.

Prostorno-planski uvjeti za smještaj energetskih postrojenja na području Županije ovise o geografskim i ekološkim karakteristikama te postojećoj namijeni potencijalnih lokacija i okolnog prostora. S druge strane, financijska isplativost pojedinog projekta u direktnoj je ovisnosti o energetskom izvoru, odabranoj tehnologiji za proizvodnju energije te propisanim prostorno-planskim uvjetima.

U skladu s postojećim prirodnim potencijalom u Ličko-senjskoj županiji se ističe energetski potencijal biomase, primarno iz sektora šumarstva i drvne industrije. Za održivo korištenje ostalih obnovljivih izvora primjerena su mala/mikro postrojenja.

U cilju ostvarenja projekata bioenergana/toplana preporuča se provesti detaljnu analizu tržišta raspoloživog drva i ostataka iz drveno-prerađivačke industrije i razmotriti postojeće planove sudionika na tržištu, kako bi se utvrdio ostvarivi energetski potencijal i identificirali potencijalni projekti. Pri tome bi posebnu pažnju trebalo posvetiti vlasnicima privatnih šuma te ukoliko je potrebno, definirati i provesti mjere kojima bi se potaknulo njihovo uključivanje u lanac proizvodnje energije iz biomase, tj. mobilizirali prirodni drveni resursi. Na temelju detaljnih prostornih analiza, a s obzirom na postojeću infrastrukturu i energetske potrebe na lokalnoj razini, preporuča se uvrštavanje energetskih postrojenja na biomasu u prostorno-plansku dokumentaciju na županijskoj i lokalnoj razini.

Područje Županije karakterizirano je niskim potencijalom geotermalne energije te nisu zabilježeni prirodni termalni izvori.

Dosad provedena istraživanja ukazuju na relativno veliki potencijal za izgradnju malih hidroelektrana u Ličko-senjskoj 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