

# Potencijal obnovljivih izvora energije za zadovoljenje energetske potrebe unutar Ličko-senjske županije

---

Zdunić, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:108639>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

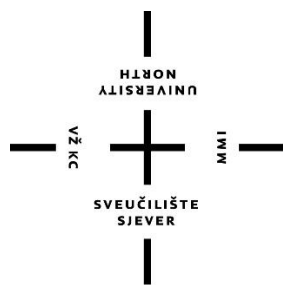
Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-05**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

Završni rad br.408/EL/2017

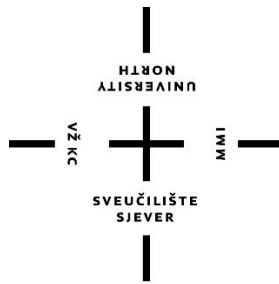
## **Potencijal obnovljivih izvora energije za zadovoljavanje energetskih potreba unutar Ličko-senjske županije**

Mario Zdunić, 0041/336

Varaždin, rujan 2017.







# Sveučilište Sjever

Odjel za elektrotehniku

ZAVRŠNI RAD

## Potencijal obnovljivih izvora energije za zadovoljavanje energetskih potreba unutar Ličko-senjske županije

**Student:**

Mario Zdunić, 0041/336

**Mentor:**

mr.sc. Goran Pakasin, pred.

Varaždin, rujan 2017.





## **Predgovor**

Zahvaljujem se mentoru mr.sc. Goranu Pakasin, pred. na pomoći i sugestijama tijekom izrade ovog završnog rada. Zahvalu upućujem i ostalim profesorima Sveučilišta Sjever kao i samom Sveučilištu. Također se zahvaljujem Energetskom institutu Hrvoje Požar te HEP–Operater distribucijskog sustava d.o.o., Elektrolika Gospić i to direktoru gosp. Ernestu Petry i gosp. Tomislavu Klišanin na susretljivosti i potrebnim podacima.

Hvala kolegama i obitelji na korisnim savjetima i podršci.



## Sažetak

Cilj završnog rada je prikazati utvrđene mogućnosti i postojeći potencijal OIE za zadovoljavanje energetske potrebe unutar Ličko-senjske županije (LSŽ).

U radu je prikazano na temelju kojeg je modela izrađena analiza prognoze o potrošnji električne energije i toplinske energije u razdoblju od 2015. do 2030. godine.

Prikazan je energetski sustav LSŽ koji je utemeljen na postojećem potencijalu OIE. Podatke s kojima se raspolaže potrebno je usporediti s potrošnjom te napravio financijsku analizu proizvodnje električne energije iz OIE. Nakon provedenih analiza rezultati treba pokazati mogućnosti proizvodnje električne energije i toplinske energije iz OIE za potrebe LSŽ.

Područje Županije obuhvaća područje Like s oštrom, brdsko-planinskom klimom i uski obalni pojas između Velebita i mora te dio otoka Paga (Novalja) gdje vlada mediteranska klima.

Prema dostupnim podacima iz analize mogućnosti razvoja postrojenja OIE na području LSŽ postoje prirodni potencijali energije vjetra, biomase, hidroenergije te energije Sunca, dok prirodni termalni izvori nisu zabilježeni.

Primjer korištenja energije sunca moguće je koristiti kroz korištenje sunčanih toplinskih sustava za zagrijavanje potrošene tople vode te grijanje fotonaponskih sustava za proizvodnju električne energije.

Prirodni potencijali OIE na području LSŽ su značajni, a korištenje tih potencija dovest će do iskorištavanja najbolji lokacija i velike mogućnosti razvoja ove LSŽ.

**Ključne riječi:** obnovljivi izvori energije, planiranje opterećenja, biomasa, hidroenergija, energija vjetra, energija Sunca, fotonaponski sustavi.

## Summary

The goal of the finishing paper is to show establishing possibilities and the existing potencial of RES for the fulfilment of the energetic need of LSŽ.

Whitin the paper it's displayed on what model the analysis about the consumption of electric energy and thermal energy whitin the period of 2015. to 2030. was built on.

The energy system of LSŽ which had been baised on an existing potencial of RES has been cisplayed. The data that we have should be compared with the consumption and a financial analysis should be made regarding the manufacturing of electric energy from RES. After the analysis had been conducted the results should show the possibilities of the manufacturing of electric energy and termal energy from RES for the needs of LSŽ.

The area of the country involves the area of Lika with harsh mountain climate and a narrow seciboard between Velebit and sea and a part of Pag island (Novalja) when there is mediterranean climate.

Accorcling to the available data from the analysis of possibility of the development of the facilitys of RES on the area of LSŽ there are natural potentials of the energy of wind, biomass, hidroelectric energy and solar energy but natural hot springs havent been recorded.

Solar energy can be used trough the usage of solar heat systems for heating up used warm water and heating up photovoltaic systems for manufacturing electric energy.

The natural potentials of RES on the area LSŽ are meaningful and the usage of those potentials will lead to the usage of the best locations and the possibility of deuelopment ofLSŽ.

**Keywords:** renewale energy sources, planning of hinderace, biomass, hidroelectric energy, energy of wind, solar energy, photovoltaic systems.

## Popis korištenih kratica

<b>OIE</b>	Obnovljivi izvori energije
<b>LSŽ</b>	Ličko-senjska županija
<b>EIHP</b>	Energetski institut Hrvoje Požar
<b>HEP</b>	Hrvatska elektroprivreda
<b>DZS</b>	Državni zavod za statistiku
<b>Strategija EU</b>	Energetska strategija Europske unije
<b>EU</b>	Europska unija
<b>MESAP</b>	Modular Energy System Analysis and Planning Environment
<b>PlaNet</b>	Planning Network
<b>IAEA</b>	International Atomic Energy Agency
<b>MEAD</b>	Model for Analysis of Energy Demand
<b>BDP</b>	Bruto domaći proizvod
<b>VE</b>	Vjetroelektrana
<b>OIEKPP</b>	Registar projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije
<b>MINGPO</b>	Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta
<b>RH</b>	Republika Hrvatska
<b>PEES</b>	Prethodna elektroenergetska suglasnost

## Sadržaj

1.	Uvod.....	7
2.	Obnovljivi izvori energije.....	8
2.1.	ENERGIJA VJETRA.....	11
2.2.	ENERGIJA SUNCA.....	12
2.3.	ENERGIJA VODE.....	13
2.4.	ENERGIJA BIOMASE.....	15
2.5.	Europska unija i obnovljivi izvori energije.....	15
2.6.	Financiranje energetskih projekata.....	16
3.	Korištenje obnovljivi izvora energije.....	18
3.1.	Zakonska regulativa vezana uz obnovljive izvore energije.....	18
3.2.	Strateška politika korištenja OIE.....	20
4.	Analiza mogućnosti razvoja postrojenja OIE na području LSŽ.....	21
4.1.	Potencijal OIE na području Ličko-senjske županije.....	21
4.2.	Model Mesap PlaNet.....	23
4.3.	Potrošnja električne i toplinske energije.....	24
4.4.	Proizvodnja električne energije.....	25
4.5.	Referentni scenarij.....	25
4.5.1.	Vjetroelektrane.....	30
4.5.2.	Male hidroelektrane.....	31
4.5.3.	Fotonaponski sustavi.....	33
4.5.4.	Kogeneracije na biomasu.....	34
4.5.5.	Sunčeva energija.....	36
4.5.6.	Rezultati simulacije referentnog scenarija.....	36
4.6.	Visoki scenarij.....	39
4.6.1.	Biomasa.....	39
4.6.2.	Sunčeva energija.....	39
4.7.	Niski scenarij.....	39
4.7.1.	Biomasa.....	39
4.7.2.	Sunčeva energija.....	40
4.8.	Rezultati simulacije.....	41
4.9.	Financijska analiza.....	43
4.9.1.	Vjetroelektrane.....	43
4.9.2.	Male hidroelektrane.....	44
4.9.3.	Fotonaponski sustavi.....	44
4.9.4.	Kogeneracijska postrojenja na biomasu.....	45
4.10.	Investicijski troškovi.....	45
4.11.	Specifični troškovi proizvodnje električne energije.....	46
4.12.	Proizvodnja toplinske energije.....	49
4.12.1.	Korištenje biomase za proizvodnju toplinske energije.....	50
4.12.2.	Korištenje sunčeve energije za proizvodnju toplinske energije.....	51
5.	ZAKLJUČAK.....	52

6. LITERATURA .....	53
7. Popis slika.....	59
PRILOG 1. POTEZI KORIŠTENJA ENERGIJE VODE NA PODRUČJU LSŽ (KATASTAR MALIH VODNIH SNAGA).....	56

## 1. Uvod

Tema ovog završnog rada su obnovljivi izvori energije odnosno utvrđene mogućnosti i postojeći potencijal obnovljivi izvora energije (OIE) za zadovoljavanje energetske potreba unutar Ličko-senjske županije (LSŽ).

U radu je prikazan model na temelju koga je izrađena analiza prognoze o potrošnji električne energije i toplinske energije u razdoblju od 2015. do 2030. godine, te energetski sustav LSŽ, koji je utemeljen na postojećem potencijalu OIE.

Energija je fizikalna veličina koja označava sposobnost tijela ili sustava da obavi rad ili preda toplinu. Suvremeni trendovi ukazuju da svijet koristi velike količine energije za industriju, promet, poslovanje i potrošnju energije u kućanstvima. Sva ta energija koja se koristi dolazi iz raznih izvora energije. Izvori energije mogu se podijeliti na neobnovljive i obnovljive.

U neobnovljive izvore ubrajamo fosilna goriva (ugljen, nafta i zemni plin) i nuklearna goriva (uran i torij). S obzirom da neobnovljivi izvori energije su ograničeni i iscrpljivi te njihovo korištenje uzrokuje velike štete na okoliš, odnosno energetski sektor uzrokuje emisije stakleničkih plinova osobito CO<sub>2</sub>, koji najvećim dijelom doprinosi globalnom zatopljenju i klimatskim promjenama. Stoga je potrebno osigurati sklad suvremenog načina života, tehnološke civilizacije 21. stoljeća s prirodnim i održivim razvojem za dobrobit sadašnjih i budućih generacija. Zbog toga je važno da se energija mora dobivati iz novih izvora energije odnosno da se sve više prelazi na korištenje OIE. Korištenje OIE je ekološki isplativije, oni se mogu sami od sebe obnoviti te se njihova količina trošenjem ne smanjuje.

Cilj rada je istražiti mogućnosti i potencijal korištenja OIE u LSŽ.

Svrha rada utvrditi ulogu OIE u smanjenju emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferu.

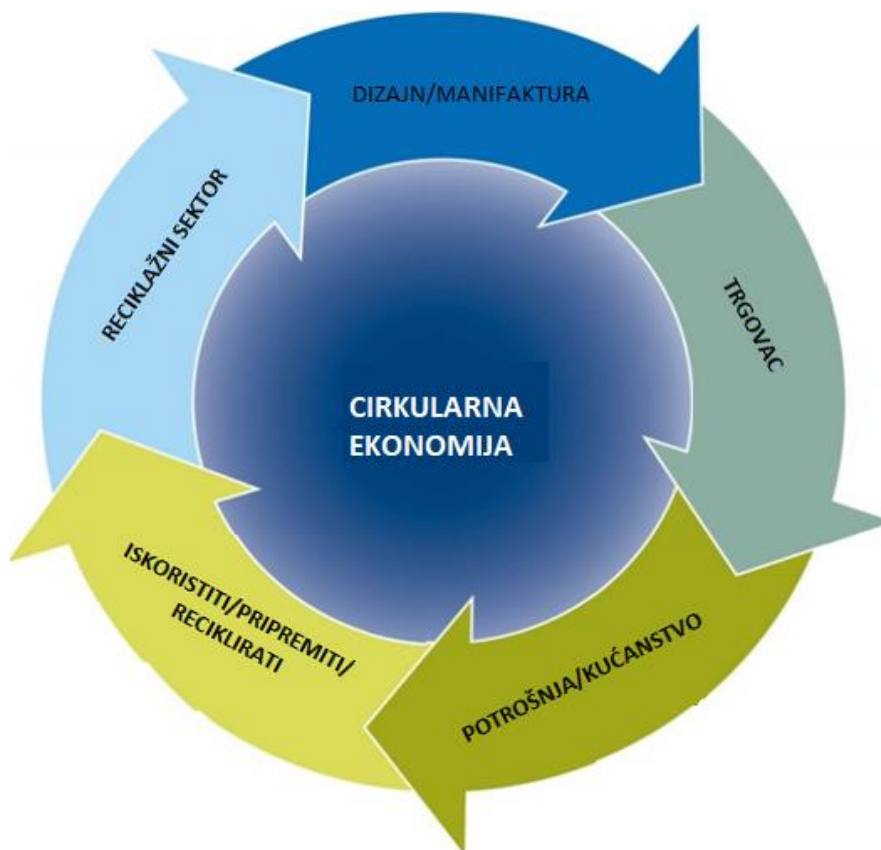
Završni rad se, pored uvoda i zaključka, sastoji od 4 poglavlja. U prvom poglavlju je izneseno osnovno značenje OIE. Drugo poglavlje govori o vrstama OIE, gdje su navedene prednosti i nedostaci te načini putem kojih se može dobiti energija iz OIE. Slijedeće, treće poglavlje govori o istraživanjima i zakonskim okvirima vezanim za OIE koji moraju biti ispunjeni i o tome kako je dugoročno isplativo korištenje obnovljivih izvora energije. U zadnjem četvrtom poglavlju je iznesena analiza i trenutno stanje OIE u LSŽ.

Prilikom pisanja ovog rada korištene su slijedeće metode: deskripcije, analize, sinteze i komparacije te različite statističke metode. Osim navedenih korištena je metoda proučavanja dostupne literature i internetskih izvora

## 2. Obnovljivi izvori energije

OIE su izvori energije koji se dobivaju iz prirode i mogu se obnovljati pa se sve više koriste zbog svoje mogućnosti onečišćenja prema okolišu [16], odnosno to su: „izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično, posebno energija vodotoka, vjetra, sunčeva energija, biodizel, biomasa, bioplin, geotermalna energija” [15].

Iskorištavanje već upotrijebljenog prikazuje cirkularni model ili cirkularna ekonomija. Cirkularna ekonomija novi je ekonomski model koji zamjenjuje donedavno najpopularniji linearni (slika 1)[17]. Kruženje tvari u prirodi princip je poznat već osnovnoškolcima, a sada je postao neizostavni dio većine svjetskih politika. Ovaj su koncept među prvima spomenuli britanski ekonomisti Turner i Pearce, koji su primijetili nedostatak želje za održivim razvojem kod tradicionalnih gospodarstvenika. Osim njih mnogi su se ekonomisti uhvatili u koštac s ovim problemom. Tradicionalno poimanje života svodilo se na politiku uzimanja, iskorištavanja i odbacivanja, dok cirkularni model zagovara povratak prirodi i ponovno iskorištavanje već upotrijebljenog. Skretanje pažnje na energetske učinkovitost i ekološku održivost temelj je ovog načina razmišljanja, a može se primijeniti na sve aspekte života. Glavne koristi ovog modela su ekonomske uštede, nova radna mjesta, ušteda resursa i energije te doprinos ublažavanju klimatskih promjena.



Slika 1 Cirkularna ekonomija[17]

OIE ne zagađuju okoliš u tolikoj mjeri kao neobnovljivi, ali nisu ni oni svi potpuno čisti. Najznačajniji obnovljivi izvori energije su: energija vjetra, energija sunca, bioenergija i energija vode. [8]

OIE za razliku od neobnovljivih oblika energije ne mogu se vremenski iscrpiti, međutim njihovi potencijali mogu (primjerice kod gradnje hidroelektrane potpuno iskoristi energetske kapacitete vodotoka). Neke od oblika OIE nije moguće uskladištiti ili transportirati u prirodnom obliku (vjetar), dok neke je moguće (npr. voda u akumulacijama i vodotocima). Kod korištenja OIE trenutno glavni problemi su cijena, ali potencijali OIE su veliki [3].

Obnovljivi izvori energije su:

- kinetička energija vjetra (energija vjetra)
- sunčeva energija
- biomasa
- toplinska energija Zemljine unutrašnjosti i vrući izvori (geotermalna energija)
- potencijalna energija vodotoka (vodne snage)
- potencijalna energija plime i oseke i morskih valova
- toplinska energija mora



RH, kao članica EU se obvezala na prihvaćanje europskog klimatsko-energetskog paketa koji podrazumijeva i Direktivu 2009/28/EZ o poticanju uporabe energije iz obnovljivih izvora. Prihvaćanjem direktive, Hrvatska je preuzela obvezu povećanja uporabe energije iz obnovljivih izvora, pri čemu bi u 2020. godini udio energije iz obnovljivih izvora u bruto neposrednoj potrošnji trebao iznositi najmanje 20%, promatrano na razini EU. Strategija kao razvojnu smjernicu navodi smanjenje uporabe električne energije za toplinske potrebe te, između ostalog, postavlja cilj od 0,225 m<sup>2</sup> sunčevih toplinskih kolektora po stanovniku u 2020. godini. U svrhu poticanja razvoja i korištenja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj, izrađeni su programi sufinanciranja nabave takvih sustava od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost te sustav poticanja proizvodnje električne energije putem povlaštenih otkupnih cijena (tzv. „feed in“ tarifni sustav).

Iz OIE dobiva se 18% ukupne svjetske energije, ali većina od toga je energija dobivena tradicionalnim iskorištavanjem biomase za kuhanje i grijanje (13 od 18%). Od velikih hidroelektrana dobiva se dodatnih tri posto energije, dok se od ostalih obnovljivih izvora energije proizvode samo 2,4% ukupne svjetske energije. Nadalje 1,3% otpada na instalacije za grijanje vode, 0,8% na proizvodnju električne energije i 0,3% na biogoriva [9] .

U budućnosti svakako treba znatno povećati dobivanje energije iz OIE jer je sve manje neobnovljivih izvora energije, a njihov štetni utjecaj sve je izraženiji u zadnjih nekoliko desetljeća. Sunce isporučuje Zemlji 15 tisuća puta više energije nego što čovječanstvo u sadašnjoj fazi uspijeva potrošiti, ali usprkos tome neki ljudi na Zemlji se smrzavaju. Iz toga se vidi da se obnovljivi izvori mogu i moraju početi bolje iskorištavati i da ne trebamo brinuti za energiju nakon fosilnih goriva.

Razvoj obnovljivih izvora energije važan je zbog nekoliko razloga:

- obnovljivi izvori energije imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferu,
- smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu je politika EU, pa se može očekivati da će i Hrvatska morati prihvatiti tu politiku,
- povećanje udjela obnovljivih izvora energije povećava energetske održivosti sustava. Također pomaže u poboljšavanju sigurnosti dostave energije na način da smanjuje ovisnost o uvozu energetskih sirovina i električne energije,
- očekuje se da će obnovljivi izvori energije postati ekonomski konkurentni konvencionalnim izvorima energije u srednjem do dugom razdoblju.

Veliki udio u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora rezultat je ekološke osviještenosti stanovništva, bez obzira na početnu ekonomsku neisplativost. Također zemlje članice EU zadale su si cilj da povećaju udio obnovljivih izvora energije za 20% cjelokupne potrošnje energije u EU do 2020 godine.

Prema Strategiji EU najzanimljiviji obnovljivi izvori energije su energija vjetra, energija sunca, bioenergija i energija vode (slika 2) [3].

Sunčeva radijacija glavni je pokretač većine obnovljivih izvora energije, ali ima i nekoliko izvora koji ne potječu od nje. To su geotermalna energija i energija koju možemo dobiti od plime i oseke.



Slika 2 Obnovljivi izvori energije [3]

Najznačajniji OIE su: energije vjetra, energija Sunca, bioenergija i energija vode.

## 2.1. Energija vjetra

Energija vjetra je transformirani oblik sunčeve energije. Sunce neravnomjerno zagrijava različite dijelove Zemlje i to rezultira različitim tlakovima zraka, a vjetar nastaje zbog težnje za izjednačavanjem tlakova zraka. Postoje dijelovi Zemlje na kojima pušu takozvani stalni (planetarni) vjetrovi i na tim područjima je iskorištavanje energije vjetra najisplativije. Dobre pozicije su obale oceana i pučina mora. Pučina se ističe kao najbolja pozicija zbog stalnosti vjetrova, ali cijene instalacije i transporta energije koče takvu iskorištavanje. Kod pretvorbe

kinetičke energije vjetra u mehaničku energiju (okretanje osovine generatora) iskorištava se samo razlika brzine vjetra na ulazu i na izlazu [9].

Kako je energija vjetra kinetička energija, iznosi  $E = \frac{1}{2}mv^2$  [9]. Kako je masa zraka koji je protekao jednaka umnošku volumena i gustoće, za energiju vjetra dobiva se:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho Vv^2 = \frac{1}{2}\rho Av^3 \quad (1)$$

gdje je  $\rho$  gustoća zraka,  $A$  površina rotora turbine, a  $v$  brzina vjetra, dakle energija vjetra proporcionalna je trećoj potenciji brzine. S obzirom da je gustoća zraka približno iznosi  $1,25 \text{ kg/m}^3$  energija vjetra  $E = 0,625 Av^3$ . Zrak mora strujati i iza turbine da napravi mjesta zraku koji nadolazi, pa je moguće iskoristiti samo energiju koja je proporcionalna razlici brzina na treću:  $E = 0,625 A (v_1 - v_2)^2$ .

Maksimalni stupanj djelovanje turbine 0,65, a generatora 0,8 [10] pa za maksimalnu energiju vjetra vrijedi, ako se uzme u obzir da maksimalna energija koja se može dobiti djelovanje zračne turbine jednaka  $\frac{16}{27}$  energije vjetra:

$$E = \frac{16}{27} \times 0,65 \times 0,8 \times 0,625 \times A \times v^3 = 0,193 \times A \times v^3 \quad (2)$$

Što znači da se 31% ( $0,193/0,625$ ) energije vjetra pretvara u električnu energiju.

Prema procjenama VE ne mogu biti bazne elektrane elektroenergetskog sustava. [10].

Kao dobre strane iskorištavanja energije vjetra ističu se visoka pouzdanost rada postrojenja, nema troškova za gorivo i nema zagađivanja okoline. Loše strane su visoki troškovi izgradnje i promjenjivost brzine vjetra (ne može se garantirati isporučivanje energije).

Vjetar je ekološki prihvatljiv izvor energije. Nema emisija na okolinu, a proizvedena energija mnogo je veća od energije utrošene na izgradnju elektrane. Ekološke štete koje nastaju primjenu energije vjetra su: ozljede ptica, buka, zauzimanje prostora te promjena krajolika.

Iskorištavanje energije vjetra je najbrže rastući segment proizvodnje energije iz obnovljivih izvora [10].

## 2.2. Energija sunca

Sunce je nama najbliža zvijezda te, neposredno ili posredno, izvor gotovo sve raspoložive energije na Zemlji. Sunčeva energija potječe od nuklearnih reakcija u njegovom središtu, gdje temperatura doseže  $15 \text{ milijuna } ^\circ\text{C}$ . Ova se energija u vidu svjetlosti i topline širi u svemir pa tako jedan njezin mali dio dolazi i do Zemlje [20]. Energija Sunčeva zračenja kontinuirano pristiže na Zemlju koja se okreće oko svoje osi i oko Sunca. Posljedično imamo dnevne i sezonske mijene snage Sunčeva zračenja koje stiže do površine Zemlje. Snaga Sunčeva zračenja na ulazu u Zemljinu atmosferu, pri srednjoj udaljenosti od Sunca, iznosi  $1370 \text{ W/m}^2$ , a do

površine Zemlje stiže otprilike pola. Ukupno Sunčevo zračenje koje dođe na Zemlju vrati se natrag u svemir. Snaga koju stvarno na površini imamo značajno ovisi o prilikama u atmosferi i o oblacima. Za grubu ocjenu prosječne snage Sunčeva zračenja na površini zemlje tijekom cijele godine se može uzeti vrijednost od skoro  $200 \text{ W/m}^2$ .

Pod optimalnim uvjetima, na površini Zemlje može se dobiti  $1 \text{ kW/m}^2$ , a stvarna vrijednost ovisi o lokaciji, godišnjem dobu, dobu dana i vremenskim uvjetima.

Osnovni problemi iskorištavanja su mala gustoća energetskega toka, velike oscilacije intenziteta zračenja i veliki investicijski troškovi.

Osnovni principi direktnog iskorištavanja energije Sunca su: solarni kolektori - pripremanje vruće vode i zagrijavanje prostorija, fotonaponske ćelije - direktna pretvorba sunčeve energije u električnu energiju, fokusiranje sunčeve energije - upotreba u velikim energetskega postrojenjima.

Uz pretpostavku učinkovitosti pretvorbe Sunčeve energije u druge korisne oblike od samo 10 %, samo 1,37 % ukupne površine Hrvatske bi bilo dovoljno za pokrivanje cjelokupne sadašnje potrošnje svih oblika energije u Hrvatskoj.

Procjena pokazuje kako bi se u Hrvatskoj moglo izdvojiti i do 5 % površine za primjenu Sunčeve energije koja se ne može koristiti u druge svrhe, što znači kako bi Sunčeva energija u Hrvatskoj mogla pokriti čak i deseterostruku potrošnju energije u odnosu na današnje stanje. U odnosu na razvijene i gusto naseljene zemlje srednje i sjeverne Europe, Hrvatska je u mnogo boljem položaju, ne samo zbog mnogo većeg prostora koji je na raspolaganju, nego i zbog 2 – 3 puta veće insolacije i značajno povoljnije klime u hladnijem dijelu godine [20].

### **2.3. Energija vode**

Voda pokriva više od 70% Zemljine površine te time predstavljaju vrlo interesantan izvor energije koji bi u budućnosti mogao davati energiju kako domaćinstvima, tako i industrijskim postrojenjima.

Energija vode je prirodno transformirana Sunčeva energija. U povijesti energija voda se koristila za navodnjavanje, mljevenje žita, obradu metala i razne druge primjene. Danas se pretežno koristi za proizvodnju električne energije. Prva hidroelektrana proradila je 1881. godine u blizini Nigarinih slapova u SAD-u. U hidroelektranama se proizvodi 16% svjetske električne energije.[3].

Sunčevo zračenje zagrijava Zemljinu površinu i uzrokuje isparavanje vode iz mora i drugih voda te iz tla i biljaka. Nakon toga voda se vraća na površinu Zemlje u obliku oborina.

Ukupna snaga oborina može se izračunati iz ukupne mase oborina i prosječne visine s koje one padaju na Zemlju (3000 m). Izračunom se dobiva iznos od  $4,4 \cdot 10^{10}$  W, što je više od ukupne energetske potrošnje čovječanstva. Od dobivenog iznosa može se iskoristiti 0,01% do 0,15%. Potencijalna energija vode može se izračunati iz prosječne nadmorske visine tla (700 m), prosječne količine oborina (0,9 m godišnje) i površine kopna ( $130 \times 10^{12} \text{m}^2$ ).

$$E = m g h = \rho V g h = 1000 \text{ kgm}^{-3} 130 \cdot 10^{12} \text{ m}^2 0,9 \text{ m } 9,81 \text{ ms}^{-2} 700 \text{ m} = 8,035 \cdot 10^{20} \text{ J} = 223 \cdot 10^6 \text{ GWh.}$$

$$E_{rp} = m \cdot 236666666666c2$$

Dvije trećine vode će ispariti, a samo 16% preostale energije je iskoristivo, da je ukupna iskoristiv energija  $11,9 \cdot 10^6$  GWh.

Hidro energetske sustavi se dijele na velike (>30 MW), male (100 kW – 30 MW) i mikrosustave (<100 kW) [3].

Veliki sustavi mogu zadovoljiti potrebe za energijom više milijuna ljudi, mali sustavi mogu zadovoljiti potrebe za energijom manjeg grada, a mikrosustavi su pogodni za zadovoljavanje energetske potrebe slabo naseljenih područja.

Hidroenergija je ekološki prihvatljiv izvor energije jer nema emisija na okoliš, obnovljiv je izvor energije, a učinkovitost pretvorbe u električnu energiju je visoka.

OIE za razliku od neobnovljivih oblika energije ne mogu se vremenski iscrpiti, međutim njihovi potencijali mogu (primjerice kod gradnje hidroelektrane potpuno iskoristi energetske kapacitet vodotoka). Kod korištenja OIE trenutno glavni problemi su cijena, ali potencijali OIE su veliki.

## **2.4. Energija biomase**

Biomasa su sve biorazgradive tvari biljnog i životinjskog podrijetla, dobivene od otpada i ostataka poljoprivredne i šumarske proizvodnje [11]. Biomasa dolazi u čvrstom, tekućem (biodizel) i plinovitom stanju (bioplin).

Sve vrste biomase su obnovljivi izvor energije, a korištenje iste ne povećava količinu ugljičnog dioksida u atmosferi.

Biomasa se koristi za proizvodnju energije termoelektranama. Za elektranu na biomasu snage 5 MW korisnost iznosi 15% – 20% [10]. Glavna prednost biomase je njezin obilni potencijal, a primjena biomase je ekonomski isplativa jer osnovna sirovina (poljoprivredni i šumski ostaci) ima relativno nisku cijenu. Biomasa je ekološki prihvatljiv izvor energije i gotovo nema emisije CO<sub>2</sub>. [20].

## **2.5. Europska unija i obnovljivi izvori energije**

Europska komisija izradila je energetska strategiju Europske unije (Strategija EU) do 2020. godine koja naglašava nužnost promjene energetske politike, odnosno naglasak se stavlja na učinkovito korištenje energije. Uloga politike i europske unije ima ključan doprinos u postizanju tih ciljeva. Ciljevi te jedinstvene politike do 2020. godine su [1]:

- 20 % smanjenja emisija stakleničkih plinova
- 20 % proizvodnje energije iz obnovljivih izvora
- 20 % ušteda energije
- 10 % obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji goriva za prijevoz.

Dugoročnije mjere do 2050. godine definirane su zasebnim dokumentom „Energy roadmap 2050“.

Strategijom EU je definirano pet prioriteta energetskega sektora:

1. Postizanje energetskega učinkovite Europe
2. Izgradnja istinski integriranog Paneuropskega energetskega tržišta
3. Osnaživanje potrošača i postizanje najviše razine sigurnosti i zaštite
4. Snaženje europskega liderstva u području energetskega tehnologije i inovacija
5. Jačanje vanjske pozicije energetskega tržišta Europske unije (EU).

Obnovljiva energija značajan je čimbenik na europskom energetsom tržištu, osim što ima pozitivne ekološke učinke ona poboljšava europsku konkurentnost stvarajući nove industrije i ekonomski rast. Europska unija je energetska učinkovitost prepoznala kao jedan od ključnih načina za postizanje ciljeva održivog energetskeg razvoja, također je energetska učinkovitost jedan od mehanizama za poboljšanje sigurnosti opskrbe energijom. Stoga je EU postavila cilj smanjenja potrošnje energije od 20% u 2020. godini u odnosu na referentni scenarij potrošnje. Ostvarivanje ovih potencijala dodatno će omogućiti otvaranje novih, visoko kvalificiranih poslova kao i smanjenje troškova za energiju [1].

## **2.6. Financiranje energetske projekata**

Procjenjuje se da je nemoguće bez javnih potpora i investicija ostvarenje zadanih ciljeva Strategijom EU. Također se procjenjuje da je za nadogradnju postojećih i izgradnju novih kapaciteta do 2020. potrebno uložiti oko 500 milijardi Eura.[13].

Potpore za korištenje OIE te za izgradnju kapaciteta moguće je ostvariti kroz EU fondove te financijske poticaje koji se u RH provode kroz razne Programe na lokalnoj i regionalnoj razini.

Županije, gradovi, općine te regionalni energetske centri raspišu natječaj za sufinanciranje korištenja OIE, na koji se mogu javiti svi zainteresirani građani.

Glavni ciljevi energetske politike EU su : [12]

- a. Osiguranje funkcioniranja energetskeg tržišta,
- b. Osiguranje izvjesnosti opskrbe energijom u EU,
- c. Promicanje energetske učinkovitosti i štednja energije te razvoj novih i obnovljivih oblika energije,
- d. Promicanje i međusobno povezivanje energetske mreže.

Projekti EU omogućavaju poticanje energetske učinkovitosti, povećanje korištenja obnovljivih izvora energije, te poticanje energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije.

Ostvarenje zadanih ciljeva Strategijom EU omogućeno je financijskim potporama i projektima energetske učinkovitosti kroz EU programe.

EU programi koji su dostupni institucijama i tvrtkama u RH su:

### **IEE – The Intelligent Energy – Europe.**

IEE programi pomažu stvaranju povoljnih uvjeta na tržištu te pripremaju teren za buduća ulaganja i izgradnju kapaciteta.

### **ELENA – European Local Energy Investments**

ELENA je financijski instrument u smislu darovnica lokalnim i regionalnim vlastima za razvoj i pokretanje investicija u energetska učinkovitost i OIE.

MLEI PDA - Mobilising Local Energy Investments

Ovaj program usmjeren je na manje projekte lokalne i regionalne vlasti za pokretanje investicija održive energije. [2].



### **3. Korištenje obnovljivi izvora energije**

OIE na raspolaganju su u neograničenim količinama, odnosno njihov potencijal je neograničen i ukoliko bude postojala odgovarajuća tehnologija iz OIE moguće je zadovoljiti sve energetske potrebe na Zemlji. OIE se u procesima pretvorbe troše, ali njihove količine se samo privremeno iscrpljuju te se uvijek mogu obnoviti.

Važnost korištenja OIE za dionike na razini lokalne zajednice:

- OIE imaju važnu ulogu u smanjenju emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferu i smanjenju zagađenja u gradovima;
- povećanje udjela OIE povećava se energetska samoodrživost gradova tako da se smanjuje ovisnost o uvoznim energentima te se osigurava ekonomska stabilnost cijena, što utječe na standard građana;
- Korištenje OIE omogućava malim poduzetnicima i obrtnicima smanjenje troškova za energiju što rezultira povećanjem njihove konkurentnosti;
- Korištenje OIE omogućava lokalni gospodarski razvoj te otvaranje novih radnih mjesta.

#### **3.1. Zakonska regulativa vezana uz obnovljive izvore energije**

Kako je RH punopravna članica EU njenim zakonima obuhvaćeni su glavni energetske dokumenti RH.

Smanjenje potrošnje energije i stvaranja otpada sve je važnije za EU. Čelnici EU-a postavili su 2007. cilj smanjenja godišnje potrošnje energije u Uniji za 20 % do 2020. Mjere za energetske učinkovitost sve su češće prepoznate kao instrument za postizanje održive opskrbe energijom, smanjenje emisija stakleničkih plinova, poboljšanje sigurnosti opskrbe i smanjenje troškova uvoza, ali i za promicanje konkurentnosti EU-a. Stoga je energetska učinkovitost strateški prioritet energetske unije te EU promiče načelo energetske učinkovitosti na prvom mjestu [12].

Korištenje OIE ima potporu u svim strateškim dokumentima RH posebno u Strategiji kojom su propisani ciljevi energetske razvoja RH.

Ciljevi Strategije do 2020. godine za korištenje OIE su [8]:

- udio OIE u neposrednoj potrošnji – 20%
- udio biogoriva u potrošnji benzina i dizelskog goriva u prometu – 10%

- udio proizvodnje električne energije iz OIE uključujući i velike hidroelektrane) u ukupnoj proizvodnji električne energije – 35%

Energetski zakoni i pod zakonski akti RH [21]:

- Zakon o energiji (NN 120/12,14/14, i 102/15)
- Zakon o tržištu električne energije (NN 22/13,102/15)
- Zakon o tržištu plina (NN 28/13,14/14,16/17)
- Zakon o tržištu toplinske energije (NN 80/13, 14/14, 95/15)
- Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata (NN 19/14)
- Zakon o energetskej učinkovitosti (NN 127/14)
- Zakon o biogorivima za prijevoz (NN 65/09,145/10, 26/11 i 144/12,14/14)
- Zakon o regulaciji energetskej djelatnosti (NN 120/12)
- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 100/15, 123/16 - Uredba)
- Zakon o potvrđivanju Memoranduma o razumijevanju između Republike Hrvatske i Europske zajednice o sudjelovanju Republike Hrvatske u programu zajednice „Inteligentna energija – europski program za konkurentnost i inovacije“ (NN 11/07).

Ostali energetskej propisi:

- Strategija energetskej razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09)
- Pravilnik o energetskej bilanci (NN 33/03)
- Uredba o kriterijima za stjecanje statusa ugroženih kupaca energije iz umreženih sustava (NN 95/15)

Ostali srodni zakoni:

- Zakon o gradnji (NN 153/13,20/17)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)
- Zakon o građevinskej inspekciji (NN 153/13)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 36/95, 70/97, 128/99, 57/00, 129/00, 59/01, 26/03, 82/04, 110/04, 178/04, 38/09, 79/09, 49/11, 84/11, 90/11, 14 4/12, 94/13, 153/13, 147/14, 36/15)
- Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 114/11).

### 3.2. Strateška politika korištenja OIE

Stalni porast cijene energenata i činjenica da su konvencionalni izvori energije ograničeni sve se više razvija svijest o uštedi energije i zaštiti okoliša.

Kako se Europa suočava s teškim izazovima očuvanja okoliša, EU je prepoznala važnost lokanih i regionalnih inicijativa za smanjenje potrošnje energije, pojačano korištenje OIE i smanjenje emisije CO<sub>2</sub>.

Utjecaj OIE na kvalitetu građana može se promatrati kroz tri područja:

1. utjecaji na zaštitu okoliša
2. gospodarski utjecaju
3. socijalni utjecaji.

U svakom slučaju OIE su manje šteni na okoliš u odnosu na konvencionalne izvore energije što potvrđuju i razne analize provedenih anketa koje su dale slijedeće zaključke:

1. Javnost nedvosmisleno podržava korištenje onih energetske tehnologije i izvora energije koje smanjuju negativne utjecaje na okoliš, čak i u slučaju veće cijene proizvedene energije;
2. Građani su vrlo slabo informirani kako općim aspektima proizvodnje vezanim uz korištenje OIE;
3. Pri procjenama pojedinih izvora energije uočeno je da ispitanici prepoznaju određene prednosti OIE u odnosu na neobnovljive izvore, prije svega manji negativni utjecaj na okoliš [22].

U svakom slučaju građani daju podršku sve većem korištenju OIE.

## **4. Analiza mogućnosti razvoja postrojenja OIE na području Ličko-senjske županije**

Analiza potencijala OIE predviđena je u okviru projekta „Javno zagovaranje i praćenje politika vezanih za obnovljive izvore energije“ za 20 županija Republike Hrvatske (RH), bez Grada Zagreba, koji je proveden uz financijsku potporu Europske unije kroz program IPA 2008. Projektom je predviđeno korištenje simulacijskog modela Mesap PlaNet za planiranje razvoja OIE u jednoj od 20 analiziranih županija.

Za analizu odabrana je LSŽ za koju je Energetski institut Hrvoje Požar (EIHP) izradio prognoze potrošnje električne i toplinske energije za razdoblje od 2015. - 2030. godine te model energetskog sustava LSŽ, koji se temelji na iskorištavanju postojećeg potencijala OIE za zadovoljavanje energetskih potreba unutar LSŽ, koja će biti prikazana u ovom poglavlju [5].

### **4.1. Potencijal OIE na području Ličko-senjske županije**

LSŽ većim 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. Na području LSŽ postoje prirodni potencijali energije vjetra, biomase, hidroenergije te energije Sunca. Potencijal geotermalne energije je nizak, dok na području LSŽ nisu zabilježeni prirodni termalni izvori.

Prema dostupnim podacima, raspoloživi prirodni potencijal energije vjetra je znatan, posebno na područjima planinskih vrhunaca Velebita, u primorskom dijelu uključujući područje otoka Paga te u području unutrašnjosti na većim nadmorskim visinama prema granici s Bosnom i Hercegovinom. Tehnički potencijal je određen kapacitetom lokacija koje su pogodne za iskorištavanje energije vjetra. Takve lokacije moraju zadovoljavati niz zahtjeva od kojih je najvažniji: potencijal vjetra, mogućnost evakuacije snage, prihvatljivost s obzirom na utjecaje na okoliš, zaštita prirode, pristup i drugi raspoloživi tehnički potencijal energije vjetra preliminarno je procijenjen na 250 MW godišnje.

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/m<sup>2</sup> za zapadni dio otoka Paga do 1,30 MWh/m<sup>2</sup> uz same padine Velebita. Distribucija Sunčevog zračenja na području Like

kreće se između 1,25 MWh/m<sup>2</sup> i 1,30 MWh/m<sup>2</sup>, a nešto manja ozračenost se primjećuje na području Kapele i Plješivice (do 1,20 MWh/m<sup>2</sup>).

Energiju Sunčevog zračenja moguće je koristiti na dva načina:

- a) korištenjem sunčanih toplinskih sustava za zagrijavanje potrošne tople vode i podršku grijanju i
- b) korištenjem fotonaponskih sustava za proizvodnju električne energije.

Na području Gospića postavljen je pod optimalnim kutom fotonaponski sustav snage 10 kW, koji može proizvesti oko 10.500 kWh električne energije godišnje.

Na području LSŽ postoji značajan potencijal energije biomase, posebno iz sektora šumarstva i drvne industrije. Šumska bogatstva velebitskoga, plješivičkog, kapelskog i sredogorskog dijela LSŽ temelj su iskorištavanja i prerade drva, kao jedne od temeljnih djelatnosti u ovom dijelu ličkog zaleđa. Drvnu biomasu moguće je pretvoriti u toplinsku i električnu energiju te u tekuća i plinovita goriva koristeći različite termokemijske i biokemijske tehnologije. Teoretski energetske potencijal prostornog drva (industrijsko i ogrjevno drvo) kojeg je moguće iskorištavati za energetske potrebe iznosi oko 2.900 TJ godišnje. Tehnički potencijal ovisit će o učinkovitosti postrojenja za proizvodnju korisne energije (peći, toplane).

Do sada provedena istraživanja ukazuju na relativno veliki potencijal za izgradnju malih hidroelektrana na području LSŽ. Unutar skupine energetske izdašnjih vodotoka provedene su detaljnije analize potencijala te je utvrđen potencijal za izgradnju malih hidroelektrana ukupne instalirane snage oko 15,5 MW i moguće godišnje proizvodnje od 53,14 GWh [5].

## 4.2. Model Mesap PlaNet

U okviru projekta „Javno zagovaranje i praćenje politika vezanih za obnovljive izvore energije“ za 20 županija RH (bez Grada Zagreba) predviđeno je da se za izradu analize koristi simulacijski model Mesap PlaNet za planiranje razvoja OIE u jednoj od 20 analiziranih županija.

EIHP je izradio prognoze potrošnje električne i toplinske energije za razdoblje od 2015. - 2030. godine te model energetskeg sustava LSŽ, koji se temelji na iskorištavanju postojećeg potencijala OIE za zadovoljavanje energetske potreba unutar LSŽ.[5].

MESAP (Modular Energy System Analysis and Planning Environment) je alat za analizu energetskeg sustava, a PlaNet (Planning Network) je linearni mrežni modul za Mesap koji je dizajniran za analizu i simulaciju proizvodnje i potrošnje energije, troškova i utjecaja na okoliš za lokalne, regionalne i globalne energetske sustave. Program je izvorno razvijen od strane Instituta za energetske ekonomije i racionalno korištenje energije (Institute for Energy Economics and the Rational Use of Energy) sveučilišta u Stuttgartu, a danas ga razvija i održava njemačka tvrtka Seven2one Information-systems GmbH.

Mesap PlaNet izračunava bilance energije i emisija za bilo koji referentni energetskeg sustav. Detaljan izračun troškova daje specifične troškove proizvodnje za sve tehnologije u sustavu na temelju anuiteta investicijskih troškova te fiksnih i varijabilnih troškova pogona i održavanja. Model koristi tehnološki orijentiran pristup modeliranju pri čemu su konkurentne tehnologije za opskrbu energijom predstavljene paralelnim procesima. Simulacija se provodi u korisnički određenom vremenskom koraku koji se kreće od jedne minute do više godina, a ukupno vremensko razdoblje simuliranja nije ograničeno.

### 4.3. Potrošnja električne i toplinske energije

Projekcije budućih potreba za energijom EIHP [5] dobio je uz pomoć MAED modela (Model for Analysis of Energy Demand) koji je razvila IAEA (International Atomic Energy Agency), a na temelju provedenih anketa i baza podataka poduzeća koja obavljaju djelatnosti distribucije električne i toplinske energije.

Na temelju dostupnih podataka iz popisa stanovništva od 2011. godine, utvrđen je broj stanovnika i kućanstava u baznoj godini. Dijeljenjem ukupne korisne toplinske energije s ukupnim brojem kućanstava, odnosno stanovnika, utvrdili su se osnovni indikatori potrošnje energije koji pomnoženi s prognoziranom promjenom broja stanovnika odnosno kućanstava (tzv. “driveri”), uz prognozu poboljšanja energetske efikasnosti, daju prognozu potrošnje korisne toplinske energije u budućnosti.

U sektoru usluga se projekcija budućih potreba za energijom dobivena dijeljenjem ukupne korisne toplinske energije bazne godine s ukupnom površinom objekata u sektoru usluga te se taj omjer množi s budućim projekcijama promjene veličine površine objekata u sektoru usluga, uz uvažavanje poboljšanja energetske efikasnosti u razdoblju projekcija.

Za sektor industrije prognoze buduće potrebe za korisnom toplinskom energijom dobivene na sličan način kao kod sektora usluga, s razlikom što se umjesto površina objekata uslužnog sektora koristi bruto domaći proizvod (BDP) industrije. Osim broja stanovnika, na predviđanje potrošnje energije utječu i drugi faktori kao što su grijana površina, broj članova po kućanstvu, životni standard, kvaliteta toplinske izolacije i dr.

EIHP nakon uzimanja u obzir gore navedenih faktora, dobio je prognoziranu finalnu potrošnju energije za sektore kućanstva, usluge i industriju koja je prikazana u tablici 1.[5] i projekcije korisne potrošnje električne energije u sektorima kućanstva (za potrebe grijanja i pripremu potrošne tople vode) i usluge, odnosno za industrijske procese u sektoru industrije koja je prikazana u tablici 2.[5].

Tablica 1. Projekcije finalne potrošnje električne energije u Ličko-senjskoj županiji od 2015. do 2030. godine

[GWh]	<b>2015.</b>	<b>2020.</b>	<b>2025.</b>	<b>2030.</b>
Kućanstva	70,83	87,22	103,89	120,28
Usluge	71,11	77,78	86,67	96,11
Industrija	20,00	28,89	37,50	48,33
<b>UKUPNO</b>	<b>161,94</b>	<b>193,89</b>	<b>228,06</b>	<b>264,72</b>

U sva tri scenarija razvoja OIE pretpostavljena je ista potrošnja električne i toplinske energije.

Tablica 2. Projekcije potrošnje korisne toplinske energije u Ličko-senjskoj županiji od 2015. do 2030. godine

[TJ]	2015.	2020.	2025.	2030.
Kućanstva	1026,18	1279,83	1370,09	1455,36
Grijanje	921,09	1151,23	1233,02	1310,07
Priprema PTV	105,09	128,60	137,06	145,29
Usluge	298,15	324,76	349,90	372,03
Industrija	214,84	257,40	282,16	300,00

#### 4.4. Proizvodnja električne energije

Proizvodnja električne energije iz OIE obuhvaća proizvodnju iz VE, malih hidroelektrana, foto-naponskih sustava, koja kao gorivo koriste drvenu biomasu. U svakom scenariju izračunate su proizvodnje električne energije iz četiri različita oblika OIE za razdoblje od 2015. do 2030. godine. Ukupna proizvodnja električne energije iz OIE uspoređena je s ukupnom predviđenom potrošnjom električne energije za kućanstva, usluge i industriju uvećanom za gubitke prijenosa i distribucije.

#### 4.5. Referentni scenarij

U Referentnom scenariju pretpostavljeno je iskorištenje većine potencijala za izgradnju postrojenja za proizvodnju električne energije iz OIE u LSŽ do 2030. godine. Referentni scenarij se temelji na ciljevima Strategije energetske razvoja RH. Podaci o instaliranim kapacitetima za proizvodnju električne energije iz OIE na području LSŽ od 2015 do 2030 prikazani su u tablici 3.[5].

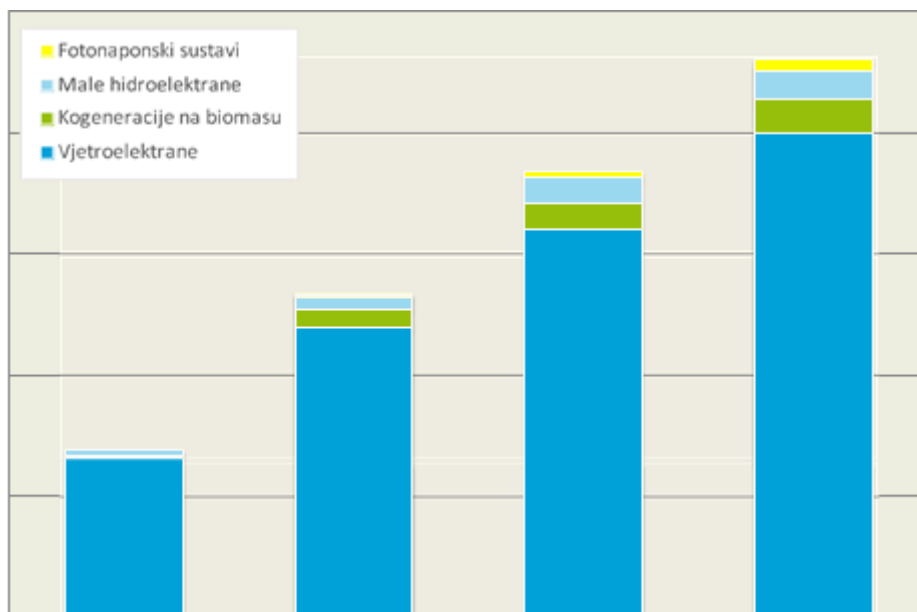


Tablica 3. Instalirani kapaciteti postrojenja za proizvodnju električne energije iz OIE u Ličko-senjskoj županiji od 2015. do 2030. godine

[MW]	2015.	2020.	2025.	2030.
Vjetroelektrane	66	120	160	200
Male hidroelektrane	2,18	5	9,98	12
Fotonaponski sustavi	0,48	1,45	2,89	4,82
Kogeneracija na biomasu	1	7,5	11,5	13,5
<b>Ukupno</b>	<b>69,66</b>	<b>133,95</b>	<b>184,37</b>	<b>230,32</b>

Ukupna instalirana snaga postrojenja za proizvodnju električne energije iz OIE u Referentnom scenariju kreće se od oko 70 MW 2015. godine do oko 230 MW 2030. godine, s dominantnim udjelom VE – čak 95% u ukupnom instaliranom kapacitetu 2015. godine.

U 2030. godini povećavaju se udjeli malih hidroelektra s 3% na 5,2% te kogeneracijskih postrojenja s 1,4% na 6%. Struktura instaliranih kapaciteta za proizvodnju električne energije iz OIE na području LSŽ prikazana je na slici 3. [5].



Slika 3 Struktura instaliranih kapaciteta za proizvodnju električne energije iz OIE u LSŽ od 2015. do 2030. godine [5]

Prema sadašnjem stanju područje Elektrolike Gospić pokriva područja slijedećih Općina/Gradova u LSŽ:

1. područje Općine Brinje
2. područja Grada Otočca
3. područje Općine Vrhovine
4. područje Općine Plitvička jezera
5. područje Grada Senja
6. područje Općine Perušić
7. područje Grada Gospića
8. područje Općine Udbina
9. područje Općine Karlobag
10. područje Grada Novalje
11. područje Općine Donji Lapac
12. područje Općine Lovinac

Osim navedenih 12 područja Općina/Gradova u Ličko-senjskoj županiji, Elektrolika obuhvaća i područje Općine Rakovica (Karlovačka županija) i područje Općine Gračac (Zadarska županija). Podaci o obnovljivim izvorima prikazani su (tablica.4, 5. i 6.) za područje Elektrolike Gospić.

Tablici 4. Sadašnje stanje elektrana koje su na području Elektrolike priključene na prijenosnu (400 kV, 220 kV, 110 kV) ili distribucijsku elektroenergetsku mrežu (35 kV, 20 kV, 10 kV, 0,4 kV):

[MW]	2017 (ukupna instalirana snaga u MW)	2017 (broj elektrana)
Vjetroelektrane	51	2
Male hidroelektrane	0	0
Fotonaponski sustavi	0,07	5
Kogeneracije na biomasu	0,95	1
<b>Ukupno</b>	<b>52,02</b>	<b>8</b>

Tablica 5. Elektrane koje se nalaze u pokusnom radu te se očekuje da će uskoro biti u trajnom pogonu na distribucijskoj mreži:

[MW]	2017 (ukupna instalirana snaga)	2017 (broj elektrana)
Vjetroelektrane	0	0
Male hidroelektrane	0	0
Fotonaponski sustavi	0,02	1
Kogeneracije na biomasu	1	1
<b>Ukupno</b>	<b>1,02</b>	<b>2</b>

Tablica 6. Zbrojene elektrane na području Elektrolike Gospić koje se nalaze u trajnom pogonu ili u pokusnom radu (zbroj prethodnih dviju tablica):

[MW]	2017 (ukupna instalirana snaga)	2017 (broj elektrana)
Vjetroelektrane	51	2
Male hidroelektrane	0	0
Fotonaponski sustavi	0,09	6
Kogeneracije na biomasu	1,95	2
<b>Ukupno</b>	<b>53,04</b>	<b>10</b>

Bruto potrošnja (potrošnja korisnika mreže+gubici) na području Elektrolike Gospić je na razini cca 240 GWh. Proizvodnja iz OIE na području Elektrolike Gospić je na razini od cca 109 GWh, što iznosi oko 45% ukupne potrošnje.

Bruto potrošnja (potrošnja korisnika mreže+gubici) na području LSŽ je na razini cca 220 GWh. Proizvodnja iz OIE na području LSŽ je na razini od cca 87 GWh, što iznosi oko 40% ukupne potrošnje.

Vrlo su neizvjesna buduća priključenja i teško je procijeniti koji će projekti biti realizirani iz više razloga (mijenjanje tarifa i poticaja za OIE, nedovoljno visoka cijena na tržištu električne energije da bi neki projekti bili isplativi, niz poteškoća koje se odnose na ishođenje dozvole za gradnju elektrana od koji se ističu problemi sa u svezi zaštite prirode i rješavanje imovinsko-pravnih poslova).

Trenutno se samo cca 10% projekata realizira od onih koji su započeli pripremu realizacije ili onih koji su zatražili uvjete priključenja na prijenosnu ili distribucijsku elektroenergetsku mrežu. Zato podatke iz dolje navedenih dviju tablica u kojima su prikazani budući projekti za elektrane (tablica 7. i 8.) koje su zatražile i dobile ili prethodnu elektroenergetsku suglasnost (PEES) ili analizu uvjeta priključenja na mrežu treba uzeti sa rezervom.

Tablica 7. Elektrane s izdanim PEES i za koje postoji mogućnost realizacije

[MW]	Izdane PEES i postoji mogućnost realizacije (ukupna snaga)	2017 (broj elektrana)
Vjetroelektrane	30	2
Male hidroelektrane	0,3	2
Fotonaponski sustavi	0,3	10
Kogeneracije na biomasu	6,96	2
<b>Ukupno</b>	<b>37,56</b>	<b>16</b>

Tablica 8. Elektrane s izdanim PEES i za koje postoji manja vjerojatnost realizacije

[MW]	Izdane PEES i manja vjerojatnost realizacije (ukupna snaga)	2017 (broj elektrana)
Vjetroelektrane	120	2
Male hidroelektrane	0	0
Fotonaponski sustavi	0,5	45
Kogeneracije na biomasu	28	9
<b>Ukupno</b>	<b>148,5</b>	<b>56</b>

Slijedi opis pretpostavki Referentnog scenarija za svaki od oblika OIE navedenih u poglavlju 2. ovog Završnog rada korištenih za proizvodnju električne energije na području LSŽ [5]:

#### 4.5.1. Vjetroelektrane

Kako trenutno u Republici ne postoji atlas vjetra s rezolucijom prikladnom za lociranje pozicija vjetroelektrana (VE) kakav imaju većina europskih zemalja, međutim novija istraživanja Državnog Hidrometeorološkog Zavoda (DHMZ) rezultirala su dobiveni model brzine vjetra na 10 i 80 m iznad razine tla, nešto grublje rezolucije od 2x2 km koji može poslužiti u indikativne svrhe.

Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske (Strategija) definirala je ciljeve kojim bi se trebalo instalirati 1.200 MW VE do 2020. godine [8]. Ovim dokumentom nisu definirani regionalni ciljevi pa se za LSŽ u skladu s nacionalnim ciljem, a s obzirom na njenu veličinu i raspoložive resurse, preliminarno procijenio potencijal od 250 MW. Trenutno je u LSŽ izgrađena VE Vrataruša koja je u pogonu od 2010.godine, a nalazi se u blizini grada Senja s 14 vjetragregata ukupne snage 42 MW. Ova VE je u 2012. godini proizvela nešto više od 80 GWh električne energije, odnosno ekvivalentni sati rada na nazivnoj snazi iznosili su 1.988 h.

U Registru projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije (OIEKPP) te povlaštenih proizvođača pri Ministarstvu gospodarstva, poduzetništva i obrta (MINGPO) trenutno su na teritoriju LSŽ četiri projekta VE prikazano u tablici 9.[5].

Tablica 9. Projekti VE prijavljeni u Registar OIEKPP pri MINGPO na području LSŽ

Naziv projekta	Lokacija	Instalirna snaga (MW)	Status u Registru
KompleksVEUdbina	Udbina	120	PEES
Vratarušall	Senj	24	PEES
VELjubovo	Gospić/Udbina	90	
VESenj	Senj	186	
<b>UKUPNO</b>		<b>420</b>	

Iz tablice 9. vidljivo je da na teritoriju LSŽ postoji veliki interes investitora za ulaganjem u VE u odnosu na neke druge županije u RH. Procjena EIHP je da će realizacija ovih projekata biti u velikoj mjeri ograničena razvojem potrebne infrastrukture za integraciju VE u sustav i dostizanjem zadanog cilja na nacionalnoj razini, kao i pripremljenosti i temeljitosti onih koji razvijaju navedene projekte. Za spomenute projekte pokrenuti su administrativni postupci dobivanja potrebnih dozvola i suglasnosti, međutim to ne znači da je razvoj novih projekata na

teritoriju LSŽ ograničen, s obzirom na nove elemente administrativne procedure i njenu vjerojatnu evoluciju u budućnosti [5].

Modeliranje energije vjetra na razini LSŽ sagledano je kroz tri moguća scenarija razvoja. U Referentnom scenariju predviđa se, osim postojeće VE Vrataruša, izgradnja dodatna 24 MW instalirane snage na području LSŽ do kraja 2015. godine. Također do 2020. godine se pretpostavlja da će u nekom dijelu biti realizirani neki od spomenutih projekata navedeni u tablici 4., što bi ukupno značilo izgradnju 120 MW kumulativno instalirane snage iz VE, odnosno 10% nacionalnog cilja propisanog Strategijom. Daljnjim razvojem elektroenergetske mreže do 2025. Procjenjuje se mogućnost izgradnje dodatnih 40 MW, odnosno dodatnih 80 MW do 2030. godine. Ove preliminarne pretpostavke temelje se na dosadašnjoj dinamici izgradnje VE u RH kao i mogućnostima integracije istih sustava. Za točniju procjenu potrebno je provesti sveobuhvatnu analizu koja bi uključivala analizu raspoloživog potencijala kao i stanje, te mogućnosti elektroenergetskog sustava na teritoriju LSŽ, promatranog kao dijela regionalne energetske infrastrukture.

#### **4.5.2. Male hidroelektrane**

Istraživanja potencijala za izgradnju malih hidroelektrana 80-ih godina prošlog stoljeća rezultirala su izradom Katastra malih vodnih snaga [4] u kojem je obrađeno 130 vodotoka u RH.

Tom prilikom s energetskeg stajališta su definirane dvije velike skupine promatranih vodotoka:

- a) Prva skupina - u prvoj skupini su vodotoci sa specifičnom snagom većom od 50 kW/km,
- b) Druga skupina - u drugoj skupini su vodotoci sa skromnijim mogućnostima energetskeg korištenja.

Za vodotoke iz navedene energetskeg izdašnije skupine izvršene su detaljnije analize i definirani potezi korištenja što je rezultiralo procjenom neto energetskeg potencijala.

Kako iznosi u svom radu EIHP - „Potez korištenja” predstavlja geografsku površinu na kojoj su locirani svi infrastrukturni objekti jedne male hidroelektrane odnosno područje koje je označno određuje malu hidroelektranu [5]. Na području LSŽ utvrđen je određeni energetskeg potencijal unutar skupine energetskeg izdašnjih vodotoka. Za te vodotoke su, na temelju detaljnih analiza, definirani potezi korištenja što je rezultiralo procjenom neto energetskeg potencijala i moguće godišnje proizvodnje. U tablici 10. nalaze se podaci o instaliranoj snazi i mogućoj godišnjoj proizvodnji za vodotoke s definiranim potezima korištenja na području LSŽ [5].

Tablica 10. Neto energetska potencijal za vodotoke s definiranim potezima korištenja na području Ličko-senjske županije

Ime vodotoka	Ukupni broj poteza korištenja na vodotoku	Instalirana snaga (kW)	Moguća godišnja proizvodnja (GWh)
Bijela Rijeka	3	163	0,93
Bužimica	2	113	0,33
Crna Rijeka	4	321	1,69
Jadova	26	2,825	7,23
Korana Gornja	39	8,455	32,64
Korenički Potok	7	230	1,15
Lika Gornja	4	210	0,64
Otešica	7	485	1,31
Ričica	11	1,101	2,77
Tisovac	7	1,614	4,45
<b>Ukupno</b>	<b>110</b>	<b>15,508</b>	<b>53,14</b>

Navedeni potencijalni projekti malih hidroelektrana predstavljaju tehničku razinu potencijala odnosno prikazuju tehničke mogućnosti korištenja vodotoka na određenom području koje ne uključuju analizu utjecaja navedenih zahvata na sastavnice okoliša i prirodu, a koja se jednoznačno utvrđuje u postupku procjene utjecaja na okoliš i prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu. Slijedom navedenog, prikazani potencijal predstavlja primarno tehnički, ali ne u potpunosti i ostvarivi potencijal.[5].

U Referentnom scenariju EIHP je iznio da pretpostavlja sa će se do 2030. godine realizirati objekti ukupne instalirane snage 12 MW. Smatra se da će dio poteza korištenja ukupne snage 3,5 MW ostane iskorišten zbog ograničenja zaštite prirodne i kulturne baštine.

EIHP je u Referentnom scenariju navodi da je optimalan redoslijed izgradnje malih hidroelektrana do 2030. godine određen je na temelju moguće proizvodnje i investicijskih troškova. Za svaki od 110 poteza korištenja energije vode postoje podaci o mogućoj instaliranoj snazi i godišnjoj proizvodnji električne energije (Prilog 1) [5]. Investicijski troškovi malih hidroelektrana ovise o efektivnom padu, protoku, geološkim i zemljopisnim značajkama, opremi (turbine, generatori itd.) i građevinskim radovima te o kontinuitetu toka.

Troškovi izgradnje malih hidroelektrana iznose od 1.500 do 4.500 €/kW, ovisno o veličini hidroelektrane. Prema procjenama, u Hrvatskoj ti troškovi mogu iznositi i preko 6.000€/kW za objekte manjih instaliranih snaga. Uz procijenjene investicijske troškove i moguću godišnju proizvodnju na svakom potezu korištenja moguće je odrediti koji potezi imaju najveću moguću proizvodnju električne energije u odnosu na ukupnu investiciju. Na temelju tog kriterija određena je dinamika izgradnje malih hidroelektrana po potezima korištenja do 2030. godine. Najisplativiji potezi korištenja nalaze se na vodotoku Korana Gornja. Do 2015. godine predviđena je realizacija malih hidroelektrana na tri najisplativija poteza korištenja na vodotoku

Korana Gornja ukupne instalirane snage 2,18 MW. Do 2020. godine predviđeno je iskorištenje još 11 poteza korištenja na vodotoku Korana Gornja, što daje ukupni instalirani kapacitet od 5MW. U 2025. godini ukupna instalirana snaga malih hidroelektrana iznosi 9,98 MW, a do kraja promatranog razdoblja predviđena je realizacija hidroelektrana ukupne instalirane snage 12 MW.

### **4.5.3. Fotonaponski sustavi**

Fotonaponski sustav je moguće instalirati na građevine, infrastrukturne objekte, ali i na tlo i to kao centralizirane sustave. Za razliku od lokacija malih hidroelektrana i VE, lokacije za sunčane elektrane nisu definirane u najvećoj mjeri prirodnim potencijalom lokacije, veći nizom drugih utjecajnih parametara. Iz tog razloga nije moguće na jednostavan način definirati lokacije sunčanih elektrana, već je potrebno analizirati prostor iz više različitih gledišta i prema unaprijed definiranim kriterijima pomiriti razne zahtjeve.

Fotonaponski sustavi na građevinama su u pravilu postrojenja malih snaga (do stotinjak kW), a mogu biti instalirani na svakoj građevini ili infrastrukturnom objektu. Prema navedenom praktički znači da bi se tehnički potencijal fotonaponskih sustava na građevinama sastojao od većeg broja relativno malih jedinica.

Strategija je definirala konkretan cilj za fotonaponske sustave, ali je okvirni proračun predstavljen u Zelenoj knjizi energetske strategije, gdje je postavljen indikativni cilj u instaliranoj snazi od 45 MW fotonaponskih sustava u 2020. godini. Uzimajući u obzir tehnološki razvoj i pad cijene fotonaponskih sustava koji se dogodio od usvajanja Strategije, ali i stanje na tržištu i interes nositelja projekata, može se pretpostaviti da će instalirani kapaciteti ipak biti veći, i pretpostaviti da će iznositi oko 150 MW u 2020. godini te da će ukupni instalirani kapacitet u 2030. godini iznositi 500 MW.

Pri procjeni instaliranih kapaciteta fotonaponskih sustava u LSŽ u narednom razdoblju, dva osnovna parametra su se uzela u obzir: odnos broja stanovništva u LSŽ u odnosu na RH te prirodni potencijal Sunčevog zračenja u LSŽ. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine, na području LSŽ živi 51.000 stanovnika, odnosno oko 1,2% stanovništva RH. Prirodni potencijal Sunčevog zračenja na većem dijelu LSŽ iznosi oko 1,25 MWh/m<sup>2</sup>, dok u priobalnom dijelu iznosi oko 1,40 MWh/m<sup>2</sup>, što ipak predstavlja nešto niži potencijal u odnosu na većinu ostalih županija, što će rezultirati i u nižoj proizvodnji električne energije, a samim time i manjoj isplativosti korištenja ovakvih sustava. Zbog toga se može pretpostaviti nešto niži interes nositelja projekata u odnosu na ostale dijelove Hrvatske.

U svojoj analizi EIHP je istakao da je u modelu pretpostavljeno instaliranje fotonaponskih sustava razmjerno broju stanovnika (1,2% od ukupnog broja stanovnika RH) te



smanjenje za korekcijski faktor od 0,8 zbog nižeg prirodnog potencijala. Uz takav proračun, uzimajući u obzir pretpostavljene ukupne kapacitete fotonaponskih sustava od 150 MW u 2020. godini i 500 MW u 2030. godini, pretpostavljena je instalirana snaga od 1,45 MW u 2020. godini, te 4,82 MW u 2030. godini.

#### **4.5.4. Kogeneracije na biomasu**

Strategija uključuje poticanje uporabe biomase za proizvodnju toplinske energije te poticanje elektrana na biomasu s kogeneracijskom proizvodnjom električne i toplinske energije. Prema scenariju pretpostavlja se povećanje energetske učinkovitosti u kućanstvima, uslugama i industriji te prelazak na učinkovitije tehnologije pretvorbe biomase u energiju. Također u Referentnom scenariju EIHP pretpostavlja da će se i nakon 2015. godine većina kućanstva i dalje grijati na ogrjevno drvo, bilo individualnim pećima ili pećima za centralno grijanje, odnosno doći će do zamjene relativno učinkovitih peći znatno učinkovitijima pećima na ogrjevno drvo, te pećima na pelete.

Pretpostavlja se da će dio kućanstava koja se griju na lož ulje i struju preći na grijanje peletima, dugoročno učinkoviti i financijski isplativi energent. U Referentnom scenariju EIHP za uslužni i javni sektor pretpostavlja prelazak određenog broja subjekata s grijanja na ostale energente i to s lož ulja na pelete.

Također se pretpostavlja uz postojeću toplanu u Gospiću instalirane snage 1MW, izgradnja do 2030. godine još jedne toplane i to općinama ili gradovima kontinentalnog dijela LSŽ (Otočac, D. Lapac, Korenica, Udbina), prvenstveno zbog lakše dostupnosti sirovine tj. šumske biomase.

EIHP u svom materijalu navodi [5] da kogeneracija (engl. Combined Heat and Power) podrazumijeva istovremenu proizvodnju električne i toplinske energije u jedinstvenom procesu. Najčešće je slučaj da je proizvodnja električne energije uzeta kao primarni cilj, dok se na toplinu koja nastaje pri tom gleda kao nusproizvod kojeg je poželjno i potrebno iskoristiti. Prema Tarifnom sustavu za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije („Narodne novine“ br. 63/12) za sklapanje ugovora o otkupu električne energije s operatorom tržišta i ostvarenje tarife uvjet je minimalna ukupna godišnja učinkovitost kogeneracijskog postrojenja  $\eta=50\%$  u pretvorbi primarne energije goriva u isporučenu električnu energiju i proizvedenu korisnu toplinu.

U modelu EIHP došao je do pretpostavke da će u nadolazećim godinama doći do povećanja učinkovitosti postrojenja koja će doseći 70% u 2030. godini te da će se do 2030. na području LSŽ realizirati sva postrojenja upisana u Registar OIEKPP, čija ukupna instalirana

snaga iznosi 13,5 MW. Naime Strategija je postavila cilj instalacije kogeneracija na biomasu od 85 MW instalirane snage do 2020. Ukoliko se ostvare projekcije predviđene u Referentnom scenariju ovog modela, s kogeneracijskim postrojenjima instalirane snage 7,5 MW (iz Registra OIEKPP) u 2020. godini, LSŽ može sudjelovati u dostizanju postavljenih ciljeva s oko 9%.[5].

Na slici 4. [14] prikazan je početak radova na izgradnji kogeneracijskog postrojenja – energane u Poslovnoj zoni u Smiljanskom polju na 1,3 ha površine, koji su započeli u kolovozu 2017. godine. Elektrana će proizvoditi električnu i toplinsku energiju, a ukupna vrijednost ovog projekta iznosi 20 milijuna eura.

Za proizvodnju električne i toplinske energije koristit će se isključivo šumska sječka, bez emitiranja štetnih plinova u atmosferu. Struja će se prodavati HEP-u, a toplinsku energiju okolnim gospodarskim subjektima u Poslovnoj zoni. Energana u Gospiću proizvodit će 5 MW instalirane električne snage i zapošljavati od 20 do 30 radnika. Investitor i pokretač cijele priče je češka tvrtka GEEN, zajedno sa svojim slovačkim partnerima, a koja je u energetske sektoru prisutna od 2009. godine te se dosada dokazala izgradnjom brojnih, sličnih postrojenja, sa preko 30 MW instalirane električne snage, dok se zadnjih godina angažirala i kroz izgradnju hidrocentrala. Početak izgradnje energane u Gospiću prikazan je na slici 4. [14].



**Slika 4 Početak izgradnje energane u Gospiću [14]**

#### 4.5.5. Sunčeva energija

Strategija je postavila cilj korištenja sunčanih toplinskih sustava na instaliranih 0,225 m<sup>2</sup> sunčanih kolektora po stanovniku do 2020. godine. Također je postavljen indikativni cilj od 0,563 m<sup>2</sup> sunčanih kolektora po stanovniku do 2030. godine.[8].

EIHP u svom radu navodi da procjena instaliranih kapaciteta sunčanih toplinskih sustava u LSŽ u razdoblju do 2030. godine temelji se na brojkama definiranim u Strategiji, broju stanovnika u LSŽ te prirodnom potencijalu Sunčevog zračenja. Naime, pretpostavljeno je instaliranje sunčanih kolektora prema ciljevima definiranim iz Strategije, uzimajući u obzir korekcijski faktor od 0,8 zbog nižeg prirodnog potencijala Sunčevog zračenja u odnosu na druge županije. Pretpostavljeno je instaliranje oko 9.500 m<sup>2</sup> u 2020. godini te oko 23.800 m<sup>2</sup> u 2030. godini, što je ekvivalentno toplinskoj snazi od oko 6,2 MW u 2020. godini i oko 15,5 MW u 2030. godini.

#### 4.5.6. Rezultati simulacije referentnog scenarija

Podatke koje je dobio EIHP simulacijskim modelom prikazani su u tablici 11. [5], a odnose se na podatke o proizvodnji električne energije. Proizvodnja električne energije iz OIE 2030. godine je čak 3,7 puta veća od proizvodnje 2015. godine. To je prvenstveno posljedica povećanja instaliranih kapaciteta VE čija proizvodnja čini 77% ukupne proizvodnje iz OIE u 2020. godini na području LSŽ. Prema Strategiji očekivana proizvodnja iz VE 2020. godine iznosi 2,64 TWh, što znači da bi prema Referentnom scenariju LSŽ sa svojim VE sudjelovala u toj proizvodnji s 10%. [5]

Tablica 11. Proizvodnja električne energije iz OIE na području Ličko-senjske županije od 2015. do 2030. godine – Referentni scenarij

GWh	2015	2020	2025	2030
Vjetroelektrane	144,54	262,8	350,4	438
Male hidroelektrane	8,49	19,4	37,04	44,06
Fotonaponski sustav	0,53	1,59	3,03	5,06
Kogeneracije na biomasu	7,94	57,9	93,45	111
<b>Ukupno</b>	<b>161,5</b>	<b>341,6</b>	<b>453,92</b>	<b>598,12</b>

U 2015. godini od ukupno instaliranog kapaciteta radi 26,47% dok u idućim godinama dolazi do povećanja proizvodnje električne energije iz OIE, a što je prikazano u slijedećem izračunu:

Ukupno sati u godini:  $24h \cdot 30dana \cdot 12mjeseci + 24h \cdot 6dana = 8760h$

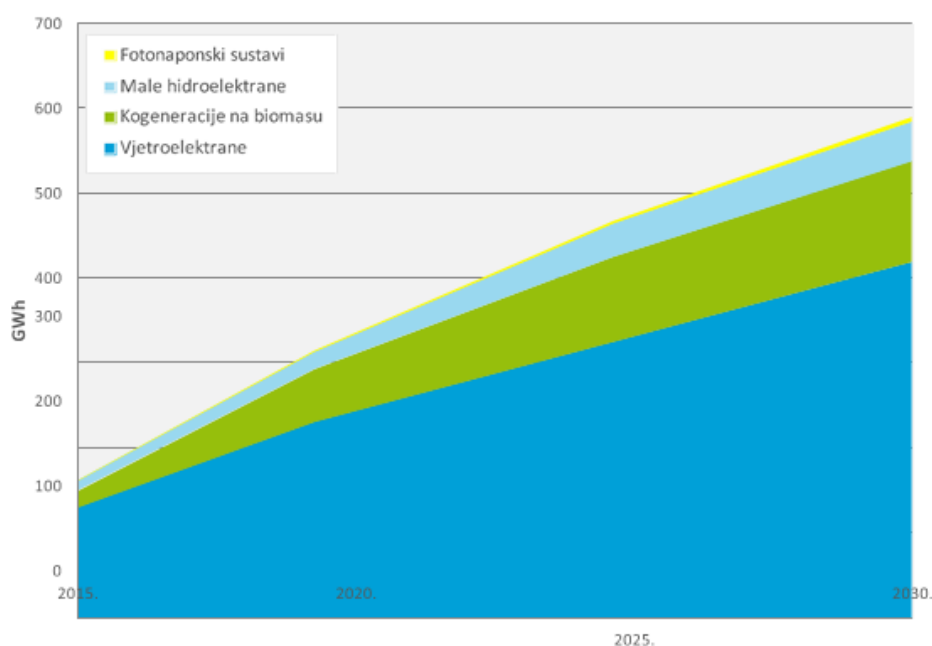
$$\text{U 2015. godini: } \frac{161500MWh}{8760h} = 18.44MW, \frac{18.44MW}{69.66MW} * 100 = \mathbf{26.47\%} \quad (3)$$

$$\text{U 2020. godini: } \frac{341690MWh}{8760h} = 39MW, \frac{39MW}{133.95MW} * 100 = \mathbf{29.12\%} \quad (4)$$

$$\text{U 2025. godini: } \frac{483920MWh}{8760h} = 55.24MW, \frac{55.24MW}{184.37MW} * 100 = \mathbf{29.96\%} \quad (5)$$

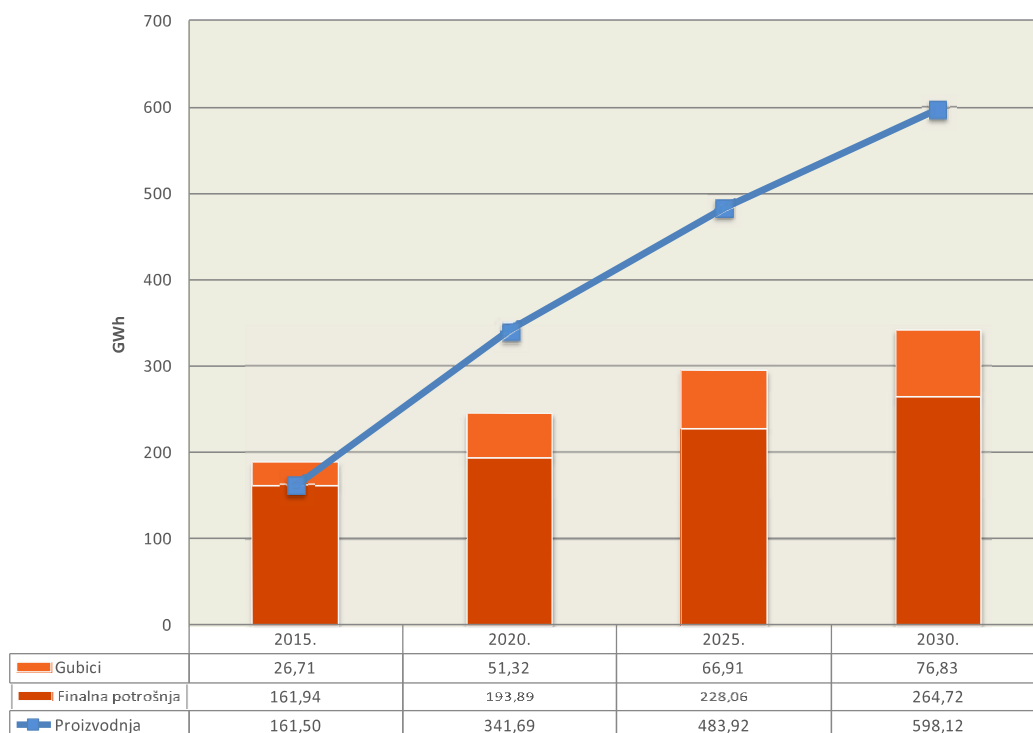
$$\text{U 2030. godini: } \frac{598120MWh}{8760h} = 68.28MW, \frac{18.44MW}{69.66MW} * 100 = \mathbf{29.64\%} \quad (6)$$

EIHP u svojoj analizi iskazao strukturu proizvodnje električne energije iz OIE po različitim tehnologijama na području LSŽ do 2030. godine u Referentnom scenariju prikazana na slici 5. [5].



**Slika 5. Struktura proizvodnje električne energije iz OIE na području LSŽ od 2015. 2030. godine – Referentni scenarij [5]**

Prema podacima EIHP na slici 6. [5] prikazana je proizvodnja električne energije iz OIE i ukupna potrošnja električne energije u LSŽ do 2030. godine u Referentnom scenariju. Ukupnu potrošnju električne energije čine finalna potrošnja električne energije (kućanstva, usluge, industrija) i gubici prijenosa i distribucije. [5].



**Slika 6 Proizvodnja električne energije iz OIE i ukupna potrošnja električne energije u LSŽ do 2030. godine - Referentni scenarij [5]**

Za promatrano razdoblje EIHP je iznio da proizvodnja električne energije iz OIE može zadovoljiti 86% ukupne potrošnje električne energije na području LSŽ 2015. godine. Preostalih 14% podmiruje se iz konvencionalnih izvora energije. Nakon 2015. godine električna energija dobivena iz OIE može u potpunosti zadovoljiti potrebe LSŽ. Na kraju promatranog razdoblja, 57% proizvodnje iz OIE je dovoljno za zadovoljavanje potreba za električnom energijom u LSŽ, s time da je uzeto u obzir da godišnja potrošnja električne energije na području LSŽ iznosi tek oko 1% godišnje potrošnje električne energije u RH.

Također prema analizi EIHP, proizvodnja električne energije iz VE ne mora nužno zadovoljavati potrošnju na području LSŽ budući da se VE priključuju na prijenosnu mrežu. Prema Strategiji ukupna potrošnja električne energije u RH, bez vlastite potrošnje elektrana, iznosit će oko 28 TWh 2020. godine. Teoretski gledano, EIHP iznosi da proizvodnjom iz OIE na području LSŽ prema Referentnom scenariju moglo bi se zadovoljiti oko 1,2% ukupne potrošnje električne energije u RH 2020.godine.

## **4.6. Visoki scenarij**

### **4.6.1. Biomasa**

EIHP u svojoj procjeni navodi da Visoki scenarij pretpostavlja provođenje mjera definiranih Strategijom. U Visokom scenariju pretpostavljeno je uvođenje izrazitih mjera energetske učinkovitosti. U ovom scenariju pretpostavljeno je da će većina kućanstava preći na energetski učinkovitije tehnologije, kao što su učinkovitije individualne peći, peći na pelete, te peći za centralno grijanje na pelete, te da će se u zgradarstvu povećati njihova ukupna energetska učinkovitost. EIHP navodi da ova pretpostavka počiva na pretpostavki porasta kupovne moći stanovnika LSŽ, pogotovo mladih stanovnika koji će stare peći do 2030. zamijeniti pećima na pelete ili pećima za centralno grijanje na pelete. Nadalje, pretpostavlja se povećanje grijanja na pelete u uslužnim objektima koji danas uglavnom koriste ostale oblike energenta za proizvodnju topline. U ovom Visokom scenariju pretpostavlja se izgradnja toplana na biomasu i daljnji razvoj daljinskog grijanja uslužnih objekata i javnih ustanova.

### **4.6.2. Sunčeva energija**

Prema procjeni EIHP u Visokom scenariju pretpostavljeno je povećanje ukupnog instaliranog kapaciteta sunčanih toplinskih sustava za 50% u odnosu na Referentni scenarij, te se dalje procjenjuje da će 2020. godine ukupni instalirani kapacitet sunčanih toplinskih sustava u LSŽ biti 14.310 m<sup>2</sup> što je ekvivalentno toplinskoj snazi od 9,3MW, odnosno 35.806 m<sup>2</sup> 2030.godine što je ekvivalentno toplinskoj snazi od 23,3 MW.

## **4.7. Niski scenarij**

### **4.7.1. Biomasa**

Niski scenarij predstavlja pesimističnu sliku razvoja primjene energije biomase na području LSŽ. Također Niski scenarij pretpostavlja isto kao i Referentni povećanje energetske učinkovitosti u kućanstvima. Prema EIHP kao posljedica sustavnih mjera je znatno niža stopa povećanja energetske učinkovitosti. Pretpostavlja da će se u 2030. godini oko ½ stanovnika LSŽ i dalje se grijati na manje učinkovite peći na ogrjevno drvo. Određeni postotak kućanstava koji je ranije za grijanje koristio neki drugi energent, prijeći će na grijanje na pelete.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS), LSŽ bilježi negativni godišnji prirast stanovništva koji iznosi 447 stanovnika godišnje. Prema tome, pretpostavljen pad u postotku kućanstava koje koriste peći na ogrjevno drvo proizlazi iz smanjenja ukupnog

stanovništva u LSŽ. Niski scenarij pretpostavlja povećanje grijane površine putem peći za centralno grijanje na pelete u uslužnim djelatnostima i javnom sektoru, no udio objekata koji će prijeći na ovakav način grijanja manji je nego u Referentnom scenariju. U LSŽ izgrađena je jedna toplana na biomasu ( u gradu Gospiću) i pretpostavlja se da će postojeća izgrađena toplana na biomasu ostati i jedina toplana na biomasu u Ličko-senjskoj županiji [5].

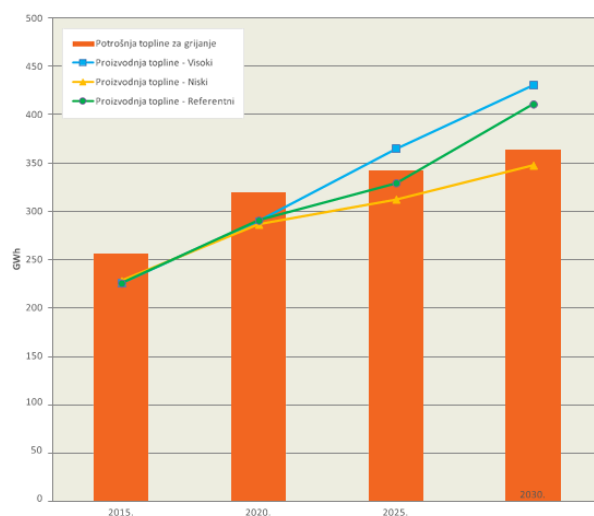
#### **4.7.2. Sunčeva energija**

U Niskom scenariju je pretpostavljeno smanjenje ukupne instalirane snage sunčanih toplinskih sustava za 25% u odnosu na Referentni scenarij. To znači da će 2020. godine ukupni instalirani kapacitet sunčanih toplinskih sustava u LSŽ biti 7.155 m<sup>2</sup> što je ekvivalentno toplinskoj snazi od 4,7 MW, odnosno 17.903 m<sup>2</sup> 2030. godine što je ekvivalentno toplinskoj snazi od 11,6 MW [5].

## 4.8. Rezultati simulacije

U radu EIHP navodi u sva tri scenarija 2015. godinu kao godinu koja proizvodnjom toplinske energije može zadovoljiti oko 89% toplinskih potreba za grijanje u kućanstvima na području LSŽ, što vrijedi i za 2020. godinu. Međutim, nakon 2020. godine, zbog primjene učinkovitijih tehnologija, u Visokom i Referentnom scenariju raste proizvodnja toplinske energije u odnosu na Niski scenarij. U Visokom scenariju očekuje da će većina kućanstava u LSŽ u budućnosti koristiti pelete za grijanje prostora te učinkovitije peći na ogrjevna drva, odnosno očekuje se od 2025. godine da će proizvodnja toplinske energije biti dovoljna za zadovoljenje ukupnih toplinskih potreba za grijanje. Prema EIHP u Referentnom scenariju, proizvodnja toplinske energije će nakon 2025. godine biti veća od potrošnje toplinske energije za grijanje te se ostvaruje ponuda toplinske energije za druge sektore.

Kako je EIHP naveo u Niskom scenariju da se očekuje manja primjena učinkovitih tehnologija te da će se do kraja promatranog razdoblja još uvijek 50% kućanstava grijati na slabo učinkovite peći na ogrjevna drva. Stoga prema Niskom scenariju, proizvodnjom toplinske energije iz biomase moguće je zadovoljiti oko 95% ukupne potrošnje toplinske energije za grijanje kućanstava 2030. godine, što je prikazano na slici 7. [5].



Slika 7 Proizvodnja i potrošnja toplinske energije za grijanje prostora do 2030. godine– sektor kućanstava

Za zagrijavanje potrošne tople vode u kućanstvima se koriste peći za centralno grijanje na ogrjevna drva i na pelete te sunčani toplinski sustavi.

Budući da se u Niskom scenariju očekuje manja primjena centralnog grijanja, proizvodnja toplinske energije za pripremu potrošne tople vode je niža nego u ostalim scenarijima. U ovom scenariju je na kraju promatranog razdoblja proizvodnjom toplinske energije moguće zadovoljiti oko 50% toplinskih potreba za pripremu potrošne tople vode. U



Visokom i Referentnom scenariju je proizvodnja toplinske energije veća te će na kraju promatranog razdoblja u oba scenarija biti moguće pokriti sve toplinske potrebe za pripremu potrošne tople vode. Osim peći za centralno grijanje, za proizvodnju toplinske energije koriste se i sunčani toplinski sustavi. Instalirani kapacitet sunčanih toplinskih sustava u svim scenarijima nalazi se u tablici 12. [5].

Tablica 12. Instalirani kapacitet sunčanih toplinskih sustava u LSŽ do 2030. godine

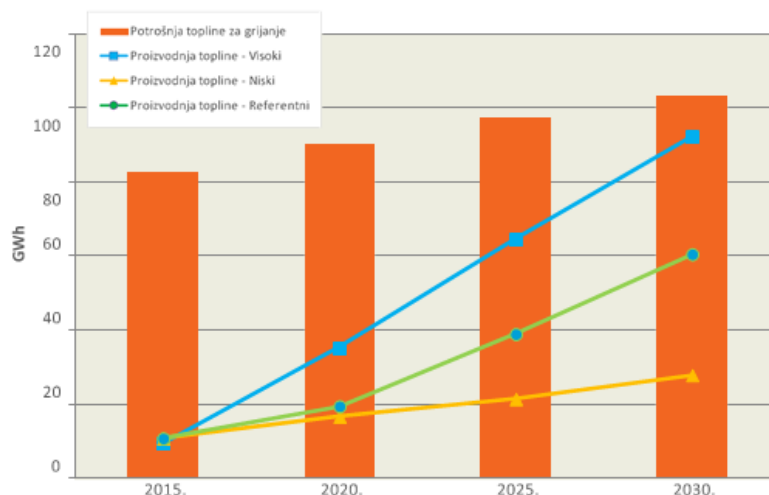
<b>[m<sup>2</sup>]</b>	<b>2015.</b>	<b>2020.</b>	<b>2025.</b>	<b>2030.</b>
Referentni	3.180	9.540	16.706	23.871
Visoki	4.770	14.310	25.058	35.806
Niski	2.385	7.155	12.529	17.903

U tablici 13. [5] nalaze se podaci o proizvodnji toplinske energije iz sunčanih toplinskih sustava u tri različita scenarija. U 2020. godini sunčani toplinski sustavi mogu pokriti 22% ukupnih toplinskih potreba prema Visokom scenariju, 15% prema Referentnom i 11% prema Niskom scenariju. Do 2030. godine će se ti udjeli povećati na 44% u Visokom, 30% u Referentnom i 22% u Niskom scenariju.[5].

Tablica 13. Proizvodnja toplinske energije za pripremu potrošne tople vode iz sunčanih toplinskih sustava

<b>[GWh]</b>	<b>2015.</b>	<b>2020.</b>	<b>2025.</b>	<b>2030.</b>
Referentni	1,75	5,25	8,35	11,94
Visoki	2,62	7,87	12,53	17,9
Niski	1,31	3,94	6,26	8,95

EIHP u svojoj procjeni je prikazao da proizvodnja toplinske energije iz biomase te projekcije potrošnje toplinske energije u sektoru usluga prikazane su na slici 8. [5].



Slika 8 Proizvodnja i potrošnja toplinske energije do 2030. godine – sektor usluga [5]

Najveća proizvodnja toplinske energije iz biomase je u Visokom scenariju, budući da se u tom scenariju očekuje da će do 2030. godine 70% objekata iz sektora usluga koristiti centralno grijanje na pelete.[5].

Prema EIHP u Visokom scenariju se očekuje izgradnja još toplana na biomasu te daljnji razvoj daljinskog grijanja u LSŽ. U Referentnom scenariju će 40% objekata iz sektora usluga na kraju promatranog razdoblja koristiti centralno grijanje na pelete, a očekuje se i izgradnja još jedne toplane na području LSŽ.

U Niskom scenariju je proizvodnja toplinske energije iz tehnologija bio mase najniža. Naime, u tom će scenariju 2030. godine samo 25% objekata iz sektora usluga koristiti sustave centralnog grijanja na pelete. U ovom scenariju neće doći do izgradnje nove toplane u LSŽ. Na kraju promatranog razdoblja, proizvodnjom prema tom scenariju moći će se zadovoljiti oko 90% ukupnih toplinskih potreba u sektoru usluga [5].

#### 4.9. Financijska analiza

Prema podacima navedenim u radu EIHP [5] financijska analiza provedena je za samo za područje proizvodnje električne energije, dok za proizvodnju toplinske energije nisu razmatrani troškovi. U financijskoj analizi opisane su različite tehnologije OIE. Na temelju tih podataka EIHP dobio je ukupne investicijske troškove za svaki scenarij, kao i specifični troškovi proizvodnje za svaku tehnologiju.

#### **4.9.1. Vjetroelektrane**

Prema analizi EIHP investicijski troškovi za VE izgrađene u RH se kreću između 1.300 i 1.500€/kW, što je u skladu s publikacijom Wind energy-The Facts (IEE projekt) [4] koja se smatra najvažnijom referencom za energiju vjetra u svijetu, uzevši u obzir hrvatske posebnosti (vrlo razveden teren). Prema navedenom izvoru oko 76% investicijskog troška otpada na vjetroagregat, oko 9% na priključak, a izgradnju temelja oko 7%.

prosjeku kroz životni vijek od 20 godina troškovi pogona i održavanja postrojenja iznose 1,45c€/kWh [4], dok se fiksni trošak rada vjetroagregata na godišnjoj razini procjenjuje na 25€/kW.

#### **4.9.2. Male hidroelektrane**

Male hidroelektrane imaju velike investicijske troškove, ali dug životni vijek te veliku pouzdanost i raspoloživost. Investicijski troškovi se tipično kreću između 1.500 i 4.500€/kW, ovisno o veličini hidroelektrane. Za manje instalirane snage investicijski troškovi su veći. Prema procjeni investicijskih troškova za male hidroelektrane u RH, iznosi su veći od 4.500€/kW te mogu iznositi i više od 6.000€/kW za manje instalirane snage. S obzirom da pri utvrđivanju poteza korištenja nisu razmatrani investicijski troškovi izgradnje malih hidroelektrana na tim potezima, pretpostavljeni su troškovi o instaliranoj snazi. Instalirane snage poteza korištenja na području LSŽ iznose od 27kW do 1,23MW. [4]

U financijskoj analizi EIHP navodi da se troškovi pogona i održavanja dijele na fiksne i varijabilne troškove. Fiksni troškovi su procijenjeni na 2% iznosa specifičnih investicijskih troškova, a varijabilni troškovi za neke male hidroelektrane u pogonu u RH iznose od 1,3 do 2,5€/MWh. Za model je pretpostavljena prosječna vrijednost varijabilnih troškova od 1.9€/MWh. Životni vijek postrojenja je 30 godina.

#### **4.9.3. Fotonaponski sustavi**

EIHP navodi u analizi da cijene fotonaponskih sustava u zadnjih nekoliko godina su značajno pale, s oko 5.000€/kW u 2007. godini na oko 2.000€/kW u 2012. godini, za male sustave. Također navodi da se očekuje daljnji pad cijena, ali s nešto manjim intenzitetom u odnosu na prethodno razdoblje. Osim cijene opreme za fotonaponski sustav, u investiciju je potrebno uključiti i troškove radova, priključka na elektroenergetsku mrežu, te troškove dokumentacije.

Sukladno tome, pretpostavljena ukupna cijena za fotonaponski sustav, po principu „ključ-u-ruke“, iznosi 2.000€/kW za 2020. godinu, te 1.800€/kW za 2030. godinu. Godišnji fiksni troškovi održavanja fotonaponskih sustava iznose oko 2% ukupne investicije, što daje iznos od 40€/kW godišnje za 2020., odnosno 38€/kW godišnje za 2030. godinu.

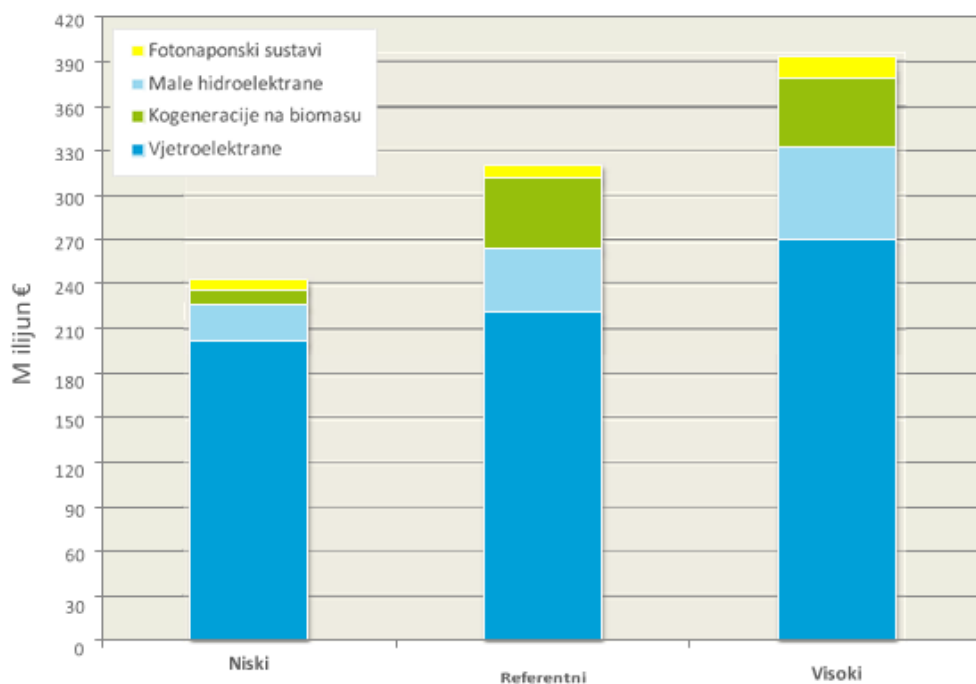
#### **4.9.4. Kogeneracijska postrojenja na biomasu**

Prema procjenama stručnjaka u EIHP kogeneracijska postrojenja na biomasu imaju veće specifične investicijske troškove od VE i fotonaponskih sustava, za model su korišteni investicijski troškovi od 3.800€/kW. Fiksni troškovi pogona i održavanja procijenjeni su na 5% investicijskih troškova, odnosno 190€/kW. Varijabilni troškovi pogona i održavanja se odnose na troškove goriva, u ovom slučaju troškove drvene biomase. Prema cjeniku Hrvatskih šuma d.o.o, cijena sirovine (drvne sječke tvrdih listača, uključujući grab i bukvu) iznosi u prosjeku oko 266 kn/t bez PDV-a. Ta je cijena zadržana u cijelom promatranom razdoblju, u svim scenarijima. Uz ogrjevnu vrijednost od 3,08 MWh/t, varijabilni trošak iznosi 86 kn/MWh, odnosno 11,4€/MWh. Tehnički životni vijek postrojenja je 20 godina.

#### **4.10. Investicijski troškovi**

Prema navodima EIHP u analizi, u svim scenarijima razvoja OIE korišteni su isti specifični investicijski troškovi (€/kW) za iste tehnologije korištenja OIE.

Struktura ukupnih investicijskih troškova po različitim tehnologijama OIE za tri scenarija razvoja (niski, referentni i visoki) OIE prikazana je na slici 9. [5]. Ukupni troškovi odnose se na cijelo razdoblje modeliranja do 2030. godine. S obzirom da je u Visokom scenariju pretpostavljena izgradnja postrojenja OIE s najvećom ukupnom instaliranom snagom, ukupni investicijski troškovi su najveći te iznose 393 milijuna eura.

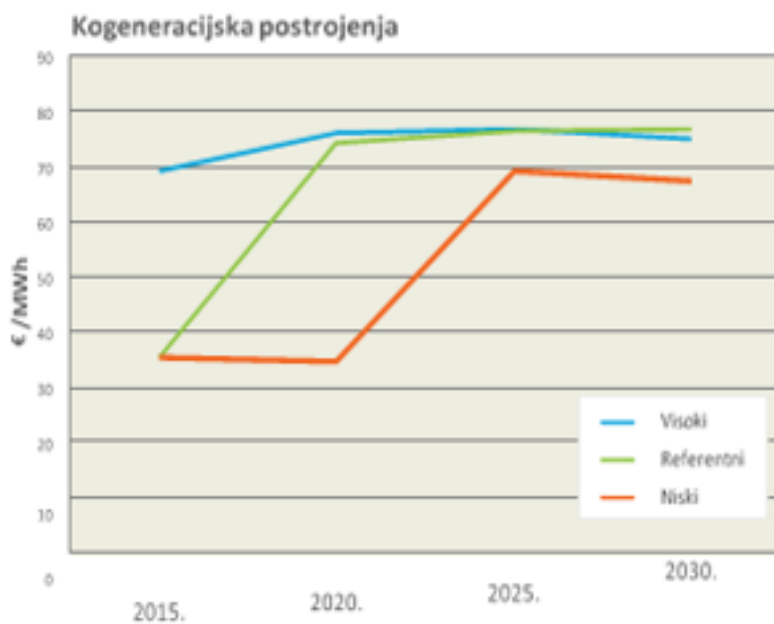


Slika 9 Struktura ukupnih investicijskih troškova po tehnologijama OIE za tri scenarija [5]

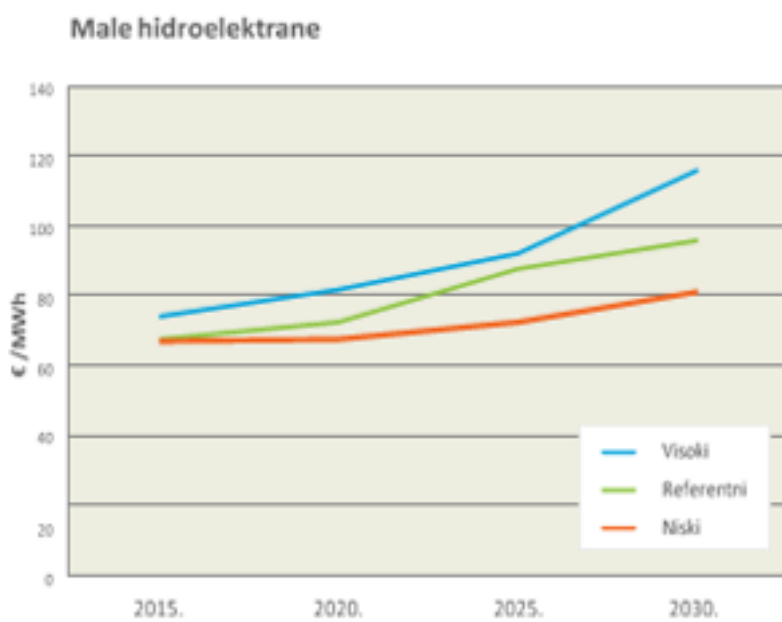
#### 4.11. Specifični troškovi proizvodnje električne energije

Specifični troškovi proizvodnje električne energije računaju se na temelju investicijskih troškova, troškova pogona i održavanja te godišnje proizvodnje električne energije, za svaku tehnologiju OIE posebno [5].

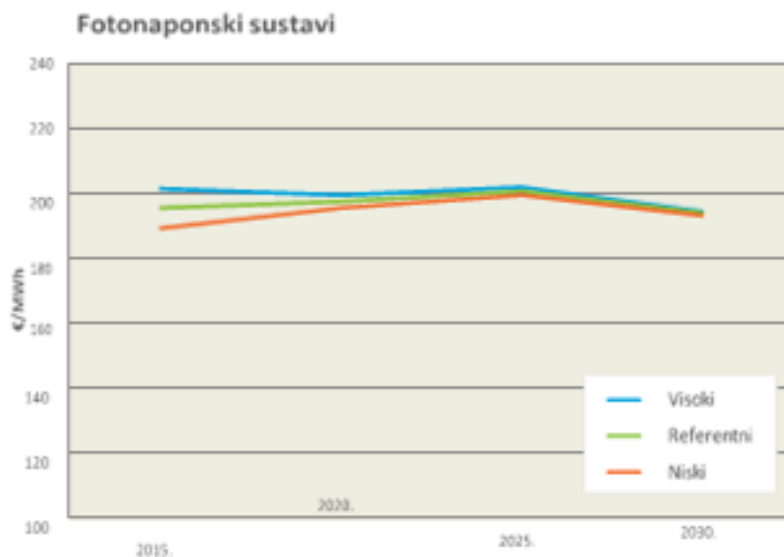
Troškovi proizvodnje električne energije iz različitih tehnologija OIE, za tri različita scenarija prikazani su na slici 10.[5].



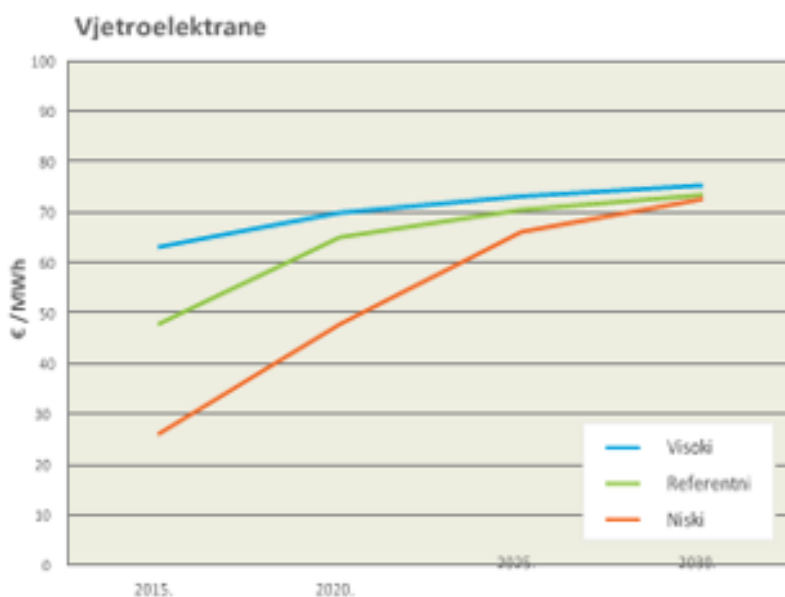
Slika 10 Troškovi proizvodnje električne energije iz kogeneracijskih postrojenja u tri scenarija [5]



Slika 11 Troškovi proizvodnje električne energije iz malih hidroelektrana postrojenja u tri scenarija [5]



Slika 12 Troškovi proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava u tri scenarija [5]

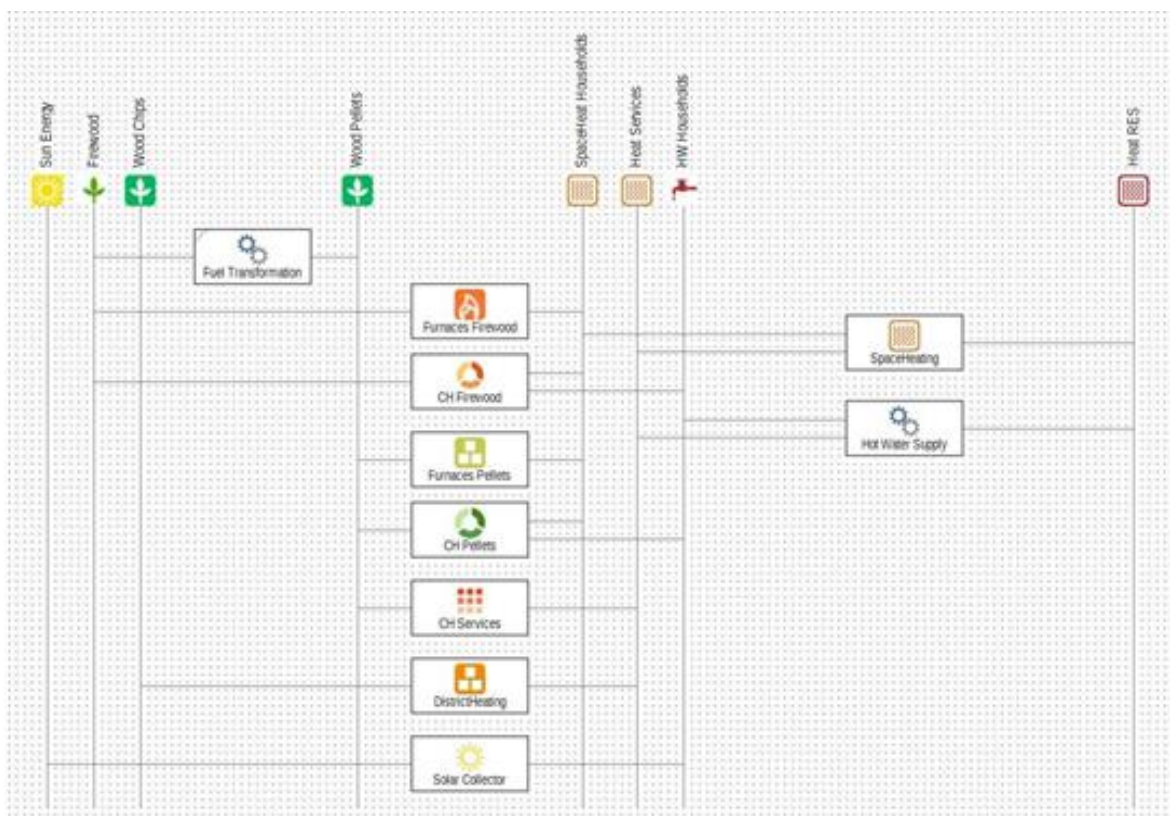


Slika 13 Troškovi proizvodnje električne energije iz vjetroelektrana u tri scenarija [5]

EIHP u svojoj analizi obrazložio da se na slikama 10., 11., 12. i 13. [5] vidi da najveće proizvodne troškove imaju fotonaponski sustavi za koje, u sva tri scenarija, proizvodni trošak iznosi oko 200 €/MWh u cijelom razdoblju. Kod fotonaponskih sustava se snižavaju troškovi proizvodnje zbog očekivanog smanjenja investicija u budućem razdoblju. Proizvodni troškovi VE u sva tri scenarija iznose maksimalno 76 €/MWh. Proizvodni troškovi malih hidroelektrana iznose maksimalno 116 €/MWh u Visokom scenariju, a kogeneracijskih postrojenja maksimalno 78 €/MWh u Referentnom scenariju. Proizvodni trošak je kod kogeneracijskih postrojenja u 2030. godini veći u Referentnom scenariju nego u Visokom, budući da je u Visokom scenariju, uz istu instaliranu snagu kao u Referentnom, veća proizvodnja električne energije.

## 4.12. Proizvodnja toplinske energije

U svom radu EIHP [5] navodi da je za proizvodnju toplinske energije predviđeno je korištenje sunčanih toplinskih sustava i različitih oblika drvne biomase (ogrjevno drvo, drvni ostaci, peleti). Toplina dobivena iz sunčanih toplinskih sustava koristi se za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima. Slika 14. [5] prikazuje shemu sustava za proizvodnju toplinske energije u LSŽ.



Slika 14 Shema proizvodnje toplinske energije [5]

Za dobivanje toplinske energije za zagrijavanje prostora u običnim pećima koristi se ogrjevno drvo te u pećima za centralno grijanje za zagrijavanje prostora i pripremu potrošne tople vode. U spomenutim procesima iskoristi se samo dio ogrjevnog drveta dok se ostatak može posebnim tehnologijama pretvoriti u pelete. Toplinska energija koja se oslobađa nastaje izgaranjem peleta koristi se za zagrijavanje prostora u koliko se radi o običnoj peći na pelete, ili za zagrijavanje prostora i pripremu potrošne tople vode ukoliko se radi o sustavu za centralno grijanje na pelete.



Prema analizi EIHP pretpostavlja se da će se peći na pelete koristiti u kućanstvima, a u uslugama će se primarno koristiti peći za centralno grijanje na pelete. Drvna sječka prvenstveno će se koristiti u sustavu daljinskog grijanja u uslugama, dok će se višak drvne sječke iskoristiti u kogeneracijskim postrojenjima za proizvodnju električne energije.

#### **4.12.1. Korištenje biomase za proizvodnju toplinske energije**

EIHP prilikom analize raspoloživosti sve ukupne biomase za proizvodnju energije u LSŽ, u modelu se fokusirana energiju iz drvne biomase budući da su potencijali ostalih oblika energije iz biomase i njenih derivata procijenjeni zanemarivim. Model ne razmatra biogoriva jer je potencijal proizvodnje biogoriva prve generacije u LSŽ ocijenjen iznimno niskim zbog nepovoljnih klimatskih uvjeta i strukture zemljišta za uzgoj energetskih kultura. Prema statističkim podacima o proizvodnji pojedinih kultura za potrebe proizvodnje biogoriva prve generacije, na području LSŽ, u promatranim godina proizvodnja uljane repice, šećerne repe i soje nije zabilježena, dok su prinosi kukuruza među najnižima u RH.

Zbog slabe proizvodnje biogoriva prve generacije u analizi nije razmatran potencijal proizvodnje biogoriva druge generacije. Biogoriva druge generacije dobivaju se preradom poljoprivrednog i šumskog otpada i procjenjuje se da bi biogoriva ove generacije moga znatno utjecati na smanjenje CO<sub>2</sub>.

U modelu nije analiziran odnosno razmatran potencijal proizvodnje bioplina na području LSŽ jer je nizak, odnosno među najnižima u RH. Općenito stočarstvo je relativno razvijeno osim svinjogojstva i peradarstva koje je na području LSŽ slabo razvijeno te broj grla nije dovoljan da bi se mogla dublje razmatrati proizvodnja bioplina za zadovoljavanje energetskih potreba na području LSŽ. Uzevši u obzir i veličinu farmi, gdje se uglavnom radi o malim poljoprivrednim domaćinstvima na kojima je teško vršiti prikupljanje sirovine (stajskog gnoja). U LSŽ od svih grana stočarstva najrazvijenije je ovčarstvo, ali procjena potencijala proizvodnje bioplina iz gnoja ovaca nije uzeta u obzir zbog toga što se ovce na području LSŽ najveći dio godine drže vani na ispaši, a ne u staji.

U okviru modela analizirana je šumska biomasa kao izvor energije. LSŽ raspolaže sa oko 10% ukupnog dopuštenog godišnjeg etata RH, što znači da LSŽ je relativno bogata drvnim resursom čiji se jedan dio može iskoristiti i u energetske svrhe. Šumska biomasa nastaje pri redovitom gospodarenju šumama koju čine ostaci i otpad te ogrjevno drvo, iz različitim tehnologijama pretvorbe (briketi, peleti) može dobiti električna ili toplinska energija.

Prema podacima statističkog ljetopisa i prema procjeni EIHP [5] dobiven je podatak da je 90% stanovništva LSŽ u 2001. godini kao primarni energent koristilo isključivo ogrjevno drvo, te se pretpostavlja da će se zbog rasta životnog standarda taj udio smanjiti.

Pretpostavlja se da će se ukupna potrošnja toplinske energije povećavati zbog povećanja kvadrature životnog prostora koji će se grijati te se pretpostavlja da će se raspoloživa biomasa koristiti samo unutar potreba LSŽ.

#### **4.12.2. Korištenje sunčeve energije za proizvodnju toplinske energije**

Sunčani toplinski sustavi najčešće se koriste za grijanje potrošne tople vode i kao podrška grijanju, koji se najčešće instaliraju na krovove objekta. Ovi sustavi najčešće se koriste u objektima koji se koriste tijekom cijele godine (kućanstva, bolnice) ali se koriste i u objektima koji se koriste tijekom ljetne sezone (apartmani).

Na razini županija, gradova i općina uglavnom se financijski potiče korištenje sunčanih toplinskih sustava.

## 5. ZAKLJUČAK

OIE su izvori energije koji se dobivaju iz prirode i mogu se obnovljati pa se sve više koriste zbog toga što ne zagađuju okoliš u tolikoj mjeri kao neobnovljivi izvori energije. Najznačajniji obnovljivi izvori energije su: energija vjetra, energija sunca, bioenergija i energija vode.

RH, kao članica EU se obvezala na prihvaćanje europskog klimatsko-energetskog paketa koji podrazumijeva i Direktivu 2009/28/EZ o poticanju uporabe energije iz obnovljivih izvora. Prihvaćanjem direktive, Hrvatska je preuzela obvezu povećanja uporabe energije iz obnovljivih izvora, pri čemu bi u 2020. godini udio energije iz obnovljivih izvora u bruto neposrednoj potrošnji trebao iznositi najmanje 20%, promatrano na razini EU.

U svrhu poticanja razvoja i korištenja obnovljivih izvora energije na razini EU i u RH, izrađeni su programi sufinanciranja nabave takvih sustava od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost te sustav poticanja proizvodnje električne energije putem povlaštenih otkupnih cijena.

OIE imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferu. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu je politika Europske unije i tu politiku prihvatila je i RH. Stoga RH, županije te gradovi i općine trebaju svoju energetske politiku razvijati u skladu sa strateškim dokumentima RH, pa tako i LSŽ.

Temeljem provedene analize razvoja OIE na području LSŽ kroz tri scenarija (referentni, visoki i niski scenarij) može se zaključiti da dostatnost OIE može zadovoljiti energetske potrebe LSŽ, posebno održivo korištenje energije biomase i izgradnja VE, za što postoje i interesi investitora.

Prema procjenama do 2030. godine zadovoljiti će se 50% korištenje energije iz OIE, a do 2050. godine čak 90% korištenja energije iz OIE u LSŽ.

LSŽ razvojem energetske politike u skladu sa strateškim dokumentima RH, Županijska skupština LSŽ kao nadležno tijelo dobit će uvid u stvarne energetske potrebe i probleme na svom području. Na taj način omogućiti će se racionalno gospodarenje energijom te korištenje energetske kapaciteta na području LSŽ.

## 6. LITERATURA

1. Energetska strategija Europske Unije, [Internet], dostupno na: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2050-energy-strategy> [kolovoz 2017.]
2. EU programi i fondovi vezani uz energetska učinkovitost, [Internet], dostupno na: <http://www.mgipu.hr/default.aspx?id=14514> [rujan 2017.]
3. Horvat G. (2015): Obnovljivi izvori energije, Završni rad, [Internet], dostupno na: <http://www.mathos.unios.hr/~mdjunic/uploads/diplomski/HOR32.pdf> [kolovoz 2017.]
4. Katastar malih vodnih snaga u Hrvatskoj, Elektroprojekt inženjering Zagreb (1985)
5. Milković, I., Karadža, N., Bačan, A., Antešević, S., Kulušić, B., Vidović, D.: Planiranje razvoja obnovljivi izvora energije na regionalnoj razini - rezultati proračuna modelom Mesap PlaNet (2013), Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
6. Narodne Novine (2013): Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije, Narodne novine d.d. Zagreb, broj 132. [Internet], dostupno na: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_11\\_132\\_2872.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_11_132_2872.html) [rujan 2017.]
7. Narodne Novine (2012): Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije, Narodne novine d.d. Zagreb, broj 88. [Internet], dostupno na: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_08\\_88\\_2015.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_08_88_2015.html) [rujan 2017.]
8. Narodne Novine (2009): Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske, Narodne novine d.d. Zagreb, broj 130. [Internet], dostupno na: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_10\\_130\\_3192.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html) [rujan 2017.]
9. Šljivac, D., Šimić, Z. (2009.): Obnovljivi izvori energije, [Internet], dostupno na: <http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/OIE%20Tekst.pdf>, [kolovoz 2017.]  
Tufekčić M i Ž (2013): EU politike i fondovi za razdoblje 2014-2020, str.59.
10. Šljivac D; Šimić Z. (2007): Obnovljivi izvori energije s osvrtom na štednju, Elektrotehnički Fakultet Osijek.
11. Šljivac, D. (2005): Osnove energetike i ekologije: Nastavni materijal, Elektrotehnički fakultet Osijek.
12. Tomšić, Ž. (2011): Ciljevi energetske politike EU i energetska efikasnost u Europskoj uniji, [Internet], dostupno na: [https://www.fer.unizg.hr/download/repository/MAPE\\_3\\_2014\\_Skripta\\_EU2014\\_.pdf](https://www.fer.unizg.hr/download/repository/MAPE_3_2014_Skripta_EU2014_.pdf) [kolovoz, 2017.]
13. Tufekčić, M. i Ž. (2013): EU politike i fondovi za razdoblje 2014-2020, str.59.
14. <https://www.gspress.net/>, [preuzeto: 24. 08. 2017.]

15. <http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/OIE%20Uvod%20prezentacija.pdf>, [preuzeto: rujan 2017.],
16. <http://www.izvorienergije.com/energija.html>, [preuzeto: rujan 2017.]
17. <http://www.libertas.hr/za-studente/sto-je-cirkularna-ekonomija-i-kako-utjece-na-novi-svjetski-poredak-i-stvaranje-novih-radnih-mjesta/>, [preuzeto: rujan 2017.]
18. <http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/OIE%20Uvod%20prezentacija.pdf>, [preuzeto, rujan 2017.]
19. <http://www.izvorienergije.com/energija.html>, [preuzeto: rujan 2017.]
20. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unipu%3A1218/datastream/PDF/view>, [preuzeto: kolovoz 2017.]
21. <https://www.hera.hr/hr/html/zakoni.html>, [preuzeto: rujan 2017.]
22. [http://www.eko.zagreb.hr/UserDocsImages/dokumenti/brosure/info\\_brosura.pdf](http://www.eko.zagreb.hr/UserDocsImages/dokumenti/brosure/info_brosura.pdf), [preuzeto: rujan 2017.]

## 7. Popis slika

Slika 1	Cirkularna ekonomija .....	9
Slika 2	Obnovljivi izvori energije .....	11
Slika 3	Struktura instaliranih kapaciteta za proizvodnju električne energije iz OIE u LSŽ od 2015. do 2030. godine .....	26
Slika 4	Početak izgradnje energane u Gospiću .....	35
Slika 5	Struktura proizvodnje električne energije iz OIE na području LSŽ od 2015. 2030. godine – Referentni scenarij .....	37
Slika 6	Proizvodnja električne energije iz OIE i ukupna potrošnja električne energije u LSŽ do 2030. godine - Referentni scenarij .....	38
Slika 7	Proizvodnja i potrošnja toplinske energije za grijanje prostora do 2030. godine– sektor kućanstava .....	41
Slika 8	Proizvodnja i potrošnja toplinske energije do 2030. godine – sektor usluga .....	43
Slika 9	Struktura ukupnih investicijskih troškova po tehnologijama OIE za tri scenarija .....	46
Slika 10	Troškovi proizvodnje električne energije iz različitih postrojenja OIE u tri scenarija .....	48
Slika 11	Troškovi proizvodnje električne energije iz različitih postrojenja OIE u tri scenarija .....	48
Slika 12	Troškovi proizvodnje električne energije iz različitih postrojenja OIE u tri scenarija .....	48
Slika 13	Troškovi proizvodnje električne energije iz različitih postrojenja OIE u tri scenarija .....	48
Slika 14	Shema proizvodnje toplinske energije .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 48

**PRILOG 1. POTEZI KORIŠTENJA ENERGIJE VODE NA PODRUČJU  
LSŽ (KATASTAR MALIH VODNIH SNAGA)[5]**

<b>Potez korištenja</b>	<b>Instalirana snaga[kW]</b>	<b>Mogućna godišnja proizvodnja[GWh]</b>
Bijela Rijeka 2	69	0,41
Bijela Rijeka 3	58	0,32
Bijela Rijeka 4	36	0,2
Bužimica 1	52	0,15
Bužimica 2	61	0,18
Crna Rijeka 1	110	0,6
Crna Rijeka 2	34	0,18
Crna Rijeka 3	50	0,26
Crna Rijeka 4	118	0,65
Jadova 1	61	0,17
Jadova 2	109	0,29
Jadova 3	55	0,14
Jadova 5	150	0,4
Jadova 6	131	0,34
Jadova 7	130	0,33
Jadova 8	110	0,28
Jadova 9	215	0,54
Jadova 10	165	0,43
Jadova 12	72	0,19
Jadova 14	90	0,24
Jadova 15	93	0,24
Jadova 16	102	0,26
Jadova 17	93	0,24
Jadova 19	94	0,24
Jadova 20	137	0,35
Jadova 21	106	0,27
Jadova 22	119	0,3
Jadova 23	108	0,28
Jadova 24	132	0,32
Jadova 25	110	0,27
Jadova 26	110	0,27
Jadova 27	144	0,36
Jadova 28	66	0,17
Jadova 29	67	0,17
Jadova 30	56	0,14
Korana Gornja 1	1230	4,79
Korana Gornja 2	104	0,41
Korana Gornja 3	98	0,37
Korana Gornja 4	124	0,48

<b>Potez korištenja</b>	<b>Instalirana snaga[kW]</b>	<b>Mogućna godišnja proizvodnja[GWh]</b>
Korana Gornja 5	157	0,61
Korana Gornja 6	184	0,71
Korana Gornja 7	171	0,65
Korana Gornja 8	188	0,73
Korana Gornja 9	175	0,67
Korana Gornja 10	440	1,68
Korana Gornja 11	482	1,89
Korana Gornja 12	352	1,33
Korana Gornja 13	380	1,48
Korana Gornja 15	397	1,52
Korana Gornja 16	272	1,06
Korana Gornja 17	308	1,19
Korana Gornja 18	466	1,81
Korana Gornja 19	115	0,45
Korana Gornja 20	118	0,45
Korana Gornja 21	118	0,46
Korana Gornja 22	120	0,46
Korana Gornja 23	168	0,63
Korana Gornja 24	122	0,48
Korana Gornja 25	139	0,52
Korana Gornja 26	139	0,54
Korana Gornja 27	131	0,51
Korana Gornja 28	161	0,62
Korana Gornja 29	136	0,53
Korana Gornja 30	130	0,5
Korana Gornja 31	130	0,51
Korana Gornja 32	123	0,48
Korana Gornja 33	114	0,41
Korana Gornja 34	150	0,57
Korana Gornja 35	72	0,29
Korana Gornja 36	99	0,37
Korana Gornja 37	164	0,64
Korana Gornja 38	130	0,51
Korana Gornja 39	204	0,76
Korana Gornja 41	144	0,57
Korenički Potok 1	36	0,18
Korenički Potok 2	28	0,14
Korenički Potok 3	36	0,18
Korenički Potok 4	35	0,19
Korenički Potok 5	35	0,19
Korenički Potok 7	33	0,15
Korenički Potok 8	27	0,12



<b>Potez korištenja</b>	<b>Instalirana snaga[kW]</b>	<b>Mogućna godišnja proizvodnja[GWh]</b>
Lika Gornja 2	58	0,17
Lika Gornja 3	58	0,18
Lika Gornja 4	44	0,14
Lika Gornja 6	50	0,15
Otešica 1	86	0,24
Otešica 2	56	0,15
Otešica 3	47	0,14
Otešica 5	48	0,12
Otešica 6	54	0,15
Otešica 8	93	0,25
Otešica 9	101	0,26
Ričica 1	320	0,81
Ričica 2	60	0,15
Ričica 3	60	0,16
Ričica 4	62	0,15
Ričica 5	63	0,15
Ričica 6	63	0,16
Ričica 7	77	0,19
Ričica 8	65	0,18
Ričica 9	65	0,17
Ričica 11	145	0,36
Ričica 12	121	0,29
Tisovac 1	389	1,05
Tisovac 2	258	0,71
Tisovac 3	270	0,75
Tisovac 4	190	0,53
Tisovac 5	202	0,55
Tisovac 6	173	0,49
Tisovac 7	132	0,37
<b>Ukupno</b>	<b>15508</b>	<b>53,14</b>

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za elektrotehniku		
PRISTUPNIK	Mario Zdunić	MATIČNI BROJ	0041/336
DATUM	06.09.2017.	KOLEGIJ	Razvod električne energije
NASLOV RADA	Potencijal obnovljivih izvora energije za zadovoljenje energetske potreba unutar Ličko-senjske županije		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	The potential of renewable energy sources to meet the energy needs of Lika-Senj County		
MENTOR	Goran Pakasin	ZVANJE	predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Dunja Srpak, dipl.ing., predavač 2. mr.sc. Goran Pakasin, dipl.ing., predavač 3. mr.sc. Tomislav Sinjeri, dipl.ing., predavač 4. mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing., viši predavač - rezervni član 5. _____		

## Zadatak završnog rada

BROJ	408/EL/2017
OPIS	U završnom radu potrebno je prikazati postojeći i budući elektroenergetski potencijal obnovljivih izvora energije (OIE), njihov utjecaj na elektroenergetski sustav, promjene koje se njihovom pojavom događaju, te koje su prednosti i mane njihove primjene. Proučiti modele na temelju kojih se vrše predviđanja opterećenja pojedinih područja, te navedeno prikazati za Ličko-senjsku županiju (LSŽ) za razdoblje od 2015. do 2030. godine, te istaknuti koji parametri imaju najveći utjecaj. Prikazati elektroenergetski sustav (EES) u LSŽ s naglaskom na OIE. Potrebno je analizirati utjecaj OIE na smanjenje gubitaka električne energije u EES, te financijsku analizu proizvodnje električne energije iz OIE. Provesti analizu potencijala OIE za zadovoljavanje energetske potreba unutar (LSŽ).

ZADATAK URUČEN

8. 09. 2017.



POTPIS MENTORA

*Pakasin*

# SVEUČILIŠTE SJEVER



## IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka doktorskih dizertacija, magistarskih radova, izvora s interneta i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvojenjem tuđeg znanstvenog rada ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorovu radu.

Ja, Mario Zdunić pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada naslovom Potencijal obnovljivih izvora energije za zadovoljavanje energetske potreba unutar Ličko-senjske županije te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student:  
Mario Zdunić

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sustavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Mario Zdunić neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom završnog rada pod naslovom Potencijal obnovljivih izvora energije za zadovoljavanje energetske potreba unutar Ličko-senjske županije čiji sam autor.

Student:  
Mario Zdunić