

Prelazak Hrvatske na 100% obnovljivih izvora energije

**Analiza mogućnosti korištenja
obnovljivih izvora energije
u Republici Hrvatskoj**

Autori:

Edo Jerkić, mag. ing. el.

Leo Jerkić, mag. ing. el.

Zoran Kordić, mag. ing. el.

dr. sc. Ivan Rajšl, mag. ing. el.

mr. sc. Igor Grozdanić, oec., elektrotehn.

Recenzent:

dr. sc. Goran Krajačić

Naručitelj:

Greenpeace in zentral und osteuropa

I. Vrbik 4, 10000 Zagreb

Izvršitelj:



ZELENA
ENERGETSKA
ZADRUGA

Zagreb, studeni 2015.

Popis oznaka i kratica

čl.	članak
DC	engl.direct current, istosmjerna struja
HEP	Hrvatska elektroprivreda d.d.
HEP-ODS	Hrvatski operator distribucijskog sustava
HOPS	Hrvatski operator prijenosnog sustava
HROTE	Hrvatski operator tržišta energije
Hz	herc
kW, MW	kilovat, megavat
kWh, MWh, GWh	kilovatsat, megavatsat, gigavatsat
m, km	metar, kilometar
m ²	metar kvadratni
NN, SN, VN	niskonaponski, srednjonaponski, visokonaponski
OIE	obnovljivi izvori energije
OIEiK	obnovljivi izvori energije i kogeneracije
OPG	obiteljsko malo gospodarstvo
RH	Republika Hrvatska
TS	trafostanica
V, kV	volt, kilovolt
VE	vjetroelektrana
ZOTEE	zakon o tržištu električne energije

Popis slika i tablica

- 13 Tablica 1: Investicijski troškovi u Europskoj Uniji EUR/kW
- 17 Tablica 2: Hidroelektrane u Republici Hrvatskoj
- 26 Tablica 3: Osnovni parametri elektrana kandidata
- 28 Tablica 4: Procjena izravnih radnih mjesta u proizvodnji električne energije
- 32 Tablica 5: Procjena uštede električne energije kampova korištenjem led rasvjete
- 33 Tablica 6: Procjena uštede toplinske energije za pločasti i vakuumski sustav
- 34 Tablica 7: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave
- 35 Tablica 8: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za kampove
- 37 Tablica 9: Procjena uštede električne energije apartmana i soba
- 38 Tablica 10: Procjena proizvodnje toplinske energije za pločasti sustav
- 38 Tablica 11: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave
- 38 Tablica 12: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za apartmane
- 41 Tablica 13: Procjena uštede električne energije apartmana i soba
- 41 Tablica 14: Procjena proizvodnje toplinske energije za sustav
- 42 Tablica 15: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave
- 42 Tablica 16: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za hotele
- 45 Tablica 17: Procjena proizvodnje električne energije iz fotonapona i vjetroelektrana za otoke
- 45 Tablica 18: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za škole i vrtiće
- 46 Tablica 19: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za otoke - scenarij 1
- 46 Tablica 20: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za otoke - scenarij 2
- 48 Tablica 21: Procjena uštede električne energije škola i vrtića
- 48 Tablica 22: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave
- 49 Tablica 23: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za škole i vrtiće
- 52 Tablica 24: Procjena uštede električne energije srednje-velikih kampova
- 52 Tablica 25: Procjena proizvodnje toplinske energije za pločasti sustav
- 53 Tablica 26: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave
- 53 Tablica 27: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za OPG-ove
- 9 Slika 1: Godišnja zaposlenost, investicije i ušteda po sektoru
- 12 Slika 2: Vlasništvo nad obnovljivim izvorima energije u Njemačkoj u 2010.
- 15 Slika 3: Prikaz proizvodnje električne energije i instalirane snage u 2013. godini unutar RH
- 15 Slika 4: Prikaz udjela instalirane snage u 2013. godini unutar RH
- 16 Slika 5: Zaposlenost po sektoru unutar Europske Unije
- 18 Slika 6: Ukupan broj OIE postrojenja u Hrvatskoj u 2015. godini - elektrane u pogonu
- 18 Slika 7: Instalirana snaga po OIE tehnologiji u 2015. godini - elektrane u pogonu
- 19 Slika 8: Ukupan broj OIE postrojenja u Hrvatskoj u 2015. godini - elektrane sa HROTE ugovorom
- 19 Slika 9: Instalirana snaga po OIE tehnologiji u 2015. godini - elektrane sa HROTE ugovorom
- 20 Slika 10: Potencijali obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj u 2020. i 2050. godini
- 24 Slika 11: Instalirana snaga po tipu tehnologije 2050. godine
- 26 Slika 12: Proizvodnja električne energije po OIE tehnologiji u 2050. godini
- 27 Slika 13: Iskorištenost tehničkog potencijala u 2050. godini
- 27 Slika 14: Investicijski troškovi po OIE tehnologiji do 2050. godine
- 39 Slika 15: Godišnji trošak energetskeg sektora
- 30 Slika 16: Radna mjesta u dobavi energije
- 35 Slika 17: Jednostavni povrat investicije za prosječan kamp
- 39 Slika 18: Jednostavni povrat investicije za prosječan apartman
- 43 Slika 19: Jednostavni povrat investicije za prosječan hotel
- 50 Slika 20: Jednostavni povrat investicije za prosječnu školu odnosno vrtić
- 54 Slika 21: Jednostavni povrat investicije za prosječni OPG



Sadržaj

Uvod	7
Sažetak	9
1. Energetska tranzicija	11
1.1. Uvod u energetska tranziciju	11
1.2. Prelazak na 100 posto obnovljiv elektroenergetski sustav	11
1.3. Demokratizacija energetskog sektora	12
1.4. Energetske zadruge i grupno financiranje obnovljivih izvora energije	12
1.5. Trendovi cijena tehnologije obnovljivih izvora energije	13
2. Pregled stanja i mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije (OIE) u Republici Hrvatskoj	15
2.1. Pregled stanja obnovljivih izvora energije	15
2.2. Mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije	19
2.3. Nacionalna politika	20
3. Scenariji 100 posto obnovljiva energija do 2050	23
3.1. 100 posto obnovljiva energija u elektroenergetskom sustavu	23
3.2. Rezultati scenarija 100 posto obnovljiva energija u elektroenergetskom sustavu: energija, investicije, smanjenje emisija CO ₂ i zelena radna mjesta	26
3.3. 100 posto obnovljiva energija u cijelom energetskom sustavu	29
4. Studije slučaja	31
4.1. Sektor turizma	31
4.1.1. Energetski održivi kampovi	31
4.1.2. Energetski održivi apartmani	36
4.1.3. Energetski održivi hoteli	40
4.1.4. Energetski samodostatni otoci	44
4.2. Sektor obrazovanja	47
4.2.1. Energetski samodostatne škole	47
4.3. Sektor poljoprivrede	50
4.3.1. Energetski održivi OPG-ovi	51
5. Preporuke za donosioce odluka za razvoj obnovljivih izvora energije i energetska tranziciju	57
6. Prilog 1: Sunčeva energija factsheet	59



Uvod

Danas se u svijetu, na globalnoj razini događaju velike strukturne promjene tranzicijom s linearnog u cirkularno gospodarstvo što znači da se otvaraju nove prilike u granama gospodarstva koje potiču održivost, dok se u granama koje ne mogu napraviti tranziciju mogućnosti smanjuju.

U energetske sektoru, u Europskoj Uniji, ali i globalno, primjećuje se ubrzani razvoj obnovljivih izvora energije (u daljnjem tekstu OIE) i zelenih tehnologija, dok u području upotrebe fosilnih goriva dolazi do stagnacije ili smanjenja. Između mnogih pokazatelja može se istaknuti:

- u Kini, najvećem svjetskom potrošaču ugljena je u 2015. godini prvi puta došlo do pada potrošnje ugljena u odnosu na prethodnu godinu i to za 8%. Ako se takav trend nastavi to će značiti da je Kina dosegla i prošla vrhunac potrošnje ugljena značajno prije očekivanja jer su projekcije pokazivale kako se to neće dogoditi prije 2020. godine.¹
- od 2013. godine, globalno, svake godine novoinstalirani kapacitet OIE u proizvodnji električne energije veći je od novoinstaliranog kapaciteta u postrojenja koja koriste ugljen, naftu i plin zajedno.²

Greenpeace i Europsko vijeće za obnovljivu energiju (EREC) objavili su 2015. godine izvješće koje pokazuje da će ukupne potrebe za energijom u Europi do 2050. godine biti moguće u potpunosti zadovoljiti iz obnovljivih izvora energije. Izvješće navodi da će ulaganje u zelenu energiju već u kratkoročnom do srednjoročnom razdoblju utjecati na cijene električne energije. To bi moglo uštedjeti milijarde eura³ u troškovima goriva od 2030. i predstavlja neposredna ulaganja u nova radna mjesta i energetske sigurnost. Posebno se očekuje rast zapošljavanja na zelenim radnim mjestima.⁴ Taj scenarij će dati Europi i globalne konkurentske prednosti. Izračuni ukazuju da je zadovoljenje potreba za energijom u Europi u potpunosti moguće korištenjem obnovljivih izvora energije do 2050. godine. Izvješće navodi dvije mogućnosti energetske razvitka, osnovni i napredni scenarij. Oba se temelje na dokazanim, postojećim tehnologijama, i nude široku mješavinu (miks) tehnologija obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti, čime se omogućava diverzifikacija investicijskih rizika i izvora energije.

3 EUR

4 Zeleno radno mjesto definira se kao svaka profesionalna aktivnost koja pomaže u zaštiti okoliša i borbi protiv klimatskih promjena. Prepoznaje se u štednji energije, sirovina i resursa, promicanju obnovljive energije, smanjivanju otpada i zagađenja te zaštiti bioraznolikosti i ekosustava. Razvoj obrazaca održive proizvodnje i potrošnje omogućuje stvaranje sasvim novih radnih mjesta ili pak pretvaranje postojećih radnih mjesta u visokokvalitetna zelena radna mjesta. To je zaista moguće u svim sektorima, duž cijelog vrijednosnog lanca, od istraživanja do proizvodnje, distribucije i održavanja. To je posebno izraženo u novim sektorima visokih tehnologija vezanih uz obnovljivu energiju, u tradicionalnim industrijama kao što su proizvodnja dobara i graditeljstvo, u poljoprivredi i ribarstvu. Zelena su radna mjesta lako ostvariva i u uslužnim sektorima kao što su ugostiteljstvo, turizam i prijevoz, a nove se mogućnosti otvaraju i u području obrazovanja.

1 <http://energydesk.greenpeace.org/2015/05/14/china-coal-consumption-drops-further-carbon-emissions-set-to-fall-by-equivalent-of-uk-total-in-one-year/>

2 <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-14/fossil-fuels-just-lost-the-race-against-renewables>



Sažetak

Energetska tranzicija je danas zahvatila cijeli svijet, te sve manje ovisi o poticajima razvoju tehnologija koje koriste obnovljive izvore energije. Također, tranzicija sve manje ovisi o odlukama velikih energetske kompanija i politike, a sve više o demokratizaciji i uključivanju građana u razvoj projekata u energetici. Kao posljedica događaju se iznimno dinamične promjene na tržištu električne energije koje donose velike prednosti i koristi svim državama koje se proaktivno uključe u takav razvoj.

Ovom studijom se pokazalo da u tehničkom i ekonomskom pogledu nema dugoročne alternative 100% obnovljivom elektroenergetskom sustavu. Studijom nije obuhvaćena ista analiza za prometni i toplinski sektor, ali uslijed sve veće međupovezanosti svih sektora potrošnje energije može se zaključiti da će i ta dva sektora vrlo aktivno sudjelovati u energetske tranziciji.

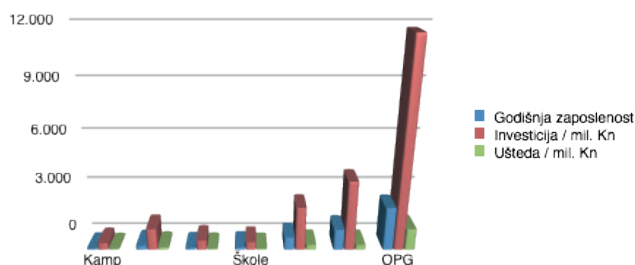
Izradom analize je ustanovljeno da će se u najpovoljnijem 100% scenariju obnovljivih izvora u elektroenergetskom miksu najviše koristiti proizvodnja iz vjetroelektrana, sunčanih elektrana i hidroelektrana, uz korištenje svih ostalih potencijala u drugim OIE. Takav scenarij predviđa i veće korištenje električnih vozila u prometu. Interesantno je primijetiti da se u scenariju predviđa visoki postotak iskorištenja svih tehničkih potencijala vjetroelektrana, elektrana na biomasu, deponijski plin, hidroelektrana i geotermalnih elektrana, ali svega oko 20% elektrana na bioplin i svega 2% fotonaponskih elektrana (skalirano na korištenje svega 2% ukupne površine RH). Dodatno je bitno naglasiti da će, prema projekcijama, fotonapon postati najjeftiniji način proizvodnje električne energije u sljedećih nekoliko godina.

Ovakvom dinamikom razvoja bi se u izgradnji postrojenja do 2050. otvorilo 126.893 čovjek/godina radnih mjesta ili u prosjeku 3.626 radnih mjesta godišnje. U održavanju bi se otvorilo 7096 stal-

nih radnih mjesta. U nova proizvodna postrojenja OIE bilo bi investirano oko 13 milijardi €. Ovi me nisu obuhvaćeni svi popratni poslovi povezani sa energetske tranzicijom, kao što su napredne mreže, električna vozila, biogoriva, vodik, skladištenje energije, itd.

Analiza 100% energetske sustava baziranog na OIE pak pokazuje da bi se procesom tranzicije godišnji uvoz energenata smanjio za 4 do 5 milijardi €, da bi utjecaj na porast BDP-a bio četverostruki u odnosu na porast cijena energetske sustava, i da bi se ostvarilo 65.180 novih radnih mjesta, a čak 192.000 uključivanjem i radnih mjesta za proizvodnju biogoriva.

Osim navedenih zaključaka koji prikazuju sve prednosti energetske tranzicije za razvoj države u studiji su obrađene studije slučaja za pojedine sektore od posebnog interesa za Hrvatsku u kojima se može ostvariti brz i velik pozitivan i multiplikacijski efekt primjenom malih distribuiranih izvora energije.



Slika 1: Godišnja zaposlenost, investicije i ušteda po sektoru

Kao što se vidi na slici 1 u investicijskom pogledu i pogledu zapošljavanja postoji mogućnost velikog razvoja Hrvatske i to posebno u manje razvijenim regijama (otoci, poljoprivredne regije - ponajviše Slavonija) gdje bi se ovim putem otvorio veliki broj radnih mjesta, ali i smanjili troškovi za energiju, te povećala konkurentnost finalnog proizvoda ili usluge. Na razini svih obrađenih sektora bi se kroz duži period na godišnjoj razini samo na fotonaponskim sustavima zaposlilo 3.800 do 4.300 ljudi uz in-

stalaciju manje od 100 MW vjetroelektrana (ili 0 MW ukoliko se izabere drugi scenarij za vjetroelektrane) i instalaciju 1.570 do 1.800 MW fotonaponskih sustava. Dodatno bi se izbjeglo oko 1,8 do 1,9 milijuna tona ekvivalentnih emisija CO₂. Taj uštedeni novac bi se onda mogao iskorištavati i za druge investicije koje bi ostvarile mogućnost otvaranja dodatnih radnih mjesta. Dodatno bi se pri tome povećala konkurentnost i privlačnost navedenih osnovnih djelatnosti, proširila nova znanja i kompetencije za budućnost i stvorile osnove za društveno poduzetništvo i cirkularnu ekonomiju koje polako ulaze u sve strategije razvoja EU kao dugoročna rješenja za razvoj gospodarstva koje u jednakoj mjeri poštuje ekonomske, ekološke i društvene kriterije održivosti projekata.

A sve to se može ostvariti pod tržišnim uvjetima bez direktnih dugoročnih poticaja sektoru, pri čemu jedino treba ostaviti mogućnost jednokratnih poticaja za male sustave snage do 30 kW kako bi se potaknula veća involviranost građana Republike Hrvatske.

Država može pomoći ovome procesu jednostavnim zahvatima u zakonodavnim okvirima koji bi ubrzali reakcije birokracije, stvorili pozitivnu sliku o implementaciji takvih projekata, te stvaranjem pozitivne klime u kojoj bi se omogućio jednostavniji i jeftiniji pristup financijskim sredstvima za provođenje projekata.

No još bitnija poruka je da je energetska tranzicija tehnički moguća, ekonomski opravdana i da je posebno efikasna i korisna kada se u istu kreće sa pozicije omogućavanja i aktiviranja vlastitih investicijskih kapaciteta građana i vlastitih kompetencija u izvođenju i održavanju projekata.

1. Energetska tranzicija

1. 1. Uvod u energetska tranziciju

Vizija energetske tranzicije zasniva se na rješenjima koja imaju trostruki pozitivan učinak — na ekonomiju, društvo i okoliš. Takav učinak se ostvaruje kroz razvoj energetske politike zasnovan na ideji korištenja obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti koja vodi računa o zaštiti okoliša uz istodobno poticanje lokalnog razvoja i lokalnog zapošljavanja. Pri tome je naglasak stavljen na mjere koje predstavljaju tzv. “low hanging fruits”, odnosno imaju veliki potencijal, jednostavno se mogu prenijeti iz drugih sredina gdje su već primijenjene i zasnivaju se na tehnologijama koje je moguće proizvesti “kod kuće” tj. na domaćem tržištu.

Za razliku od tradicionalnog shvaćanja da se razvoj energetske sektora događa kroz razvoj velikih industrija i centralizirane energetske infrastrukture koju predvode velike korporacije poput nacionalnih elektroprivreda i naftnih industrija, iskustva iz zemalja u kojima je postignuta “zelena transformacija” govore upravo suprotno. Razvoj energetske sektora događa se kroz razvoj manjih sustava koji će doprinijeti diversifikaciji lokalnih energetske izvora uz zadržavanje najmanjeg utjecaja na okoliš. Nosioci takvog razvoja su male i srednje tvrtke i pojedinci; on prati njihov razvoj i predstavlja model postizanja energetske samoodrživosti na lokalnom, regionalnom i nacionalnom nivou. Energetska tranzicija ne događa se samo “odozgo prema dolje”, nego prvenstveno “odozdo prema gore”, kombinirajući ta dva pristupa, čime se maksimizira održivi razvoj.

1. 2. Prelazak na 100 posto obnovljiv elektroenergetski sustav

Danske vjetroelektrane su jedan dan sredinom ove godine proizvele dovoljnu količinu energije za cijelu državu. Danska je kao jedna od prvih zemalja u svijetu krajem prošle godine službeno objavila da planira u potpunosti preći na obnovljive izvore energije i u transportu i električnoj i toplinskoj energiji do 2050. godine. Po njihovim planovima će do 2020. godine imati udio od barem 50% električne energije iz obnovljivih izvora energije, do 2024. godine će vjetroelektrane pokrivati barem 60% potreba za električnom energijom, do 2030. godine će u potpunosti ugasiti sve termoelektrane na ugljen, a do 2035. godine bi u pogledu električne energije trebali biti u potpunosti obnovljivi.

Danska unatoč velikom udjelu varijabilnih izvora električne energije nema problema sa nestancima električne energije, i to ponajviše zbog dobrog upravljanja i predviđanja proizvodnje te kvalitetnih interkonekcija sa susjednim državama.

Norveška, s kojom Danska ima i interkonekciju praktički svu električnu energiju dobiva iz hidroelektrana (98%), uz mali udio fosilnih goriva i vjetroelektrana. Oni su uz to i neto izvoznici električne energije.

Uz njih postoji još niz regija u svijetu (ponajviše otoka kao što su Tokelau na jugu Pacifika, španjolski otok El Hierro i Danski otok Samsø)⁵ koji već danas 100% električne energije dobivaju iz vjetroelektrana i solarnih elektrana. Time se pokazuje da uz adekvatno planiranje i pripremu cjelokupnog elektroenergetskog sustava države već danas ili u vrlo kratkom roku mogu svu električnu energiju proizvoditi iz obnovljivih izvora energije.

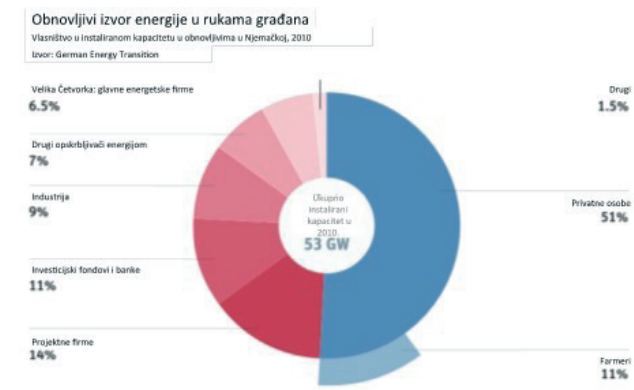
5 <http://ecowatch.com/2015/08/05/islands-renewable-energy/>

Za prelazak Hrvatske na 100% obnovljivu energiju potrebno je provesti niz mjera kojima će se dodatno potaknuti energetska učinkovitost i OIE. Uz elektroenergetski sektor, za ostvarenje cilja važno je riješiti izazove i u potrošnji energije u prometu, te za grijanje i hlađenje za što je važna integracija energetske sustava i korištenje naprednih rješenja.

Zaokret u energetskej politici koji će ojačati ulogu obnovljivih izvora energije te ostvarivanje potpuno obnovljivog energetskeg sektora u 2050. godini može osigurati nezavisnost hrvatskeg energetskeg sustava te u potpunosti ukinuti uvoz energenata i na taj način smanjiti deficit. Ukupno smanjenje deficita vanjskotrgovinske bilance ipak će ovisiti o tome koliki će dio investicije za kupnju opreme i izgradnju postrojenja biti zadovoljen s privrednim subjektima registriranim na području Republike Hrvatske.

1. 3. Demokratizacija energetskeg sektora

Za razliku od elektrana koje koriste fosilna goriva ili nuklearnih elektrana, obnovljivi izvori energije su dostupni lokalnoj zajednici te ona može pokrenuti vlastita ulaganja u izgradnju energetskeg postrojenja. Njemačka energetska tranzicija poznata po nazivu "Energiewende" svoj razvoj temelji upravo na uključivanju građana i lokalne zajednice u vlasničku strukturu nad izgrađenim energetskeim postrojenjima koja koriste obnovljive izvore energije. Stvaranjem decentraliziranih energetskeg sustava u vlasništvu lokalne zajednice tako se podupire razvoj lokalnih ekonomija. Tokovi novca koji su prije odlazili iz lokalne zajednice radi pokrivanja troškova energenata sada se usmjeravaju u lokalnu ekonomiju kroz korištenje obnovljivih izvora energije. To omogućuje stvaranje radnih mjesta, kako na izgradnji tako i na održavanju sustava, ali i na projektiranju, proizvodnji tehnoloških komponenti te popratnim aktivnostima razvoja i korištenja obnovljivih izvora energije.



Slika 2: Vlasništvo nad obnovljivim izvorima energije u Njemačkoj u 2010.

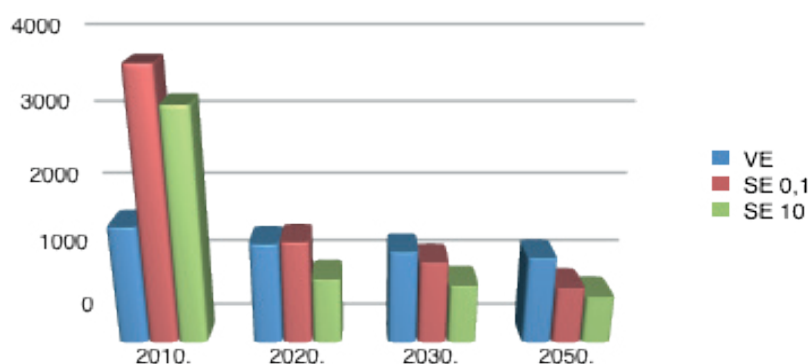
1. 4. Energetske zadruge i grupno financiranje obnovljivih izvora energije

Ideja energetskeg zadruge jest potaknuti građane da sudjeluju u projektima obnovljivih izvora energije, uzevši u obzir da se ulaganje ne ograniči samo na velike uloge, odnosno da uključuje i građane koji su manje financijske moći. Europski primjeri kao što je vjetroelektrana Middelgrunden ukazuju na mogućnost grupnog financiranja projekata koje ostvaruju građani koji ne žive u zajednici gdje se projekt gradi. Lokalna zajednica je u mogućnosti financirati projekt i prodajom udjela putem interneta. Ovaj način financiranja naziva se "crowdfunding". Grupno financiranje ima nekoliko prednosti u odnosu na tradicionalne načine financiranja, od kojih je najznačajnija činjenica kako i mali projekti, kompanije ili organizacije mogu ostvariti značajno financiranje koje na formalan način ne bi mogle kvalitetno osigurati. Još jedna prednost je i mogućnost prikupljanja velike količine financijskeg sredstva u vrlo kratkom vremenu, pa je tako nedavno zabilježen svjetski rekord kada je u samo 13 sati prikupljeno 1,3 milijuna eura i to kada je 1.700 nizozemskih kućanstava kupilo udio u vjetroagregatu kompanije Windcentrale.

1. 5. Trendovi cijena tehnologije obnovljivih izvora energije

Sa svojim razvojem obnovljivi izvori energije postaju sve jeftiniji na svjetskoj razini, te se u budućnosti očekuje daljnji pad cijena koji bi ipak trebao biti sporiji u odnosu na pad cijena do sada s obzirom na sve veću zrelost tih tehnologija. To se posebno odnosi na sunčane fotonaponske sustave koji su doživjeli eksplozivan rast prijašnjih godina čime im je cijena ekstremno pala u vrlo kratkom periodu. Unazad 5 godina je cijena fotonaponskih sustava pala za oko 5 puta, a vjetroelektrana 2 do 2,5 puta. Kod vjetroelektrana pak dolazi do konstantnog pada cijena već duže vrijeme, s tim da nije došlo do tako brzih padova kao kod fotonapona. S obzir na sve bolji razvoj tehnologije u budućnosti se i dalje očekuje pad cijena tehnologija obnovljivih izvora energije pri čemu će on ipak biti usporeniji nego do sada, s tim da će do kraja desetljeća sunčane elektrane postati jeftinije od vjetroelektrana po instaliranom kW.

Podaci u tablici 1 pokazuju troškove za vjetroelektrane, male sunčane elektrane i velike sunčane elektrane prema JRC-EU-TIMES modelu⁶ koji je napravljen za Europsku Uniju i to u zajedničkog istraživačkom centru Europske komisije. Troškovi uključuju specifični investicijski trošak i fiksni trošak održavanja i upravljanja.



Tablica 1: Investicijski troškovi u Europskoj Uniji EUR/kW

6 www.jrc.ec.europa.eu - The JRC-EU-Times model, Assessing the long-term role of the SET Plan Energy technologies

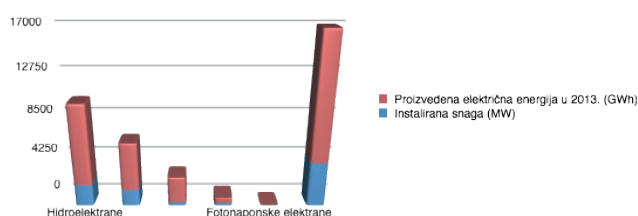


2. Pregled stanja i mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije (OIE) u Republici Hrvatskoj

2. 1. Pregled stanja obnovljivih izvora energije

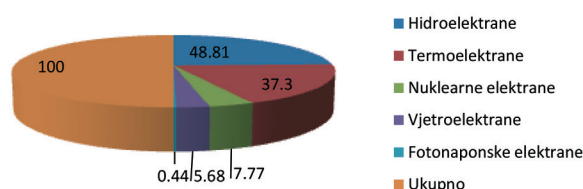
Prema podacima koje na godišnjoj bazi o proizvodnji i potrošnji energije u Republici Hrvatskoj izdaje Energetski institut Hrvoje Požar (zadnje izdanje za 2013. godinu je izašlo početkom ove godine) u Hrvatskoj malo više od 90% instalirane snage elektrana spada pod HEP grupu (ponajviše hidroelektrane i termoelektrane), a ostatak čine industrijske termoelektrane, te elektrane koje koriste obnovljive izvore energije u privatnom vlasništvu.

Ukupna raspoloživa snaga elektrana u sastavu HEP grupe unutar Republike Hrvatske iznosi 3.857,7 MW, odnosno 4.205,7 MW sa polovicom NE Krško d.o.o. Od toga je 348 MW NE Krško, 2.186,58 MW hidroelektrana i 1.671 MW termoelektrana.



Slika 3: Prikaz proizvodnje električne energije i instalirane snage u 2013. godini unutar RH

Udio u instaliranoj snazi elektrana (%)

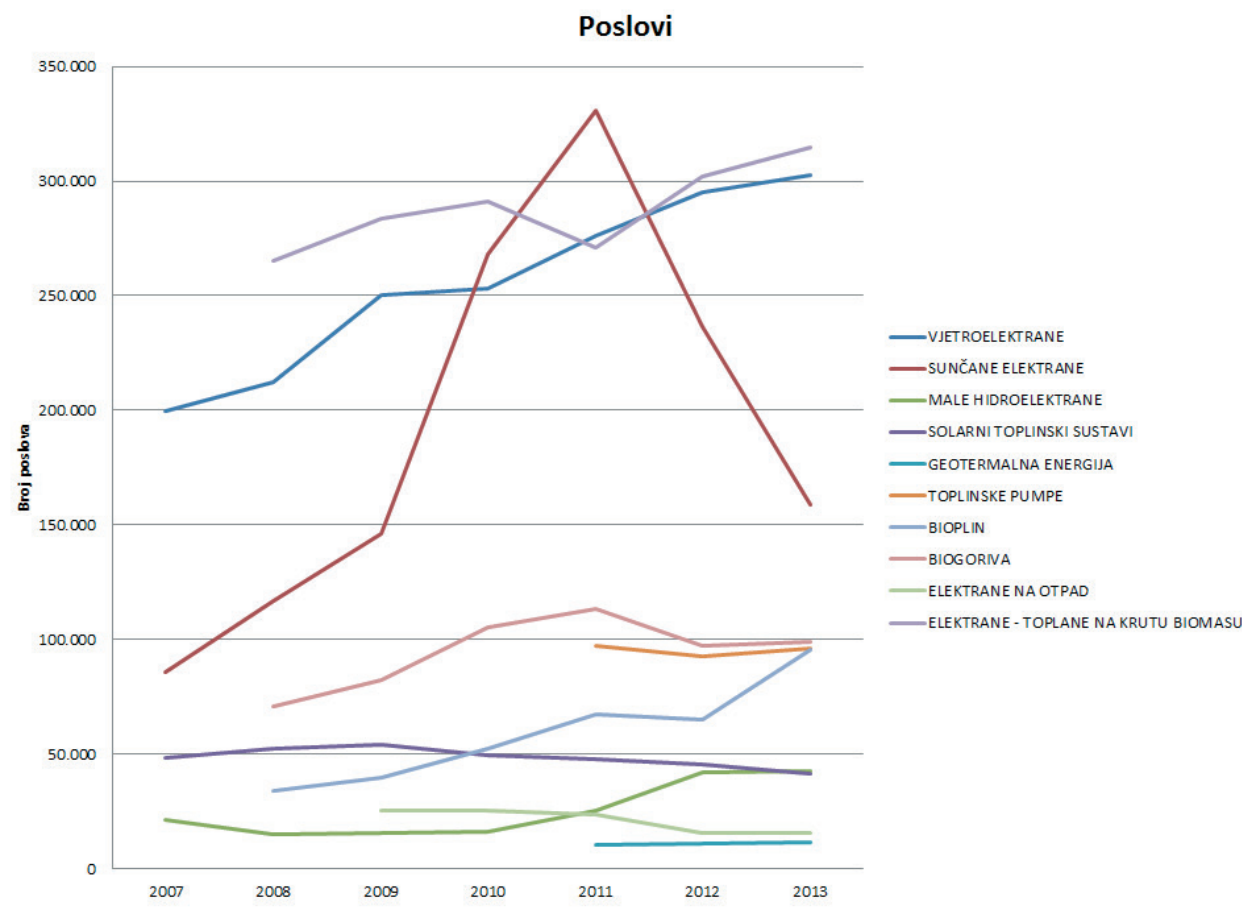


Slika 4: Prikaz udjela instalirane snage u 2013. godini unutar RH

Kao što se uočava iz tablice 1. tijekom 2013. godine je unutar Republike Hrvatske (plus dio proizvodnje iz nuklearne elektrane Krško) proizvedeno 16.052,00 GWh električne energije pri čemu je najviše električne energije proizvedeno iz hidroelektrana, a u korak ih prate termoelektrane i nuklearna elektrana Krško. Proizvodnja iz vjetroelektrana i fotonaponskih elektrana je još relativno mala, ali svake godine raste.

Prema studiji “Energetsko poduzetništvo” u Hrvatskoj autorice Ana-Marie Boromise u Hrvatskoj je u energetskom sektoru zaposleno oko 27.000 ljudi, pri čemu ne postoji službeni pregled koliki udio njih radi u sektoru obnovljivih izvora energije. Taj udio se procjenjuje na do 10% na temelju udjela zelene energije u proizvodnji (10%) i neposrednoj potrošnji (7%). Ukupni broj izravnih zelenih poslova se na temelju tih brojki procjenjuje na oko 4.400 sa 34.000 neizravnih i induciranih poslova. Prema planovima Hrvatske za 2020. godinu se pak procjenjuje da bi u sektoru izravnih poslova moglo biti zaposleno do 7.500 ljudi, pri čemu bi ih većina radila u biomasi, sa manjim udjelom u vjetroelektranama i sunčevim elektranama.

U cijeloj Europi je vidljiva tendencija rasta broja zaposlenih po sektorima, osim sunčevog fotonaponskog sektora gdje je zabilježen pad nakon ogromnog rasta i propasti tržišta na pojedinim tržištima Europe kao što su Italija, Češka i Španjolska. Ukupna zaposlenost u Europi do 2013. godine je prikazana na slici 5.



Slika 5: Zaposlenost po sektoru unutar Europske Unije

Hidroelektrane

Kao što je već navedeno u Republici Hrvatskoj je u pogonu 2.186,58 MW hidroelektrana pri čemu njih 18 spada u veće hidroelektrane. U tablici 2 se nalazi popis svih hidroelektrana u vlasništvu HEP grupe, a osim njih u pogonu je još nekoliko malih hidroelektrana u privatnom vlasništvu.

Ovisno o godini hidroelektrane iz HEP grupe proizvode od 25% do 40% godišnjih potreba za električnom energijom u Republici Hrvatskoj. Tako su recimo 2011. i 2012. godina u Republici Hrvatskoj bile relativno sušne pa je proizvodnja iz hidroelektrana bila mala te je činila samo 25 do 27% potreba za električnom energijom, dok su 2010. i 2013. godina bile iznimno kišne pa su hidroelektrane po-

Hidroelektrane u Republici Hrvatskoj

Akumulacijske hidroelektrane	Instalirana snaga (MW)	Protočne hidroelektrane	Instalirana snaga (MW)
HE Zakučac	522	HE Varaždin	92,5
RHE Velebit	276/(-240)	HE Čakovec	77,44
HE Orlovac	237	HE Dubrava	79,8
HE Senj	216	HE Gojak	55,5
HE Dubrovnik	228	HE Rijeka	36,2
HE Vinodol	90	HE Miljacka	24
HE Kraljevac	46,4	HE Lešće	42,3
HE Peruća	60	Male protočne hidroelektrane	
HE Đale	40,8	HE Jaruga	7,2
HE Sklope	22,5	HE Golubić	6,54
RHE Buško Blato	11,7 (-15)	HE Ozalj	5,5
Male akumulacijske hidroelektrane		HE Krčić	0,3
RHE Fužina	4,6 (-5,7)	Ukupno protočne hidroelektrane	425,26
HE Zavrle	2	Ukupno male hidroelektrane	28,64
RHE Lepenica	0,8 (-1,2)	Ukupno akumulacijske hidroelektrane	1.711,50
HE Zeleni Vir	1,7	Ukupno hidroelektrane	2.186,58

Tablica 2: Hidroelektrane u Republici Hrvatskoj

Najveća hidroelektrana u Republici Hrvatskoj u sustavu HEP grupe je HE Zakučac snage 522 MW (nedavno je renovirana, te joj je time i povećana snaga za četrdesetak MW), dok je najnovija HE Lešće koja je u pogon ušla 2010. godine. To je jedina velika hidroelektrana koja je izgrađena u Hrvatskoj nakon što je postala samostalna država. Hidroelektrana Jaruga je pak najstarija hidroelektrana u Hrvatskoj, te je u svojoj prvoj iteraciji ušla u pogon davne 1895. godine. Hrvatska ima i jednu veliku reverzibilnu hidroelektranu Velebit, te tri male koje osim što mogu proizvoditi električnu energiju mogu tokom noći ili u doba kada je manja potrošnja električne energije pumpati vodu u gornje akumulacijsko jezero, te na taj način pohranjivati energiju i koristiti je kada je potrebna. Većina hidroelektrana u Hrvatskoj su akumulacijske hidroelektrane (1.759,5 MW od ukupno 2.137 MW) koje imaju vlastita akumulacijska jezera, te mogu proizvoditi električnu energiju u doba kada je to najpotrebnije. Osim toga Hrvatska ima i 427 MW protočnih hidroelektrana pri čemu su najveće na rijeci Dravi, a radi se o hidroelektranama bez akumulacijskih jezera ili sa vrlo malim jezerima koja se isprazne kroz nekoliko sati pri radu na nominalnoj snazi. Malih hidroelektrana ima osam sa ukupnom snagom od 28,64 MW.

krile 44 do 46% potreba za električnom energijom Republike Hrvatske.

Prema zadnjim tehničkim procjenama u Hrvatskoj je iskorišteno otprilike 49,2% tehničkog potencijala hidroelektrana. Prosječna je to godišnja proizvodnja od 6.130 GWh, pri čemu se u sušnoj godini proizvede oko 4.500 GWh, dok se u vlažnoj proizvede oko 8.000 GWh, a ukupni potencijal se procjenjuje na 12.450 GWh/godišnje. To bi uključivalo iskorištavanje svih bitnih vodotokova unutar Hrvatske što je naravno problematično iz perspektive zaštite okoliša i financijske isplativosti. Ipak, postoje i projekti hidroelektrana koji bi imali povoljan utjecaj kao što su hidroelektrane na Savi koje bi osim proizvodnje električne energije služile i za regulaciju vodotoka Save (trenutačno na Hrvatskom dijelu Save nema ni jedne hidroelektrane). U skorije vrijeme se pak planira izgradnja HE Omble snage 70 MW, koja trenutačno ima problema sa zaštitom okoliša koji su odgodili početak gradnje, HE Senj 2 snage oko 400 MW, te HE Dubrovnik 2 snage oko 300 MW koja bi se gradila zajednički sa Bosnom i Hercegovinom (pri čemu bi svaka strana upravljala sa po 150 MW snage).

Što se tiče malih hidroelektrana snage do 5 MW, njihov tehnički potencijal u Hrvatskoj se procjenjuje na oko 500 GWh/godišnje. Naravno to bi podrazumijevalo radove na mnogim vodotocima u Hrvatskoj, koji su barem djelomično zaštićeni što znači da bi se morala obratiti posebna pozornost na zaštitu okoliša.

Vjetroelektrane, sunčane elektrane i drugi oblici obnovljivih izvora energije

U obnovljive izvore energije spadaju svi izvori energije čiji su izvori praktički neograničeni te se u razumnom vremenskom razdoblju obnavljaju (ili se uopće ne troše korištenjem), a radi se o vjetru, vodotocima, valovima, plimi i oseci, biomasi, vodik, geotermalnoj energiji i Suncu.

U Hrvatskoj je ozbiljniji razvoj obnovljivih izvora energija (izuzev hidroelektrana) krenuo 2007. godine kada su objavljeni Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora i kogeneracije, Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije i Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije. Time je definiran okvir za razvoj tog sektora prema kojem je uvedena feed-in-tarifa za povlaštene proizvođače električne energije koji istu proizvode iz obnovljivih izvora energije. Cijeli proces je reguliran ugovorom o otkupu električne energije koji se sklapa sa Hrvatskim operaterom tržišta energije d.o.o.

Ulaskom u Europsku Uniju Hrvatska se obvezala na tzv. 20-20-20 ciljeve do 2020. godine. Osim toga je Europska Unija prošle godine postigla okvirni dogovor za 2030. godinu. Trenutačno je Hrvatska na putu ostvarenja cilja i to ponajviše zbog proizvodnje električne energije iz velikih hidroelektrana. Ipak, potrebno je u idućih nekoliko godina dodatno omogućiti i potaknuti izgradnju barem još 400 do 600 MW elektrana koje koriste obnovljive izvore energije kako bi se u potpunosti ispunili postavljeni ciljevi.

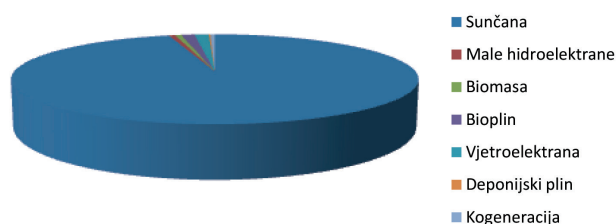
Od 2007. godine do sredine kolovoza ove godine je prema podacima Hrvatskog operatora tržišta energije u pogon ušlo 1.207 postrojenja na obnovljive izvore energije. Radi se o postrojenjima koja imaju ugovor o otkupu električne energije i koja su ušla u pogon. Ukupna instalirana snaga svih postrojenja je skoro 431 MW.

Ukoliko se gleda količina postrojenja, a ne instalirana snaga, uvjerljivo najviše ima sunčanih elektrana i

to ukupno 1.155 (95,69%), a nakon njih slijede vjetroelektrane kojih ima 16, 15 elektrana na bioplin, 7 malih hidroelektrana, 7 elektrana na biomasu, 5 kogeneracijskih postrojenja i 2 elektrane na deponijski plin i plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda. Aktualni popis svih elektrana je dostupan na službenim stranicama HROTE d.o.o., a obnavlja se praktički na tjednoj bazi.

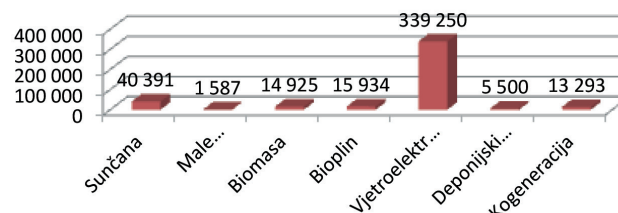
Na popisu sunčanih elektrana u pogonu većinu čine mali sustavi snage do 30 kW, dok većih od 100 kW ima manje od 100. Po tome se uočava da u Hrvatskoj prevladavaju mali sunčani sustavi.

Ukupan broj postrojenja



Slika 6: Ukupan broj OIE postrojenja u Hrvatskoj u 2015. godini - elektrane u pogonu

Instalirana snaga (kw)

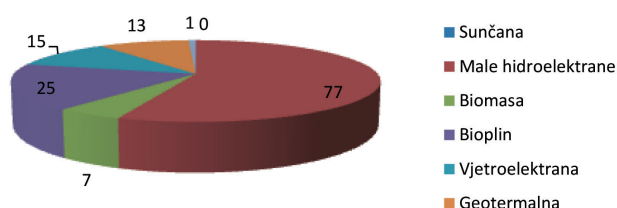


Slika 7: Instalirana snaga po OIE tehnologiji u 2015. godini - elektrane u pogonu

Kada se gleda udio instalirane snage pojedinih obnovljivih izvora, uvjerljivo prednjače vjetroelektrane kojih trenutačno u pogonu ima 16, a čiji je udio instalirane snage 78,74%. To pokazuje da je prosječna veličina jedne vjetroelektrane veća od bilo kojeg drugog obnovljivog izvora energije. Elektrane na biomasu, bioplin, kogeneraciju i deponijski plin imaju prosječnu snagu od jednog do nekoliko MW, hidroelektrane imaju par stotina kW dok vjetroelektrane imaju prosječnu snagu veću od 20 MW. Najveća vjetroelektrana, a ujedno i najveća OIE elektrana (bez hidroelektrana) u Hrvatskoj je VE Danilo koja ima snagu od 43,7 MW.

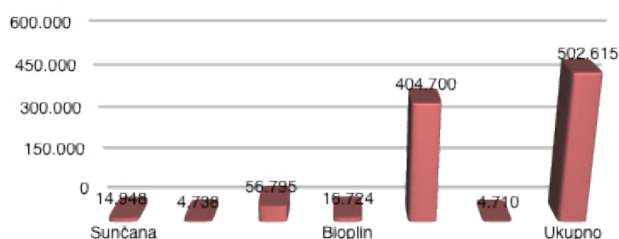
HROTE d.o.o. objavljuje i popis nositelja projekata koji imaju ugovor o otkupu električne energije, a koja još nisu u pogonu i koji pokazuje koje bi elektrane najvjerojatnije trebale biti izgrađene i puštene u pogon tokom idućih nekoliko godina.

Ukupan broj postrojenja



Slika 8: Ukupan broj OIE postrojenja u Hrvatskoj u 2015. godini - elektrane sa HROTE ugovorom

Instalirana snaga (kw)



Slika 9: Instalirana snaga po OIE tehnologiji u 2015. godini - elektrane sa HROTE ugovorom

2. 2. Mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije

Tehnički potencijal obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj je ogroman, pri čemu recimo samo sunčana energija ima dovoljan tehnički potencijal da u potpunosti pokrije potrebe za električnom energijom cijele države. U strategiji energetskog razvoja Hrvatske do 2030. godine se predviđa instalirana snaga vjetroelektrana od 2.000 MW i 250 MW sunčanih elektrana čime je dosta podcijenjen potencijal obnovljivih izvora energije u državi, i to pogotovo sa aspekta sunčanih elektrana. Po instaliranoj snazi fotonapona per capita je Hrvatska prema podacima od prošle godine 22. od svih država u Europskoj Uniji pri čemu su iza nje zemlje sa sjevera Europe i Mađarska koje imaju puno slabiji potencijal za iskorištavanje sunčeve energije.⁷

Prema preliminarnim procjenama koje je napravio Energetski institut Hrvoje Požar (u daljnjem tekstu EIHP), u Hrvatskoj je tehnički potencijal sunčane toplinske energije 630 PJ/g ukoliko se uzme iskoristivost od 600 do 800 kWh po metru kvadratnom zauzetog prostora, dok je za fotonapon 33 PJ/g uz iskoristivost od 950 do 1.400 kWh po kW instaliranu snage. S obzirom da te brojke zvuče prilično apstraktno uzet ćemo u obzir sasvim realnu mogućnost postavljanja sunčanih sustava (za proizvodnju električne energije ili za proizvodnju toplinske energije) na otprilike 2% ukupne površine Republike Hrvatske što bi bilo otprilike 1.130 kilometara kvadratnih. Za sunčane toplinske sustave možemo uzeti prosječnu iskoristivost metra kvadratnog od 700 kWh čime bi došli do ukupne godišnje toplinske proizvodnje od 791.000 GWh/g što uvelike nadmašuje Hrvatske potrebe. Ukoliko za fotonapon pak uzmemo prosječnu vrijednost od 1.100 kWh po kW, pri čemu za jedan kW sustava najčešće treba oko 7 metara kvadratnih bi se na 2% ukupne površine Hrvatske moglo proizvesti 177.500 GWh električne energije godišnje odnosno deset puta više nego što se trenutno troši. Ukupna instalirana snaga takvog sustava bi bila 161.300 MW.

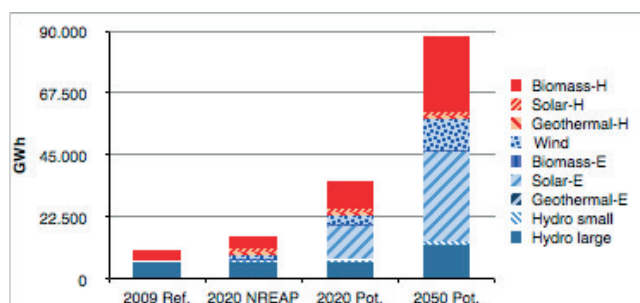
Kod vjetroelektrana se procjenjuje tehnički potencijal od 10.000 GWh/g na kopnu i 12.000 GWh/g na moru. S obzirom da trenutno nema pretjeranog interesa, a ni zakonodavnog okvira za priobalne vjetroelektrane na moru, te na cijenu koja je veća od kopnenih, treba se isključivo fokusirati na kopnene vjetroelektrane. Velika većina tih vjetroelektrana bi se trebala instalirati u primorskom dijelu Hrvatske - Dalmaciji i Dalmatinskoj zagori, Primorju, otocima, Lici i Gorskom kotru, te Istri. U kopnenom dijelu Hrvatske potencijal za vjetroelektrane postoji isključivo na istoku na granici sa Srbijom. Potencijal od 10.000 GWh/g je otprilike 4.500 MW vjetroelektrana. Sa daljnjim razvojem tehnologije, koja omogućuje iskorištavanje energije vjetra i pri nižim brzinama vjetra tehnički i ekonomski potencijal bi kroz godine mogao postati i veći.

Što se tiče ostalih oblika obnovljivih izvora energije, za geotermalnu energiju se procjenjuje potencijal od 50 MW električne energije, odnosno 740 MW toplinske energije za izvore s temperaturom preko 100 stupnjeva celzijevih. Potencijal šumske biomase je iznimno teško procijeniti, a prema nekim studijama se procjenjuje da je moguće iz vlastite

⁷ Podaci dostupni na: <http://www.eurobserv-er.org/>

drvene biomase osigurati dovoljno resursa za nekoliko stotina MW postrojenja, dok bi se za bioplina moglo osigurati 690 MW.⁸

Prema rezultatima europskog projekta BETTER, koji se provodio kroz program Inteligentna Energija Europe, ekonomski potencijal obnovljivih izvora energije za Hrvatsku u proizvodnji električne i toplinske energije se procjenjuje na skoro 90.000 GWh do 2050. godine. Pri tome je posebno veliki potencijal postavljen za sunčane fotonaponske sustave, koji sami čine trećinu ukupnog potencijala. U sektoru toplinske energije najveći potencijal ima biomasa, uz puno manji potencijal sunčeve i geotermalne energije. Slika 9 pokazuje usporedbu potencijala za 2020. i 2050. godinu, te usporedbu sa Nacionalnim akcijskim planom za 2020. godinu Vlade Republike Hrvatske.⁹



Slika 10: Potencijali obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj u 2020. i 2050. godini

2. 3. Nacionalna politika

Republika Hrvatska, kao zemlja pristupnica Europske unije, obvezala se na prihvaćanje europskog klimatsko-energetskog paketa [1] kojim se, između ostalog, propisuje povećanje uporabe obnovljivih izvora energije te donošenje odgovarajućeg zakonodavnog okvira, usklađenog s ciljevima za obnovljive izvore. Dakako, veća uporaba obnovljivih izvora energije nije samo zahtjev koji nam nameće Europska unija, nego je i u našem vlastitom interesu. Na promišljenom razvoju i povećanju uporabe obnovljivih izvora energije moguće je temeljiti uspješan ukupan lokalni i regionalni razvoj, što pokazuju brojni primjeri iz razvijenih zemalja na temelju čijih se iskustava prepoznaju brojne prednosti

uporabe obnovljivih izvora energije. To su veća sigurnost opskrbe i smanjena ovisnost o uvozu nafte, plina, ugljena i konačno električne energije te otpornost na promjene cijena na međunarodnim tržištima energije, otvaranje novih radnih mjesta, mogućnost lokalnog zapošljavanja i ruralnog razvoja te smanjenje neželjenih utjecaja na okoliš, prije svega emisija ugljikovog dioksida.

Prvi koraci u tom smjeru su napravljeni i u Hrvatskoj, gdje je nedavno izglasana Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji koji između ostalog promovira i korištenje tzv. "net-meteringa" kojim se potiče vlastita potrošnja električne energije pri čemu se samo kod viška ili manjka iste predaje ili uzima električna energija iz elektroenergetске mreže. Time se izravno potiče građane države na veću zainteresiranost i sudjelovanje u energetskej politici države.

8 http://info.hazu.hr/upload/file/Mediji_13/L_%20Medarac%20-%20Energetski%20potencijal%20suma%20i%20polj_%20zemljista%20u%20RH_r1.pdf

9 Ministarstva gospodarstva RH (u daljnjem tekstu MINGO)





3. Scenariji 100 posto obnovljiva energija do 2050

U prvom dijelu poglavlja simulirana je mogućnost ostvarenja elektroenergetskog sustava Hrvatske sa 100% udjelom OIE u proizvodnji električne energije. U drugom dijelu poglavlja navedeni su rezultati postojećih istraživanja i analiza mogućnosti ostvarenja 100 udjela obnovljivih izvora energije u energetsom sustavu.

3. 1. 100 posto obnovljiva energija u elektroenergetskom sustavu

Osnovne pretpostavke za simulaciju scenarija 100 posto obnovljiva energija u elektroenergetskom sustavu

U nastavku je detaljno opisan model EES-a Republike Hrvatske¹⁰ u potpuno obnovljivom scenariju i to za godinu 2050. Scenarij predstavlja realnu mogućnost Republike Hrvatske da se priključi Europskim i svjetskim trendovima, te u potpunosti postane energetska neovisna o uvozu ugljena i drugih energenata.

• Tržište električne energije

Jedna od pretpostavki analize je da je vanjsko tržište dostupno, a cijena na njemu iznosi pretpostavljeno 50 EUR/MWh budući da je nemoguće točno predvidjeti satne cijene za toliko dalek vremenski period, kao i razdiobu cijena tijekom dana budući da će se ona zasigurno razlikovati u odnosu na današnje reference koje postoje.

Mogućnost uvoza i izvoza je ograničena kako bi se modeliralo ograničenje prekograničnih prijenosnih kapaciteta. Postavljeno ograničenje uvoza i izvoza iznosi 2500 MW što je ekvivalentni nadomjestak svih trenutnih prijenosnih prekograničnih kapaciteta RH.

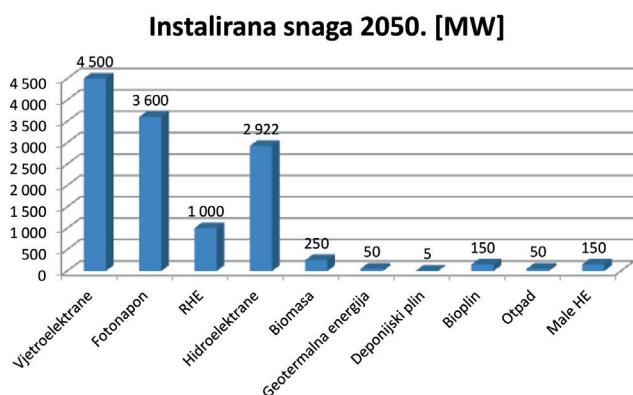
• Predviđeni instalirani kapacitet OIE

Predviđeni porast instaliranog kapaciteta OIE temelji se na ključnim dokumentima kao što su Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske, Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije do 2020. godine i doktorski rad Gorana Krajačića sa Fakulteta strojarstva i brodogradnje iz 2012. pod naslovom Uloga skladištenja energije u planiranju potpuno obnovljivih energetske sustava.

Modelirane su sve trenutno postojeće hidroelektrane u RH kao i hidroelektrane čija se izgradnja očekuje do 2050. godine. Instalirani kapacitet novih hidroelektrana kao i procjene očekivane godišnje proizvodnje EE iz hidroelektrana temelje se na dostupnim podacima Program iskorištenja slobodnog hidropotencijala u Republici Hrvatskoj koji je dostupan na stranicama Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

Temeljem navedene literature u modelu je predviđen rast instaliranog kapaciteta OIE prema tehnologijama prikazan na slici 11. Između navedenih godina rast je pretpostavljeno linearan.

10 Elektroenergetski sustav Republike Hrvatske



Slika 11: Instalirana snaga po tipu tehnologije 2050. godine

U pogledu proizvodnje električne energije iz energije vjetera, vjetroelektrane u RH se dijele na tri područja s pripadajućim faktorom iskorištenja (capacity factor). Sve tri regije se odnose na priobalni dio Hrvatske, s obzirom da je potencijal vjetera u kontinentalnom području Hrvatske mali, te se tamo ne očekuje značajna gradnja vjetroelektrana. Predviđen je jednaki razvoj sve tri regije, tako da je za svaku određeno 1.500 MW instalirane snage.

U pogledu proizvodnje električne energije korištenjem fotonaponskih sustava u RH se također razlikuju tri područja s pripadajućim faktorom iskorištenja (capacity factor). U ovom slučaju se podjela provodila na kopneni dio, sjeverni Jadran i južni Jadran. Instalirana snaga svakog područja je 1.200 MW.

Iako se prema većini trenutačnih studija u svijetu očekuje veća instalirana snaga sunčevih elektrana u odnosu na vjetroelektrane do 2050., u Hrvatskoj se zbog trenutačno relativno velike razlike između instalirane snage vjetroelektrana i sunčevih elektrana, te očekivane još veće razlike u bliskoj budućnosti pretpostavlja da će instalirana snaga vjetroelektrana ostati veća nego sunčevih elektrana uz brži razvoj sunčevih elektrana u budućnosti.

• Modeliranje potrošnje električne energije

Oblik godišnje krivulje potrošnje električne energije sa satnim podacima temelji se na dostupnim stvarnim podacima opterećenja hrvatskog elektroenergetskog sustava. Temeljem tog referentnog oblika i predviđene potrošnje električne energije u 2050. kreirana je nova krivulja potrošnje. Pretpostavljeno je da je rast vršnog opterećenja u direktnoj korelaciji s rastom potrošnje električne energije.

U analizi je potrošnja električnih automobila pretpostavljeno značajna. Za 60% potrošnje električnih automobila pretpostavljeno je da se događa u noćnim satima (mjere koje utječu na izjednačenje dnevnog dijagrama potrošnje električne energije). Pretpostavljeno je da se tih 60% potrošnje električne energije električnih automobila događa tijekom punih 8 sati.

Opterećenje sustava u modelu je postavljeno unutar klase regija. Programski alat omogućava kreiranje više međusobno povezanih regija s definiranim opterećenjem svake od njih. U ovom modelu definirana je samo jedna regija (Hrvatska), dok je mogućnost trgovanja i razmjene energije sa susjednim sustavima do 2020. godine omogućena kreiranjem objekta klase tržišta. Unutar regije kreirano je nekoliko zona s pripadajućim čvorištima.

• Model elektroenergetskog sustava

U modelu elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske modelirane su slijedeće vrste elektrana:

- Hidroelektrane,
- Reverzibilne hidroelektrane,
- Vjetroelektrane (pomoću tri regije kako je ranije opisano u tekstu),
- Fotonaponske elektrane (pomoću tri regije kako je ranije opisano u tekstu) i
- Ostali OIE (biomasa, biopljin, MAHE, geotermalne elektrane te elektrane na otpad i depnionjski plin)

Za svaku elektranu postavljene su vrijednosti sljedećih osnovnih parametara:

- tehnički minimum elektrane (MW),
- maksimalna snaga na generatoru (MW),
- fiksni troškovi pogona i održavanja (€/kW/god),
- varijabilni troškovi pogona i održavanja (€/MWh),
- maksimalna brzina podizanja snage (MW/min),
- maksimalna brzina spuštanja snage (MW/min),
- trošak podizanja snage (€/MW),
- trošak spuštanja snage (€/MW),
- trošak pokretanja (€),
- vrijeme pokretanja (h) i dr.
- podaci o planiranim održavanjima,
- podaci o neplaniranim popravcima,

Ovisno o tehnologiji elektrane za pojedine proizvodne objekte postavljene su vrijednosti nekih od sljedećih parametara:

- maksimalni faktor korištenja (%),
- snaga pumpe (MW),
- učinkovitost pumpe (%),
- fiksno opterećenje (MW) i dr.

Za sve elektrane su unešeni oni stvarni podaci koji su bili dostupni. Ostali podaci su pretpostavljeni i procjenjeni.

• **Osnovni investicijski parametri**

U modelu je omogućena izgradnja elektrana kandidata s karakteristikama navedenim u tablici ispod. Parametri troškova su napravljeni na osnovu već spomenutog JRC-EU-TIME modela, modificiranog za tržište Hrvatske.

Tip	Snaga [MWe/MWt]	Trošak izgradnje [kn/kW] do 2030. g.	Trošak izgradnje [kn/kW] do 2040. g.	Trošak izgradnje [kn/kW] do 2050. g.	Tehn. vijek [god.]	Ekon. vijek [god.]
VE	10	9880	9120	8740	25	15
SE 0,1 MW	0,1	10640	8626	7220	30	15
SE 10 MW	10	6840	6080	5510	30	20

Tablica 3: Osnovni parametri elektrana kandidata

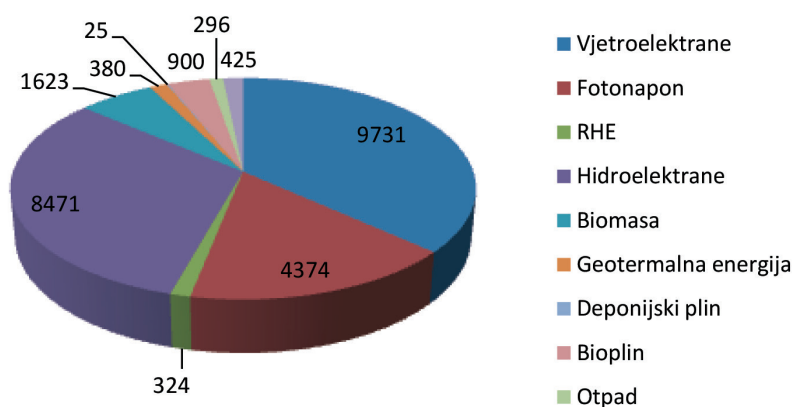
3. 2. Rezultati scenarija 100 posto obnovljiva energija u elektroenergetskom sustavu: energija, investicije, smanjenje emisija CO₂ i zelena radna mjesta

Energija iz obnovljivih izvora

Proračunom napravljenim u modelu dobivena je sljedeća godišnja proizvodnja električne energije po OIE tehnologiji. Ukupna godišnja potrošnja električne energije na razini Hrvatske u 2050. godini je procijenjena na oko 21.000 GWh, odnosno 21 TWh.

U pogledu tržišta električne energije, na godišnjoj razini se očekuje kupovina 2.142 GWh električne energije uz prodaju 7.288 GWh što znači da bi bili u godišnjem plusu od 5.146 GWh.

Proizvodnja el. energije / GWh



Slika 12: Proizvodnja električne energije po OIE tehnologiji u 2050. godini

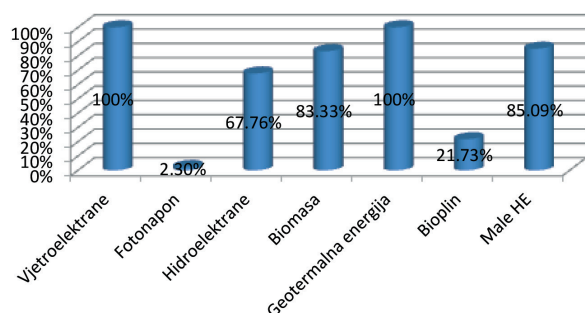
Ukoliko uspoređujemo prije spomenute tehničke potencijale pojedinih izvora energije, te instaliranu snagu odnosno godišnju proizvodnju pojedinih izvora energije u GWh vidi se da je kod većine izvora energije time iskorišten veći dio tehničkih potencijala. Većina potencijala nije iskorištena samo kod bioplinskih postrojenja (malo više od 20%), te kod fotonapona odnosno sunčevih postrojenja s obzirom da ista imaju praktički neograničen potencijal (postotak je uzet uzimajući u obzir korištenje samo 2% površine Hrvatske za izgradnju fotonaponskih postrojenja).

Za vjetroelektrane i sunčeve elektrane je uzet linearan rast instalirane snage tehnologije pri čemu se u obzir uzima očekivani pad investicijskih troškova tih tehnologija koje će biti predvodnik razvoja u budućnosti.

Eliminacija emisija CO2

Provedba energetske tranzicije i prelaska na 100% obnovljiv elektroenergetski energetski sustav značila bi potpuno uklanjanje emisija ugljičnog dioksida iz sektora proizvodnje električne energije što je u skladu, tj. i preko dugoročnih ciljevima EU do 2050. godine.¹¹

Iskorištenost tehničkog potencijala

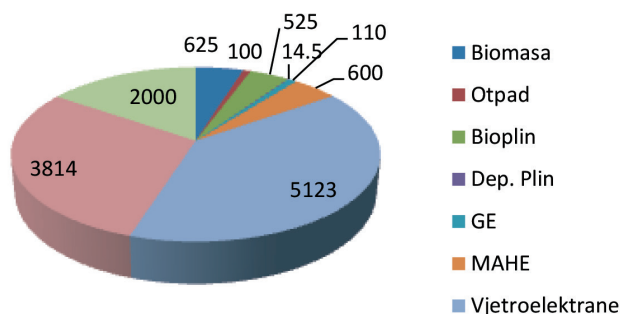


Slika 13: Iskorištenost tehničkog potencijala u 2050. godini

Investicije

Što se tiče investicijskih troškova za izgradnju svih tih postrojenja, oni se procjenjuju na ukupno 12.911,5 milijuna eura odnosno skoro 13 milijardi eura do 2050. Najveći dio investicija se odnosi na vjetroelektrane i sunčeve elektrane, s obzirom da je veći dio kapaciteta hidroelektrana već izgrađen. Točan iznos po tipu tehnologije može se vidjeti na slici 13:

Investicijski troškovi / M€



Slika 14: Investicijski troškovi po OIE tehnologiji do 2050. godine

11 http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5db26ecc-ba4e-4de2-ae08-dba649109d18.0002.03/DOC_1&format=PDF

Zelena radna mjesta

U tablici 4 prikazan je procijenjeni izravni broj radnih mjesta u proizvodnji električne energije iz OIE.

Tehnologija OIE	Snaga 2050. [MW]	Snaga 2015. [MW]	Razlika 2050. - 2015. [MW]	Jedinični broj poslova u proizvodnji i instaliranju opreme [1/novi MW]	Jedinični broj poslova u pogonu i održavanju [1/instalirani MW]	Broj novih poslova do 2050. godine u proizvodnji instaliranju opreme [čovjek/ godina]	Broj poslova u 2050. godini u pogonu i održavanju opreme [čovjek/ godina]
Vjetroelektrane	4.500	339	4.161	8,60	0,20	35.782	900
Fotonapon	3.600	40	3.560	17,90	0,30	63.717	1.080
RHE	1.000	276	724	20,50	2,40	14.842	2.400
Hidroelektrane	2.922	2.160	762	7,50	0,30	5.716	877
Biomasa	250	15	235	7,70	5,51	1.810	1.378
Geotermalna energija	50	0	50	10,70	0,40	535	20
Bioplin	150	16	134	10,70	0,40	1.435	60
Otpad i deponijski plin	55	6	50	10,70	0,40	530	22
Male HE	150	26,77	123	20,50	2,40	2.526	360
Ukupno	12.677	2.879	9.798			126.893	7.096
Prosječno godišnje						3.626	
Godišnji broj poslova u 2050. godini u proizvodnji i instalaciji te pogonu i održavanju opreme [čovjek-godina]						10.722	

Tablica 4: Procjena izravnih radnih mjesta u proizvodnji električne energije¹²

Vidljivo je kako bi se provedbom ovakve politike potaknulo otvaranje zelenih radnih mjesta u elektroenergetskom sustavu te bi se u samom procesu izgradnje postrojenja do 2050. godine moglo stvoriti 126.893 čovjek/godina poslova što je u prosjeku 3.626 godišnje. Ova mjesta ovisiti će o lokacijama postrojenja za proizvodnju tehnologija te nisu nužno vezana za nacionalno područje.

Značajnije je promatrati broj osoba zaposlen u pogonu i održavanju koji bi bio 7.096 u 2050. godini. Ukupno je to 10.722 radnih mjesta godišnje u 2050. godini, što je nekoliko puta više od trenutnog broja izravnih radnih mjesta u zelenom sektoru koja se procjenjuju na maksimalno 4.400.

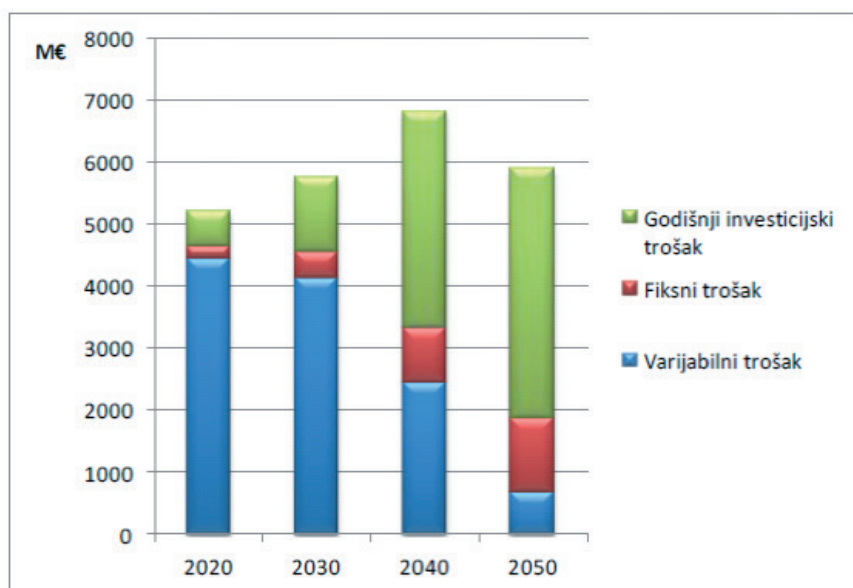
Međutim, proizvodnja električne energije samo je jedan dio energetskog sustava. Mnoge prilike koje se otvaraju energetskom tranzicijom vezane su za ostale dijelove sustava, kao što su napredne mreže, električna vozila, proizvodnja biogoriva, sintetičkih goriva ili vodika, zgradarstvo, skladištenje energije, centralizirani i individualni toplinski sustavi, rasvjeta, energetska učinkovitost u industriji, te napredno vođenje i integracija energetskog sustava.

12 Jedinični faktori iz: <http://www.irena.org/rejobs.pdf>

3. 3. 100 posto obnovljiva energija u cijelom energetsom sustavu

Opsežne tehničke analize¹³ su pokazale kako primjena mjera energetske učinkovitosti, korištenje obnovljivih izvora energije, skladištenje energije, napredne mreže, integracija energetske podsustava te proizvodnja sintetičkih goriva ili proizvodnja vodika omogućuju prelazak na potpuno obnovljiv energetske sustav u Hrvatskoj u 2050. godini.

Na slici 15 prikazani su troškovi u energetsom sustavu za provedbu cilja. Varijabilni trošak se većinom sastoji od troška goriva, emisija i marginalnog troška vođenja pogona.



Slika 15: Godišnji trošak energetskega sektora

Pokazuje se kako je za provedbu mjera i tranziciju energetskega sustava potrebno ostvariti značajne investicije na razini do 4 milijarde eura godišnje u 2050. godini. Međutim, zbog tih investicija doći će do smanjenja troškova za gorivo, povećanja energetske sigurnosti, očuvanja okoliša i otvaranja zelenih i lokalnih radnih mjesta što su i ciljevi energetske tranzicije. Vidljivo je kako se očekuje da bi ovim procesom došlo do porasta ukupnih troškova energetskega sustava za oko 30% u razdoblju od 2020. do 2040. godine, odnosno za oko 6% godišnje, no nakon toga došlo bi do smanjivanja troškova te bi u 2050. godini isti bili oko 6 milijardi eura, odnosno za 13% veći nego u 2020. godini. Uz pretpostavku dugoročnog prosječnog porasta BDP-a od barem 1,5% godišnje, došlo bi do porasta BDP-a za 56% do 2050. godine, dakle, porast bi bio 4 puta veći od porasta troškova energetskega sektora. Kroz ovaj proces povećati će se sigurnost opskrbe te smanjiti vanjskotrgovinska bilancu za cjelokupan uvoz fosilnih gori-

13 Dujić, N., Krajačić G., Pukšec, T. et al., Iskorištavanje obnovljivih izvora energije, energetska učinkovitost i smanjenje emisija stakleničkih plinova kao pokretač razvoja "zelene ekonomije" u Hrvatskoj do 2050., 21. Forum HED, 2012.

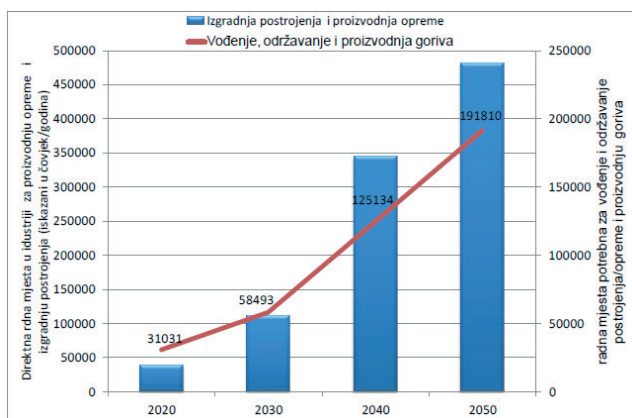
va, prema rezultatima simulacija, za 4 do 5 milijardi eura (EUR) godišnje.

Na slici 16 prikazana su radna mjesta potrebna za proizvodnju opreme te izgradnju postrojenja kao i njihovo vođenje, servisiranje te proizvodnju i dobavu goriva u cijelom energetskom sustavu. Lijeva ordinata iskazana je u čovjek/godina te ona kaže koliko je potrebno utrošiti rada da se proizvede oprema te izgrade planirana postrojenja. Za pojedine godine iskazana je kumulativno, te vrijednost za 2050. uključuje i vrijeme potrebno za izgradnju svih postrojenja u periodu 2020. do 2050. Kako ova radna mjesta nisu nužno vezana uz Republiku Hrvatsku već ona ovise i o lokacijama proizvodnje opreme, puno važnije je promatrati radna mjesta potrebna za vođenje i održavanje postrojenja te dobavu goriva. Ona su prikazana na desnoj ordinatai na godišnjoj razini.

Iz analize je vidljivo da bi za djelatnosti vezane za proizvodnju opreme i instalacije bilo potrebno 450.000 radnih čovjek/godina, odnosno ova radna mjesta u ravnomjernom rasporedu u tri desetljeća mogla bi osigurati 15.000 radnih mjesta godišnje. Naravno da će u proizvodnji opreme lokalno proizvodne komponente ovisiti o stanju domaće industrije, no bitno je istaknuti da se time otvaraju prilike za domaće proizvođače.

Broj radnih mjesta vezan uz dobavu energije kreće se do skoro 192.000 u održavanju, vođenju postrojenja i proizvodnji goriva, no velika većina (66%) ili 126.630 radnih mjesta bi bilo ostvareno u proizvodnji, dobavi i pripremi biogoriva, te taj sektor treba dodatno planirati i optimirati proizvodnju. Dakle, 65.180 radnih mjesta bila bi u djelatnostima koja nisu vezana za proizvodnju biogoriva.

Uz navedena nova radna mjesta u dobavi energije, rezultati pokazuju da se promocijom energetske učinkovitosti i sanacijom vanjske ovojnice zgrada u sektoru kućanstva može u periodu 2020. do 2050. otvoriti godišnje između 10.000 i 50.000 radnih mjesta, ovisno o stopi obnove. Važno je naglasiti da su radna mjesta vezana uz sanaciju zgrada te održavanje i vođenje postrojenja lokalnog karaktera te u najvećoj mjeri usko vezana uz područje Republike Hrvatske.



Slika 16: Radna mjesta u dobavi energije

4. Studije slučaja

4. 1. Sektor turizma

Turizam u Republici Hrvatskoj pripada među najvažnije gospodarske grane, a zbog svoje rasprostranjenosti na teritoriju zemlje kroz veliki broj kampova, apartmana (soba) i hotela daje veliku mogućnost za razvijanje malih ili srednjih projekata obnovljivih izvora energije koji potencijalno mogu biti društvenog karaktera.¹⁴

Prema službenim podacima Državnog zavoda za statistiku (u daljenjem DSZS), najviše noćenja se ostvaruje u odmaralištima (što uključuje sobe i apartmane) koja imaju udio od 43%, nakon njih slijede hoteli sa udjelom od 31,6%, te kampovi sa udjelom od 24,9%.

4. 1. 1. Energetski održivi kampovi

Na projektu SustainCamp (održivi kampovi) se promoviraju i provode projekti koji doprinose održivosti u kampovima. Sam projekt ima podršku Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost (FZO-EU), a cilj mu je pokrenuti projekte primjene obnovljivih izvora energije, energetske učinkovitosti i zaštite okoliša u minimalno deset kampova na području Hrvatske.

Sa energetske strane priče SustainCamp se ponajviše fokusirao na sunčevu energiju unutar kampova (za proizvodnju tople vode/toplinske energije ili električne energije), te zamjenu rasvjete sa energetski učinkovitijom LED rasvjetom, koji će i biti predmet ove studije. Rezultati projekta SustainCamp

pokazuju da se u kampovima isplati postaviti modernu rasvjetu te izgraditi fotonaponske sustave koji bi pokrili barem većinu potreba za električnom energijom. Dio kampova već sada ima i solarne kolektore za pripremu tople vode, te je njihova isplativost neupitna.

Prema podacima Kamping udruženja Hrvatske (KUH) od kraja prošle godine u Hrvatskoj ima 523 kampa pri čemu je njih 218 srednje velikih, dok je 305 malih kampova. Ukupni smještajni kapacitet tih kampova je gotovo 240.000 osoba dnevno, s tim da srednje veliki kampovi u jednom danu mogu ugostiti čak 230.730 osoba. Time dolazimo do podatka da je prosječna veličina srednje velikih kampova otprilike 1.000 osoba dnevno, dok je za male kampove prosječni smještajni kapacitet otprilike 30 osoba dnevno. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku je pak tokom prošle godine u kampovima ostvareno 16.518.699 noćenja. Većina kapaciteta kampova je na primorskom dijelu (više od 98%), dok je manje od 2% kapaciteta u kontinentalnim županijama. Najveći kapacitet kampova je u Istarskoj županiji sa udjelom od čak 51,2%, druga je Primorsko-goranska s 19,3%, a treća je Zadarska županija s 11,9%.

• Studija slučaja za kamp Nudist

Za procjenu uštede LED rasvjete na razini srednje velikih kampova u Hrvatskoj, kao primjer je odabran jedan srednje veliki Hrvatski kamp na otoku pod imenom Nudist koji se nalazi u Dalmaciji na Hvaru, koji ima smještajni kapacitet od 470 osoba, te godišnji broj noćenja od oko 35.000. Radi se o jednom od prvih kampova koju su sudjelovali u projektu SustainCamp. Kamp na godišnjoj razini radi pet mjeseci. U prosjeku je u Hrvatskoj uobičajeno

14 Projekti DP- društvenog poduzetništva

jeno da na godišnjoj razini kampovi rade oko pola godine.

Kamp ima 55 vanjskih rasvjetnih tijela i 31 unutrašnje rasvjetno tijelo. Ukupna instalirana snaga te rasvjete je oko 1.6 kW. Ukoliko bi se umjesto standardne rasvjete u tom kampu stavila LED rasvjeta ukupna instalirana snaga cijele rasvjete bi bila 762 W što znači da bi došli do uštede u iznosu snage od 870 W, odnosno 0.87 kW. Na godišnjoj razini bi stoga prema proračunima taj kamp ostvario uštedu od 680 kWh električne energije odnosno 6,7% ukupne potrošnje električne energije godišnje.

Pod rasvjetna tijela se broje sve žarulje unutar kampa koje su tamo konstantno, uključujući sanitarne čvorove, javnu rasvjetu, restorane, kafiće, recepciju i druge. U njih se ne broji rasvjeta koju donosi svaki pojedini korisnik kampa unutar svoje kamp opreme.

Sunčani kolektorski sustavi za proizvodnju tople vode već sada prilično rašireni u kampovima u Hrvatskoj, pogotovo u razvijenijim regijama. U ovom slučaju je uzet rad kampova na godišnjoj razini od pet mjeseci, pri čemu sunčani kolektorski sustav pokriva oko 80 do 85% potreba za toplom vodom u kampu, te se koristi pločasti kolektor ili vakuumski kolektor. Prema tim procjenama je godišnja proizvodnja toplinske energije za pokrivanje potreba kampa negdje od 26.000 do 27.000 kWh.

Što se tiče prosječne potrošnje električne energije, ona je na godišnjoj razini u iznosu od 102.933 kWh. Kako bi se pokrilo 50% potreba za električnom energijom u kampu bilo bi dovoljno instalirati fotona-ponski sustav snage 40 kW, dok bi za pokrivanje skoro 100% potreba bilo dovoljno instalirati 65 kW.

- **Multiplikacijske mogućnosti**

Ukoliko te brojke proširimo na razinu svih kampova uključujući i male i velike te ih skaliramo na adekvatan način dobiju se slijedeće multiplikacijske brojke za sve kampove u Hrvatskoj:

Kamp	Broj	Smještajni kapacitet	Noćenja	Instalirana snaga / kW	Ušteda instalirane snage uz LED / kW	Ušteda električne energije / kWh
Srednje-veliki	1	470	35.000	1,6	0,87	698
Ukupno	523	240.000	16.000.000	2.003,94	1.143,23	1.940.214,00

Tablica 5: Procjena uštede električne energije kampova korištenjem led rasvjete

Za procjenu ukupne trenutačne instalirane snage rasvjete u svim kampovima uzeta je srednja vrijednost instalirane snage u odnosu na kamp za koje postoje podaci uzimajući u obzir njihov smještajni kapacitet i broj noćenja. Za uštedu instalirane snage korištenjem LED rasvjete proizašle iz toga je uzet postotak uštede za instaliranu snagu odnosno omjer uštedene proizvodnje za električnu energiju. Za ukupnu uštedu električne energije je uzeta ušteda instalirane snaga korištenjem LED rasvjete pomnožena sa prosječnim korištenjem takve

rasvjete u kampovima kroz šest mjeseci godišnje, deset sati dnevno. Tim proračunom dolazimo do uštede električne energije od 1.940.214 kWh godišnje, odnosno otprilike 1.914 MWh.

Za točnu procjenu ušteta bi bilo potrebno dobiti podatke noćenja i rasvjete za puno reprezentativniju količinu kampova (barem njih 10%), ali i ovako se može vidjeti da bi prelaskom na LED rasvjetu kampovio stvarili velike uštede u ukupnoj instaliranoj snazi (preko 1 MW ukupno), te shodno time i veliku uštedu u potrošenoj električnoj energiji. Postotno ta brojka možda i je oko 6 do 7% pa i do 20% ovisno o veličini kampa, ali na ukupnoj razini Hrvatske se dolazi do impozantne brojke od 1940 MWh električne energije za kampove. Kod velikih kampova se osim uštete same električne energije može računati i na uštedu angažirane snage prema HEP-u čime se na još jedan način smanjuju troškovi.

S obzirom da mali kampovi često uopće nemaju toplu vodu ili imaju jednostavne bojlere za grijanje, multiplikacijski proračun je napravljen samo za srednje velike kampove, i one su slijedeće:

Kamp	Broj	Smještajni kapacitet	Noćenja	Proizvodnja toplinske energije za pločasti sustav / kWh	Proizvodnja toplinske energije za vakuumski sustav / kWh
Srednje-veliki	1	470	35.000	26.187	26.797
Ukupno	218	230.730	16.000.000	12.399.545	12.688.379

Tablica 6: Procjena uštete toplinske energije za pločasti i vakuumski sustav

S obzirom da su se koristili podaci samo jednog kampa izračunate brojke su podložne nesigurnostima, ali unatoč tome može se sa sigurnošću reći da bi se korištenjem sunčanih kolektorskih sustava na razini kampova u Hrvatskoj uštedila velika količina električne energije (ili drugih oblika energije ukoliko se isti koriste za proizvodnju tople vode) na godišnjoj razini. Taj iznos bi bio puno veći nego za uštedu LED rasvjete, ali pri tome treba uzeti u obzir da se topla voda u kampovima proizvodi na veliki broj različitih načina. Ukoliko se radi o električnoj energiji uštede na godišnjoj razini mogu biti i do 20 do 25% u ukupnoj potrošnji električne energije kampa.

Pri procjeni sunčevih fotonaponskih sustava su također korišteni podaci za isti srednje-veliki kamp. Pri tome su korištena dva scenarija postavljanja fotonaponskih sustava - prvi u kojem bi fotonaponski sustav pokrio otprilike 50% potreba za električnom energijom na razini kampa godišnje, te drugi koji bi pokrio praktički sve potrebe kampa za električnom energijom na godišnjoj razini. S obzirom da kampovi u prosjeku rade oko pola godine, pokrivanjem otprilike 100% potreba za električnom energijom znači veći višak električne energije tokom zimskih mjeseci kada kampovi ne radi, pa će se tada električna energija isporučivati u elektroenergetsku mrežu. Dodatni problem pokrivanja svih potreba se javlja kod velikih kampova pošto bi fotonaponski sustav zauzimao vrlo veliku površinu koja u pojedinim slučajeva nije izvediva, osim ako kamp ima veliki parkirališni prostor.

Pri proračunu proizvodnje fotonaponskog sustava uzeti su uobičajeni gubici zbog temperature, kabliranja, invertera i drugi koji sveukupno iznose oko 24%. Pretpostavlja se postavljanje sustava na tlu, uz odgovarajuću optimalnu orijentaciju i inklinaciju. Ukoliko bi se svi sustavi postavljali na krovovima proizvodnja bi najvjerojatnije bila nešto manja, s tim da dodatno treba uzeti u obzir da na svim lokacijama neće biti moguće sustav okrenut prema jugu. Fotonaponski sustavbi koristio polikristalnu tehnologiju.

Kamp	Broj	Potrošnja električne energije / kWh	Instalirana snaga FN sustav 50% / kW	Proizvodnja fotonaponskog sustava 50% / kWh	Instalirana snaga FN sustav 100% / kW	Proizvodnja fotonaponskog sustava 100% / kWh
Srednje-veliki	1	102.933	40	55.570	65	96.020
Ukupno	523	50.350.600	18.954	25.736.321	37.264	52.196.640

Tablica 7: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave

Za procjenu ukupne potrošnje električne energije u svim kampovima uzeta je srednja vrijednost potrošnje u oba kampa za koje postoje podaci uzimajući u obzir njihov smještajni kapacitet i broj noćenja. Istim postupkom je proračunata i potrebna procijenjena instalirana snaga fotonaponskih sustava za 50% i 100% sustav, dok je proizvodnja tih sustava proračunata prosječnom proizvodnjom iz srednje-velikog kampa, uzimajući u obzir broj većih i manjih kampova. U slučaju 50% proizvodnje iz fotonaponskog sustava, instalirana snaga bi trebala biti za sve kampove oko 18.777 kW, dok bi za 100% trebala biti otprilike 36.909 kW.

Za točniju procjenu potrebne instalirane snage fotonaponskih sustava bi bilo potrebno dobiti podatke o potrošnji iz barem 10% kampova, ali i ovako se vidi da bi bilo potrebno instalirati otprilike oko 19, odnosno 37 MW fotonaponskih sustava kako bi se pokrile potrebe električne energije kampova. S obzirom da u Hrvatskoj trenutno ima 40 MW fotonaponskih sustava to zvuči kao poprilično dalek cilj, ali u realnosti bi se mogao ostvariti u vrlo kratkom roku s obzirom na disperziranost kampova.

Na osnovu proračunatih podataka o uštedenoj energiji i instaliranoj snazi LED rasvjete, proizvodnji toplinske energije iz sunčevih kolektora, te instaliranoj i proizvodnoj snazi fotonaponskih postrojenja napravljena je procjena investicijskih troškova za sve kampove te prosječni kamp (koji je proračunat podjelom ukupnih troškova sa brojem kampova) te jednostavni povrat takvih investicija.

Uzimajući u obzir podatke o instaliranoj snazi LED rasvjete, proizvodnje toplinske energije za pločaste sustave, te potrebnu instaliranu snagu da se pokrije 100% potreba za električnom energijom iz fotonaponskih sustava, dobiveni su slijedeći podaci o potrebnim investicijama i uštedenoj energiji u kunama.

Kamp	Broj	Investicija LED/ kn	Uštedena energija LED/ kn	Investicija sunčani kolektor (218 većih)/ kn	Uštedena energija sunčani kolektor/ kn	Investicija fotonapon/ kn	Uštedena energija fotonapon/ kn
Prosjeak	1	15.930	3.524	511.908	57.447	761.098	99.751
Ukupno	523	8.411.040	1.843.203	111.595.905	12.523.540	398.054.048	52.169.600

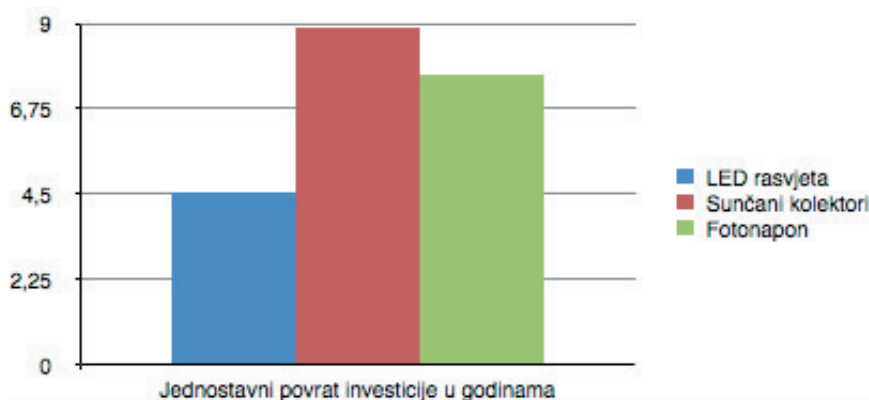
Tablica 8: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za kampove

Za LED rasvjetu je prilično komplicirano procijeniti troškove pošto kod većih kampova investicije znaju prilično rasti zbog troškova ugradnje LED rasvjete na javnoj rasvjeti unutar samog kampa. Za troškove LED rasvjete su korišteni podaci od jednog renomiranog europskog proizvođača LED rasvjete, a cijena uštedene energije je izračunata na osnovu uštede u potrošnji električne energije.

Za sunčane kolektore za proizvodnju tople vode su korišteni podaci samo za velike kampove kao i kod procjene troškova. Za troškove investicije su korišteni podaci od nekoliko hrvatskih tvrtki koje se bave ugradnjom takvih sustava, a cijena uštedene energije podrazumijeva da je kamp do sada toplu vodu proizvodio uz pomoć električne energije. Ukoliko se koristi neki drugi energent, proračun bi morao uzeti u obzir trošak te vrste energije.

Za investicijske troškove fotonaponskih sustava je korišten procijenjeni trošak za male sustave od 10.640 kn/kW, a cijena uštedene energije je izračunata na osnovu korištenja net-meteringa kakav nudi jedan od hrvatskih opskrbljivača električnom energijom¹⁵.

Jednostavni povrat investicije koji je dobiven podjelom investicijskog troška i uštedene energije se može vidjeti na slici ispod za slučaj prosječnog kampa. Povrat investicije je od 4,5 godine za LED rasvjetu, do 7,6 godina za fotonapon i skoro 9 godina za sunčani kolektorski sustav. Nakon povrata investicije, ostaje čisti profit od štednje u potrošnji električne energije odnsono drugih oblika energije dokle god traje životni vijek sustava koji je najčešće oko 20 godina.



Slika 17: Jednostavni povrat investicije za prosječan kamp

15 Trenutačno u Hrvatskoj ta mogućnost postoji kod tvrtke ProEnergy (<http://www.proenergy.hr/>).

Instalacijom fotonapona kod svih kampova bi se u sektoru otvorilo oko 680 čovjek/godina poslova, uz ukupne investicijske troškove od skoro 400 milijuna kuna, i godišnju uštedu od preko 50 milijuna kuna. Ovakav razvoj bi potrajao barem 8 godina, što znači da bi godišnje na tome bilo izravno zaposleno oko 85 ljudi, čime bi se zaposlenost u sektoru poboljšala za otprilike 2%.

Ukoliko se uzme da bi ovakvi fotonaponski sustavi proizveli prije navedenu količinu kWh električne energije godišnje, te da bi zamjenjivali proizvodnju iz termoelektrana na ugljen na godišnjoj razini bi se uštedilo barem 44.367 tona ekvivalentnog CO₂ (ugljičnog-dioksida), odnosno 20,4 tona SO₂ (sumpor-dioksida), 13,6 tona NOX (dušičnih oksida) i 1,15 tona PM₁₀ lebdećih čestice (čestice promjera manjeg od 10 mikrona).

4. 1. 2. Energetski održivi apartmani

Za apartmane je napravljena procjena po istom principu kao i za kampove pri čemu je usporedba napravljena uz pomoć jedne kuće sa apartmanima koja se nalazi na otoku Pagu. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u odmaralištima i sličnim objektima za kraći odmor koji uključuju sve sobe, apartmane, hostele, planinarske i lovačke domove, prenoćišta i lječilišta je tokom 2014. godine ostvareno 28.602.230 noćenja koji su bili smješteni u ukupno 178.446 smještajnih jedinica od čega je 62.776 soba i 115.649 apartmana.

Nažalost, ne postoji podatak koliki broj kuća/zgrada sadržava sve te sobe i apartmane, ali bi se mogao procijeniti prosjek od 3 apartmana po kući, odnosno 5 soba. Ukoliko se uzmu te brojke dolazi se do 12.555 kuća/zgrada za sobe i 38.550 kuća/zgrada s apartmanima odnosno 51.104 kuće/zgrade ukupno koje služe za turistički smještaj. Dodatno je prema podacima DZS-a prosječna popunjenost soba i apartmana je na godišnjoj razini 26,28%, odnosno tri mjeseca godišnje.

Proračuni su kao i kod kampova napravljeni za uvođenje LED rasvjete, sunčanog kolektorskog sustava i sunčanog fotonaponskog sustava. S obzirom da su u dijelu o kampovima navedene osnovne informacije o pojedinim vrstama tehnologije u nastavku će se samo ukratko prikazati potencijal po pojedinoj vrsti tehnologije. Dodatno treba uzeti u obzir da na kućama najčešće nema dovoljno krovne površine i za sustav za proizvodnju tople vode i za fotonaponski sustav za proizvodnju električne energije.

• Studija slučaja za apartman

Apartmenti na Pagu čiji su podaci korišteni za izradu procjene imaju prosječnu instaliranu snagu LED rasvjete po apartmanu od oko 400 W, a uvođenjem LED rasvjete bi se instalirana snaga po apartmanu smanjila za otprilike 60%, odnosno na otprilike 240 W po apartmanu. Godišnja ušteda za apartman je stoga oko 108 kWh tokom 3 mjeseci.

ca popunjenosti uz prosječnu korištenost rada rasvjete od šest sati.

Za lokaciju na Pagu je godišnja popunjenost otprilike tri mjeseca tokom ljeta pri čemu bi se sa jednim sustavom na krovu pokrilo 85,2% potreba za toplom vodom. Na godišnjoj razini je u pitanju 2.055 kWh toplinske energije. Proračun je napravljen isključivo za jedan pločasti kolektor.

Potrošnja električne energije za kuću na Pagu je na godišnjoj razini oko 5.500 kWh. Potrebe za električnom energijom bi se stoga pokrile postavljanjem fotonaponskog sustava snage od otprilike 4,5 kW, koji bi na toj lokaciji koristio polikristalnu tehnologiju.

• Multiplikacijske mogućnosti

S obzirom na velike razlike po sobama i apartmanima u Hrvatskoj prilično je teško napraviti točnu procjenu prosječne instalirane snage rasvjete po lokaciji. Ipak, može se procijeniti da je uobičajena snaga rasvjete u apartmanima oko 400 W, dok bi za sobe ona bila nešto niža te bi iznosila oko 300 W po sobi. Ukoliko proračunamo uštedu na godišnjoj razini ona bi za apartman iznosila 108 kWh, odnosno 97,2 kWh po svakoj sobi.

Ukoliko te brojke proširimo na razinu svih apartmana i sobadobiju se slijedeće multiplikacijske brojke:

Naziv	Broj	Instalirana snaga / kW	Ušteda instalirane snage uz	Ušteda električne energije /
			LED / kW	kWh
Apartmani	1	0,40	0,20	108,0
Sobe	1	0,30	0,18	97,2
Ukupno apartmani	115.649	46.260	23.130	12.490.200,0
Ukupno sobe	62.776	18.833	11.300	6.102.000,0

Tablica 9: Procjena uštede električne energije apartmana i soba

Prema ovoj procjeni instalirana snaga rasvjete u apartmanima je otprilike 46.260 kW, dok je za sobe oko 18.833 kW. Prelaskom na LED rasvjetu bi u instaliranoj snazi ušteda bila 23.130 kW za apartmane, odnosno 11.300 kW za sobe, a zajednički bi ušteda električne energije na godišnjoj razini bila oko 18.500.000 kWh odnosno 18.500 MWh što je otprilike deset puta više nego što se može uštediti u kampovima.

Ukoliko za sunčane kolektorske sustave proširimo na ukupan procijenjeni broj kuća za iznajmljivanje (pri čemu uzimamo u obzir da je prosječni broj apartmana po kući upola manji) dobiju se slijedeći podaci:

Apartmani	Broj	Proizvodnja toplinske energije za pločasti sustav / kWh
Kuća Pag	1	2.055
Ukupno	51.104	52.509.360

Tablica 10: Procjena proizvodnje toplinske energije za pločasti sustav

Izračunate brojke su podložne većoj nesigurnosti, no ove brojke nam pokazuju da postoji velika mogućnost uštede korištenjem sunčevih kolektorskih sustava. Na razini svih kuća se radi o ogromnom iznosu koji bi uvelike smanjio potrošnju električne energije na lokacijama kuća koje koriste električnu energiju za proizvodnju tople vode. Ukupni potencijalni iznos od 52.509 MWh toplinske energije bi napravio uštedu i od 30 do 35% u ukupnoj potrošnji električne energije.

Ukoliko uzmemo studiju slučaja već spomenuti prosjek od tri apartmana ili pet soba po kući potrošnja turista bi kod njih tokom sezone bila oko 2.750 kWh. Naravno to uvelike ovisi o opremljenosti pojedinog apartmana, odnosno sobe. Tehnički uvjeti su isti kao i za kampove, a ukupne brojke su slijedeće:

Apartmani	Broj	Potrošnja električne energije / kWh	Instalirana snaga FN sustav 100% / kW	Proizvodnja fotonaponskog sustava 100% / kWh
Kuća Pag	1	5.500	4.5	5.710
Apartmani	38.550	106.012.500	86.737	110.060.250
Sobe	12.555	34.625.250	28.248	35.843.573

Tablica 11: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave

Ukoliko bi 100% električne energije pokrivali fotonaponskim sustavima na godišnjoj razini, pri čemu bi se tokom zime prodavao višak električne energije u elektroenergetsku mrežu, a tokom ljeta otkupljivao ukoliko postoji manjak, bilo bi potrebno otprilike 87 MW instalirane snage u kućama sa apartmanima odnosno 28 MW u kućama sa sobama.

Dodatno treba uzeti u obzir da se uvođenjem kolektorskog sustava i LED rasvjete može ostvariti velika ušteda u potrošnji električne energije što znači da bi ovdje procijenjena instalirana snaga fotonaponskih sustava bila dovoljna da se praktički pokriju potrebe i stalnih stanara u kućama. Ukoliko takvih nema treba smanjiti instaliranu snagu fotonaponskog sustava.

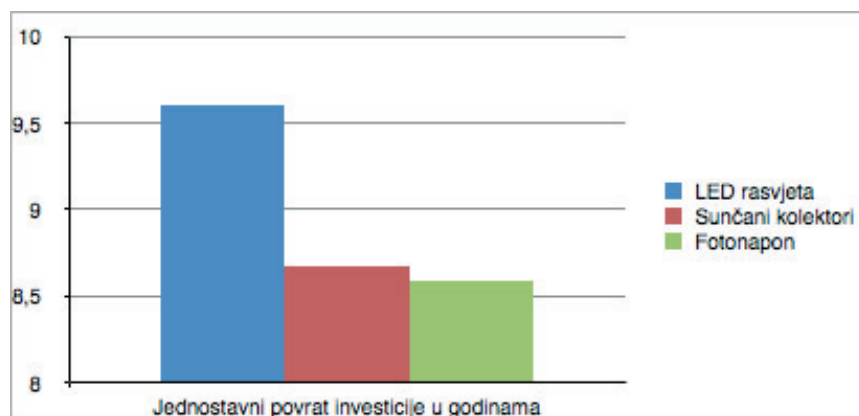
Apartmani	Investicija LED/ kn	Uštedena energija LED/ kn	Investicija sunčani kolektor/ kn	Uštedena energija sunčani kolektor/ kn	Investicija fotonapon/ kn	Uštedena energija fotonapon/ kn
Prosjek	950	99	7.830	900	24.035	2.800
Ukupno	169.503.750	17.662.590	400.144.320	459.936.000	1.228.269.770	143.091.200

Tablica 12: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za apartmane

Na osnovu dobivenih podataka o uštedenoj energiji i instaliranoj snazi LED rasvjete, proizvodnji toplinske energije iz solarnih kolektora, te instaliranoj i proizvodnoj snazi fotonaponskih postrojenja napravljena je procjena investicijskih troškova za sve apartmane i sobe te prosječni apartman i sobu (koji je proračunat podjelom ukupnih troškova sa brojem kuća). Za troškove LED rasvjete su korišteni podaci od jednog renomiranog europskog proizvođača LED rasvjete, a cijena uštedene energije je izračunata na osnovu uštede u potrošnji električne energije. Za troškove investicije su korišteni podaci od nekoliko hrvatskih tvrtki koje se bave ugradnjom takvih sustava, a cijena uštedene energije podrazumijeva da je kuća do sada toplu vodu proizvodila uz pomoć električne energije. Ukoliko se koristi neki drugi energent, proračun bi morao uzeti u obzir trošak te vrste energije.

Za investicijske troškove fotonaponskih sustava je korišten procijenjeni trošak za male sustave od 10.640 kn/kW, a cijena uštedene energije je proračunata na osnovu korištenja net-meteringa kakav nudi jedan od hrvatskih opskrbljivača električnom energijom.

Jednostavni povrat investicije koji je proračunat podjelom investicijskog troška i uštedene energije se može vidjeti na slici 18 za slučaj prosječne kuće s apartmanima / sobama. Povrat investicije je od 9,5 godine za LED rasvjetu, do 8,5 godina za fotonapon i za sunčani kolektorski sustav. Nakon povrata investicije, ostaje čisti profit od štednje u potrošnji električne energije odnsono drugih oblika energije dokle god traje životni vijek sustava koji je najčešće oko 20 godina.



Slika 18: Jednostavni povrat investicije za prosječan apartman

Instalacijom fotonapona kod svih kuća za iznajmljivanje bi se u sektoru otvorilo oko 2.000 čovjek/godina poslova, uz ukupne investicijske troškove od skoro 1,25 milijarde kuna, i godišnju uštedu od preko 150 milijuna kuna. Ovakav razvoj bi potrajao barem 8 godina, što znači da bi godišnje na tome bilo izravno zaposleno oko 250 ljudi, čime bi se zaposlenost povećala za barem 5,5% u OIE sektoru.

Ukoliko se uzme u obzir da bi ovakvi fotonaponski sustavi proizveli prije navedenu količinu kWh električne energije godišnje, te da bi zamjenjivali proizvodnju iz termoelektrana na ugljen na godišnjoj razini bi se uštedjelo barem 124.018 tona ekvivalentnog CO₂, odnosno 57,1 tona SO₂, 38 tona NO_x 3,23 tona PM₁₀ lebdećih čestica.

4. 1. 3. Energetski održivi hoteli

Za hotele su bili dostupni podaci za jedan mali hotel sa osam soba i dva apartmana u srednjoj Dalmaciji na osnovu kojih je napravljena direktna procjena za hotele sa dvije i tri zvijezdice. Hoteli sa četiri ili pet zvjezdica nisu uzeti u obzir zbog toga što se u velikoj većini slučajeva radi o obnovljenim hotelima koji već koriste LED ili štednu rasvjetu, sunčane kolektore za proizvodnju tople vode, a u nekim naprednim slučajevima i fotonaponske sustave.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u Hrvatskoj je u 2013. godini bilo 87 hotela sa dvije zvjezdice, te 328 hotela sa tri zvjezdice. Ukupno su hoteli sa dvije zvjezdice imali 8.131 sobu i 165 apartmana, što znači prosječno 93,5 sobe po hotelu odnosno 1,9 apartmana. U slučaju hotela sa tri zvjezdice ukupno se radi o 24.287 soba i 949 apartmana što znači 74 sobe i 2,9 apartmana po hotelu. Prema podacima DZS-a prosječna popunjenost hotela je na godišnjoj razini 41,65% što znači da je na godišnjoj razini njihova popunjenost malo veća od pet mjeseci. Ipak, treba uzeti u obzir da je popunjenost hotela sa 2 i 3 zvjezdice manja te je za njih procijenjena godišnja popunjenost od oko 33% odnosno 4 mjeseca godišnje.

Proračuni su kao i u prijašnjim slučajevima napravljeni za uvođenje LED rasvjete, sunčanog kolektorskog sustava i sunčanog fotonaponskog sustava.

- **Studija slučaja za hotel**

Podaci za proračun fotonaponskog sustava i LED rasvjete su dobijeni od jednog malog hotela na Pagu koji ima osam soba i tri apartmana. Podaci za toplu vodu nisu bili dostupni, te su isti procijenjeni uz pomoć programskih alata koji imaju već postojeće parametre za hotele u pogledu potrošnje tople vode.

Hotel na Pagu čiji su podaci korišteni za izradu procjene ima prosječnu instaliranu snagu LED rasvjete po apartmanu od oko 450 W, te 300 W u sobama, a uvođenjem LED rasvjete bi se instalirana snaga po apartmanu smanjila za otprilike 60%, odnosno za otprilike 270 W po apartmanu, odnosno 180 W po sobi. Godišnja ušteda za apartman je stoga oko 97,2 kWh za apartman, odnosno 67,4 kWh za sobe uz prosječnu korištenost rada rasvjete od tri sata. Što se tiče instalirane snage u hodnicima i lobiju hotel ima instaliranu snagu od oko 1.700 W, koja dnevno radi barem deset sati. LED rasvjeta bi ovdje ostvarila uštedu od 1.020 W uz uštedu od 2.244 kWh električne energije. Hotel na godišnjoj razini radi od ožujka do listopada, uz već spomenutu popunjenost.

Potrošnja električne energije za hotel je na godišnjoj razini oko 27.400 kWh. Potrebe za električnom energijom bi se stoga pokrile postavljanjem fotonaponskog sustava snage od otprilike 22 kW, koji bi na toj lokaciji koristio polikristalnu tehnologiju.

• Multiplikacijske mogućnosti

U pogledu LED rasvjete ukoliko te brojke proširimo na prosječnu razinu svih prije navedenih hotela dobiju se slijedeće multiplicirane brojke (instalirana snaga sustava u lobiju i hodnicima je ovdje veća u odnosu na studiju slučaja hotela zbog većeg lobija i puno veće količina hodnika u prosječnom hotelu):

Naziv	Broj	Instalirana snaga / kW	Ušteda instalirane snage uz LED / kW	Ušteda električne energije / kWh
Sobe	1	0,30	0,18	64,8
Apartmani	1	0,45	0,27	97,2
Lobi, hodnici	1	6,50	3,90	8.580,0
Ukupno sobe	32.418	9.725,40	5.835,24	2.100.686,4
Ukupno apartmani	1.114	501,30	267,36	108.280,8
Ukupno lobi, hodnici	415	2.697,50	1.618,50	3.560.700,0

Tablica 13: Procjena uštede električne energije apartmana i soba

Prema ovoj procjeni instalirana snaga rasvjete u sobama je otprilike 9.725 kW, za apartmane oko 500 kW, dok je za lobi i hodnike oko 2.700 kW. Prelaskom na LED rasvjetu bi u instaliranoj snazi ušteda bila oko 2.100 MWh za sobe, 108 MWh za apartmane i 3.560 MWh za lobije i hodnike na razini svih hotela u Hrvatskoj sa 2 i 3 zvjezdice. U svakom slučaju se radi o velikoj mogućnosti uštede, s tim da treba uzeti u obzir da bi ušteda potencijalno mogla biti i veća i manja ovisno o točnom tipu rasvjete koji se koristi.

Za procjenu uštede uvođenjem sunčanog kolektorskog sustava su ovdje korišteni podaci skalirani na razinu prosječnog hotela sa dvije ili tri zvjezdice. S obzirom da po tome prosječni hotel ima i do 80 soba uz nekoliko apartmana, cilj procjene je da se pokrije oko 85% potreba za toplom vodom na godišnjoj razini rada hotela (ožujak-listopad) s obzirom na količinu prostora koji bi takav sustav zauzeo.

Prema proračunu je dobiven podatak od 84,9% pokrivanja potreba za toplinskom energijom ukoliko bi se na prosječnu veličinu hotela postavilo oko 230 metara kvadratnih sunčanih kolektora (100njak kolektora), te 6 do 7 bojlera sa ukupnom zapreminom od 10.000 litara. Proračun je napravljen isključivo za jedan tip pločastog kolektora, a ukoliko se to proširi na ukupan broj hotela dobiju se slijedeći podaci:

Hoteli	Broj	Proizvodnja toplinske energije za pločasti sustav / kWh
Prosječan hotel	1	61.893
Ukupno	415	25.685.595

Tablica 14: Procjena proizvodnje toplinske energije za sustav

Isplativost postavljanja većeg sustava je upitno s obzirom da bi dobitak u postocima pokrivanja potreba sustava bio mali, a trošak bi puno rastao. Kod manjih hotela bi se ovakvi sustavi mogli vrlo jednostavno i brzo postaviti, dok bi kod velikih hotela mogao postojati problem s prostorom za postavljanje ovakvih sustava jer zauzimaju prilično veliku površinu. S obzirom da se kod proračuna radilo o pretpostavljenoj prosječnoj potrošnji tople vode po osobi za vrijeme popunjenosti

hotela, dobijene brojke su podložne većoj nesigurnosti, no u svakom slučaju nam te brojke pokazuju da postoji velika mogućnost uštede korištenjem sunčevih kolektorskih sustava. Iznos od 25.685 MWh toplinske energije bi ostvario veliku uštedu neovisno o tome da li hotel toplu vodu dobija iz električne energije ili iz drugih izvora (uobičajeno je korištenje kotlovnica na ulje).

U pogledu fotonaponskom sustava napravljen je proračun s kojim bi se pokrilo praktički 100% potreba za električnom energijom, pri čemu bi kao i kod kampova i apartmanatokom ljeta bilo manjka električne energije koji bi se uzimao iz mreže dok bi se ostatak godine višak električne energije prodavao u elektroenergetsku mrežu. Tehnički uvjeti su isti kao i kod prijašnjih slučajeva.

Uzimajući u obzir broj soba i apartmana, te instaliranu snagu rasvjete u hodniku i recepciji korištenog hotela u odnosu na prosječnu veličinu hotela, dobije se omjer potrošnje električne energije od 5,5:1.

Hotel	Broj	Potrošnja električne energije / kWh	Instalirana snaga FN sustav 100% / kW	Proizvodnja fotonaponskog sustava 100% / kWh
Mali	1	27.400	22	27.600
Ukupno	415	62.540.500	50.215	62.997.000

Tablica 15: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave

Ukoliko bi 100% električne energije pokrivali fotonaponskim sustavima na godišnjoj razini, bilo bi potrebno otprilike 50 MW instalirane snage u hotelima. Tu naravno treba uzeti u obzir da kod pojedinih velikih hotela neće biti dovoljno prostora da se izgradi fotonaponski sustav koji bi u potpunosti pokrio potrebe za električnom energijom istog.

Za točniju procjenu potrebne instalirane snage fotonaponskih sustava po hotelima bi bilo potrebno napraviti sveobuhvatni pregled hotela sa dvije i tri zvjezdice u Hrvatskoj, no očito je da postoji veliki potencijal i u ovom segmentu.

Dodatno treba uzeti u obzir da se uvođenjem kolektorskog sustava i LED rasvjete može ostvariti i od 20 do 30% uštede u potrošnji električne energije (ovisno naravno koliko hotel ima rasvjete i da li troši električnu energiju za potrošnje tople vode).

Na osnovu dobijenih podataka o uštedenoj energiji i instaliranoj snazi LED rasvjete, proizvodnji toplinske energije iz solarnih kolektora, te instaliranoj i proizvodnoj snazi fotonaponskih postrojenja napravljena je procjena investicijskih troškova za male i srednje hotele te prosječni hotel (koji je dobijen podjelom ukupnih troškova sa brojem hotela).

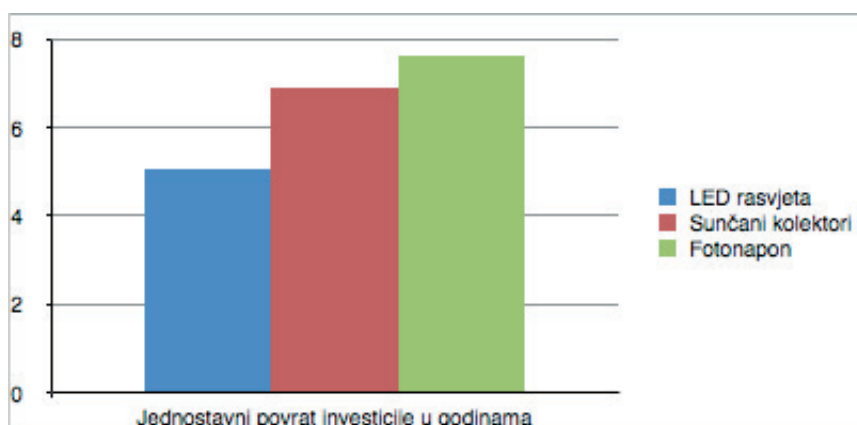
Hotel	Investicija LED/ kn	Uštedena energija LED/ kn	Investicija sunčani kolektor/ kn	Uštedena energija sunčani kolektor/ kn	Investicija fotonapon/ kn	Uštedena energija fotonapon/ kn
Prosjek	70.076	13.903	430.000	62.512	1.292.522	170.000
Ukupno	29.081.540	5.769.667	178.450.000	25.942.451	536.396.630	70.550.000

Tablica 16: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za hotele

Za troškove LED rasvjete su korišteni podaci od jednog renomiranog europskog proizvođača LED rasvjete, a cijena uštede energije je dobijena na osnovu uštede u potrošnji električne energije. Za troškove investicije su korišteni podaci od nekoliko hrvatskih tvrtki koje se bave ugradnjom takvih sustava, a cijena uštede energije podrazumijeva da je kamp do sada toplu vodu proizvodio uz pomoć električne energije. Ukoliko se koristi neki drugi energent, proračun bi morao uzeti u obzir trošak te vrste energije (što je uobičajen slučaj kod hotela da se koristi lož ulje i slični energenti).

Za investicijske troškove fotonaponskih sustava je korišten procijenjeni trošak za male sustave od 10.640 kn/kW, s tim da bi udruživanjem i organizacijom hoteli mogli postići i jeftiniju cijenu sustava po kW koja bi potencijalno mogla biti niža i za 20%.

Jednostavni povrat investicije koji je dobijen podjelom investicijskog troška i uštede energije se može vidjeti na slici ispod za slučaj prosječnog kampa. Povrat investicije je od 5 godine za LED rasvjetu, do 7,5 godina za fotonapon odnosno skoro 7 za sunčani kolektorski sustav. Nakon povrata investicije, ostaje čisti profit od štednje u potrošnji električne energije odnosno drugih oblika energije dokle god traje životni vijek sustava koji je najčešće oko 20 godina.



Slika 19: Jednostavni povrat investicije za prosječan hotel

Instalacijom fotonapona kod svih hotela bi se u sektoru otvorilo oko 910 čovjek/godina poslova, uz ukupne investicijske troškove od skoro 550 milijuna kuna, i godišnju uštedu od preko 70 milijuna kuna. Ovakav razvoj bi potrajao barem 8 godina, što znači da bi godišnje na tom bilo izravno zaposleno oko 115 ljudi, čime bi se zaposlenost povećala za barem 2,6% u OIE sektoru.

Ukoliko se uzme da bi ovakvi fotonaponski sustavi proizveli prije navedenu količinu kWh električne energije godišnje, te da bi zamjenjivali proizvodnju iz termoelektrana na ugljen na godišnjoj razini bi se uštedilo barem 53.547 tona ekvivalentnog CO₂, odnosno 24,7 tona SO₂, 16,4 tona NO_x i 1,39 tona PM₁₀ lebdećih čestica.

4. 1. 4. Energetski samodostatni otoci

U Hrvatskom dijelu Jadrana prema podacima postoji 698 otoka, 389 otočića i 78 grebena, pri čemu je njih samo 49 naseljeno. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u 2011. godini je na svim otocima živjelo 124.955 stanovnika, pri čemu preko 10.000 stanovnika imaju otoci Krk, Korčula, Brač i Hvar. Krk je najnaseljeniji Hrvatski otok sa 19.383 stanovnika odnosno 15,51% stanovnika na svim otocima.

Što se tiče turističkog prometa na otocima, prema podacima iz 2013. godine najviše turista dolazi na otok Krk te ih je 2013. godine bilo 669.000 tisuća. Slijede Pag sa 288.000, Lošinj sa 253.000, Rab sa 235.000 i Hvar sa 226.000 turista. U pogledu noćenja je ponovno prvi Krk sa 3.958.000 noćenja, a između jednog i dva milijuna noćenja imaju još i Pag, Lošinj, Rab, Hvar i Brač.

Nulta emisija stakleničkih plinova predstavlja kontinuirani proces povećanja učinkovitosti korištenja resursa u proizvodnji i trgovini, te iskorištavanje svih materijalnih sastavnih dijelova bez stvaranja neiskoristivog otpada i nastajanja štetnih emisija u procesima. Smanjivanje ispuštanja CO₂ se postiže stalnim mjerama poboljšanja, te nadoknandom preostalih emisija stakleničkih plinova pomoću mjera kao što su obnovljivi izvori energije za proizvodnju energije koja se koristi u sektoru proizvodnje, trgovine, usluga i drugima.

Kao idealan primjer otoka koji želi postići nultu emisiju stakleničkih plinova kroz mjere uštede energije, energetske učinkovitosti, obnovljivih izvora energije i električne mobilnosti ističe se najveći otok Krk koji je prije nekoliko godina aktivno krenuo u provođenje mjera kojim bi taj otok prvi u Hrvatskoj postao otok nulte emisije stakleničkih plinova. Za tu svrhu je otok Krk već izradio nekoliko studija mogućnosti izgradnja vjetroelektrana i sunčanih elektrana na svom otoku, te u bližoj budućnosti kani i krenuti u razvoj vjetroelektrane, te izgradnju sunčanih fotonaponskih sustava na krovovima na pilot lokacijama.

Za otok Krk poznati su podaci o ukupnoj potrošnji električne energije na godišnjoj razini, te su na osnovu istih napravljena dva scenarija - prvi u kojem se pola električne energije dobije iz sunčanih elektrana, a pola iz vjetroelektrana i drugi u kojem

se sva električna energija dobije iz sunčanih elektrana. Scenarij 100% vjetroelektrana nije razmatran s obzirom da na nekim otocima ne postoji mogućnost izgradnje vjetroelektrana prema trenutnim zakonima, te činjenice da vjetroelektrane puno više električne energije proizvode zimi u doba kada je manja vršna potrošnja električne energije na otocima. S obzirom da otok Krk nastanjuje 15,5% stanovništva na svim otocima u Hrvatskoj te 26,31% svih turističkih noćenja na otocima (prema podacima HTZ-a za 2013. godinu), procijenjeno je da Krk čini petinu sve potrošnje električne energije na otocima u Hrvatskoj. Podaci o potrošnji električne energije po svakom otoku u ovom trenutku nisu bili dostupni. Stoga će se u scenarijima osim procjena za otok Krk napraviti ukupna procjena za sve naseljene otoke u Hrvatskoj. U obzir treba uzeti činjenicu da se na nekim manjim otocima zbog trenutnog zakonodavnog okvira ne mogu izgraditi vjetroelektrane, tako da bi se na takvim otocima morali fokusirati isključivo na sunčane elektrane. Za proračun proizvodnje iz vjetroelektrana je korišten vjetroagregat Enercon E-101 snage 3 MW koji spada u renomirane europske proizvođače vjetroagregata.

Otok Krk na godišnjoj razini troši otprilike 119.000.000 do 120.000.000 kWh električne energije, tako da ćemo za scenarije pretpostaviti 600.000.000 kWh potrošnje električne energije za sve naseljene otoke u Hrvatskoj.

Scenarij 1: 50% fotonapon, 50% vjetroelektrane

Otok	Potrošnja električne energije / kWh	Snaga FN sustav 50% / kW	Proizvodnja FN sustava 50% / kWh	Snaga VE sustav 50% / kW	Proizvodnja VE 50% / kWh
Krk	120.000.000	50.000	61.100.000	16.000	58.578.666
Ukupno	600.000.000	230.769	300.000.000	93.750	300.000.000

Tablica 17: Procjena proizvodnje električne energije iz fotonapona i vjetroelektrana za otoke

U prvom scenariju za otok Krk je prema dostupnim podacima napravljen proračun potrebne instalirane snage fotonaponskih sustava na krovovima da se pokrije 50% potreba za električnom energijom, te je isti napravljen i za vjetroelektrane korištenjem postojećih mesoscale podataka vjetra za otok Krk. Prema tim podacima bi se na krovovima na otoku moralo postaviti 50 MW sunčanih elektrana, te 16 MW vjetroelektrana. Kada se to prebaci na razinu svih otoka dobije se 231 MW fotonaponskih sustava na krovovima na otocima, te 94 MW vjetroelektrana. Za proračun fotonapona na razini svih otoka je korištena malo veća osunčanost nego na Krku, pošto je ona veća na jugu, dok je za vjetroelektrane korištena malo manja proizvodnja po MW s obzirom da otok Krk prema pokazateljima ima veći potencijal vjetra nego južni otoci. S obzirom da na pojedinim otocima vjerojatno nema dovoljno kuća za postavljanje fotonaponskih sustava, dio bi ih se izgradio na tlu pri čemu treba uzeti u obzir da one proizvode jednako ili više električne energije od sustava na krovovima.

Scenarij 2: 100% fotonapon

Otok	Broj	Stanovnici	Potrošnja električne energije / kWh	Snaga FN sustav na krovovima 50% / kW	Proizvodnja FN sustava na krovovima 50% / kWh	Snaga FN sustav 50% na tlu / kW	Proizvodnja FN sustava na tlu 50% / kWh
Krk	1	19.383	120.000.000	50.000	61.100.000	46.000	59.300.000
Ukupno	49	124.955	600.000.000	230.769	300.000.000	222.222	300.000.000

Tablica 18: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za škole i vrtiće

Prema drugom scenariju za otok Krk je prema dostupnim podacima napravljen proračun potrebne instalirane snage fotonaponskih sustava na krovovima da se pokrije 50% potreba za električnom energijom, te potrebne instalirane snage da se pokrije ostalih 50% iz fotonaponskih sustava na tlu. Prema tim podacima bi se na krovovima na otoku moralo postaviti 50 MW sunčanih elektrana na krovu i 46 MW na tlu, odnosno 231 MW na krovu na svim otocima te 222 MW na tlu. Naravno kao što je i navedeno u prvom scenariju i ovdje postoji mogućnost postavljanja dio sustava sa krova na tlo ili obrnuto ovisno o pojedinoj situaciji na pojedinom otoku.

Kao što se uočava prema prikazanim brojkama bila bi potrebna prilična ulaganja da otoci postanu energetska neovisni što se tiče električne energije. Treba uzeti u obzir da bi se prelaskom na obnovljive izvore energije u svim sektorima povećala potrošnja električne energije na otocima s obzirom da bi se u sektoru transporta moralo preći na električna vozila, a u sektoru grijanja/hlađenja na električnu energiju, dizalice topline i sunčane kolektorske sustave. Ušteda bi se pak mogla postići uvođenjem LED rasvjete u javnu rasvjetu i kućanstva

te javne prostore. Naravno, 100% električne energije iz OIE na otocima znači i dodatna ulaganja u pametnu elektroenergetsku mrežu koja bi predstavljala dodatni potencijal za gospodarstvo i dodatna radna mjesta u sektoru.

Na osnovu dobijenih podataka po scenariju 1 - 50% fotonapona i 50% vjetroelektrana dolazi se do slijedećih brojki u pogledu investicija, te prihoda uz predviđenu buduću cijenu električne energije od 0,06 €/kWh. Za investicijski trošak su uzeta predviđanja za veće fotonaponske sustave i vjetroelektrane koji su obrađeni ranije u ovoj studiji.

Otok	Broj	Investicija fotonapon / kn	Investicija vjetroelektrane / kn	Prihodi / kn	Jednostavni povrat investicije / god
Ukupno	49	1.584.690.723	929.906.250	274.680.000	9,15

Tablica 19: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za otoke - scenarij 1

Za scenarij 2 su pak dobijeni slijedeći podaci pri čemu su sustavi fotonapona pola na krovovima uz veće investicijske troškove, a ostali su na tlu uz manje investicijske troškove po instaliranom kW. Kao i u scenariju 1 predviđeni su prihodi od 60 €/MWh.

Otok	Broj	Investicija fotonapon na krovu / kn	Investicija fotonapon na tlu / kn	Prihodi / kn	Jednostavni povrat investicije / god
Ukupno	49	2.465.074.458	1.584.690.723	274.680.000	14,74

Tablica 20: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za otoke - scenarij 2

U prvom scenariju je povrat sredstava predviđen za manje od 10 godina što je prilično dobro, dok je u drugom slučaju malo lošiji te iznosi skoro 15 godina što pokazuje priličnu upitnost investicije isključivo u fotonapon sa aspekta današnjeg stanja tržišta.

Instalacijom fotonapona ovaj način bi se u sektoru otvorilo oko 825 novih čovjek/godina poslova za projekte vjetroelektrana za scenarij 1 dok bi za sunčane elektrane u istom scenariju bilo otvoreno oko 4.200 čovjek/godina poslova (8.400 za scenarij 2), uz ukupne investicijske troškove od skoro skoro 2,6 milijarde kuna za scenarij 1, te malo preko 4 milijarde kuna za scenarij 2. Prihodi su u oba slučaja oko 275 milijuna kuna.

Ukoliko bi se procijenio razvoj ovolike količine projekata na 7 godina to bi bilo oko 118 izravnih radnih mjesta u tom periodu kod vjetroelektrana te 600 odnosno 1.200 izravnih radnih mjesta kod sunčanih elektrana. U scenariju 1 bi to značilo povećanje zaposlenosti za barem 16%, dok bi u slučaju dva ista bila barem 27% veća.

Ukoliko se uzme u obzir da bi ovakvi fotonaponski sustavi odnosno vjetroelektrane proizveli prije navedenu količinu kWh električne energije godišnje, te da bi zamjenivali proizvodnju iz termoelektrana na ugljen na godišnjoj razini bi se uštedilo barem 510.000 tona ekvivalentnog CO₂, odnosno 234,7 tona SO₂, 156,5 tona NO_x i 13,3 tona PM₁₀ lebdećih čestica.

4. 2. Sektor obrazovanja

4. 2. 1. Energetski samodostatne škole

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku na kraju školske godine 2013./2014. su na području Hrvatske djelovale 852 osnovne škole, koje su u svom statusu imale 1.208 područnih škola/odjela. Osnovne škole su imale ukupno 327.112 učenika. Prosječno je to 384 učenika po samostalnoj osnovnoj školi, pri čemu treba uzeti u obzir da i u područnim školama ima dosta djece tako da bi prosjek po osnovnim školama bio manji. S obzirom da su područne škole puno manje od ostalih osnovnih škola i da često nemaju vlastitu zgradu, nego su u sklopu drugih objekata, za proračune će se koristiti isključivo samostalne matične osnovne škole, njih ukupno 852.

Dječjih vrtića u Hrvatskoj ima 1.413 plus 177 drugih pravnih osoba (osnovne škole, igraonice u knjižnici ili druge ustanove ili udruge). Od tog ukupnog broja vrtića 284 su samostalna, a njih 259 imaju u svom sastavu područne odjele. Područnih je odjela 870. S obzirom da je situacija slična kao i kod škola u obzir će se uzeti ta 543 dječja vrtića. Prosječni broj djece u vrtićima je manji nego u osnovnim školama tako da se može procijeniti i manja potrošnja električne energije u vrtićima za otprilike 20%.

Srednjih škola prema statistici ima 440, koji prema metodologiji statističkog prikupljanja podataka uključuju 740 školskih jedinica različitih vrsta. Od toga su 244 samostalne srednje škole koje će biti predmet ovih proračuna. Prosječni broj učenika po srednjim školama je otprilike jednak kao i kod osnovnih škola tako da se može pretpostaviti da je potrošnja električne energije u njima približno slična.

• Studij slučaja škole

U školama i vrtićima većina potrošnje električne energije se ostvaruje iz rasvjete, pri čemu se zamjenom i postavljanjem LED rasvjete mogu postići velike uštede u ukupnoj potrošnji električne energije.

Za proračun su iskorišteni podaci jedne škole u Dalmaciji, koja je nedavno napravila zamjenu LED rasvjete na području cijele škole, te postavila fotonaponski sustav koji pokriva potrošnju električne energije nakon implementacije LED rasvjete.

Potrošnja električne energije u toj specifičnoj osnovnoj školi je na godišnjoj razini bila oko 80.600 kWh, a uvođenjem LED rasvjete na razini škole se postiže ušteda od 57% na godišnjoj razini u potrošnji električne energije, što u brojkama predstavlja potrošnju od 34.658 kWh električne energije odnosno uštedu od 45.942 kWh.

U pogledu fotonaponskog sustava napravljen je proračun s kojim bi se pokrilo praktički 100% potreba za električnom energijom, pri čemu bi se fotonaponski sustav implementirao paralelno sa LED ra-

svjetom sa ciljem da fotonapon pokrije potrebe za električnom energijom nakon što se uvede LED rasvjeta.

Za ovu osnovnu školu je procijenjeno da će nakon implementacije LED rasvjete ukupna potrošnja biti 34.658 kWh električne energije. S obzirom na prilično veliku osunčanost lokacije, na školi je izgrađen fotonaponski sustav snage 25 kW koji će na godišnjoj razini proizvesti oko 33.000 kWh električne energije te tako pokriti većinu potreba za električnom energijom škole.

• Multiplikacijske mogućnosti

Ukoliko se te brojke prošire na razinu svih samostalnih osnovnih škola, srednjih škola i dječjih vrtića dobiju se slijedeće multiplikacijske brojke:

Naziv	Broj	Potrošnja električne energije prije LED-a/ kWh	Potrošnja električne energije nakon LED-a / kWh	Ušteda električne energije / kWh
Osnovne škole	852	68.671.200	29.528.616	39.142.584
Srednje škole	244	19.666.400	8.456.552	11.209.848
Dječji vrtići	543	35.012.640	15.055.435	19.957.204

Tablica 21: Procjena uštede električne energije škola i vrtića

Prema ovoj procjeni postavljanjem LED rasvjete bi se na ukupnoj razini ostvarila velika ušteda u potrošnji električne energije na razini škola i vrtića koja bi na godišnjoj razini iznosila 70.309.636 kWh, odnosno 70.309,64 MWh električne energije godišnje.

Ušteda bi mogla biti i veća ukoliko bi se isto napravilo i u područnim školama i vrtićima, ali bi se u njihovom slučaju morala napraviti detaljna studija s obzirom na različitu veličinu područnih škola i vrtića.

S obzirom da je veći dio škola i vrtića u kopnenom dijelu Hrvatske, za prosječnu proizvodnju električne energije po svakom instaliranom kW fotonaponskih sustava je uzet manji broj kWh nego što je izračunato za studiju slučaja. Stoga je uzeta proizvodnja prosječnog fotonaponskog sustava od 1.150 kWh po instaliranom kW, s ciljem da se pokrije 95% potreba za električnom energijom nakon implementacije LED rasvjete.

Ukoliko se te brojke prošire na razinu svih samostalnih osnovnih škola, srednjih škola i dječjih vrtića dobiju se slijedeće multiplikacijske brojke:

Naziv	Broj	Potrošnja električne energije / kWh	Instalirana snaga FN sustav 100% / kW
Osnovne škole	852	29.528.616	24.393
Srednje škole	244	8.456.552	6.986
Dječji vrtići	543	15.055.435	12.437

Tablica 22: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave

Na osnovu tih podataka dobivene su brojke koje ukazuju da bi na svim samostalnim školama i vrtićima bilo potrebno instalirati oko 43.816 kW fotonaponskih sustava, odnosno oko 44 MW istih. Uz dobro osmišljeni program, sve škole u Hrvatskoj bi relativno brzo mogle dobiti svoju vlastitu LED rasvjetu i fotonaponske sustave.

Naravno s obzirom na veliku teritorijalnu raširenost škola i vrtića ovi podaci predstavljaju samo osnovnu procjenu, te bi se za točnije brojke morala raditi procjena po regijama ili bolje po županijama. Također bi se odvojeno morala napraviti procjena za područne škole i vrtiće.

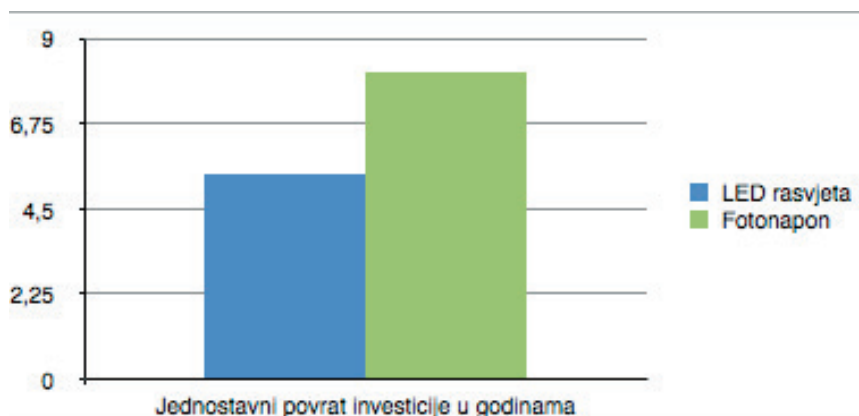
Uz pomoć dobijenih podataka o uštedenoj energiji i instaliranoj snazi LED rasvjete, te instaliranoj i proizvodnoj snazi fotonaponskih postrojenja napravljena je procjena investicijskih troškova za škole i vrtiće (koja je dobijena podjelom ukupnih troškova sa njihovim brojem) te jednostavni povrat takvih investicija.

Škole i vrtići	Broj	Investicija LED/ kn	Uštedena energija LED/ kn	Investicija fotonapon/ kn	Uštedena energija fotonapon/ kn
Prosjek	1	210.000	38.608	285.566	35.200
Ukupno	1.639	344.190.000	63.278.672	468.042.512	57.692.800

Tablica 23: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za škole i vrtiće

Za troškove LED rasvjete su korišteni podaci od jednog renomiranog europskog proizvođača LED rasvjete, a cijena uštedene energije je dobijena na osnovu uštede u potrošnji električne energije. Za investicijske troškove fotonaponskih sustava je korišten procijenjeni trošak za male sustave od 10.640 kn/kW, a cijena uštedene energije je dobijena na osnovu korištenja net-meteringa kakav nudi već spomenuti opskrbljivač. S obzirom da bi se ovakav projekt mogao raditi i na razini države, postojala bi mogućnost postizanja nižih cijena sustava i za do 20%.

Jednostavni povrat investicije koji je dobijen podjelom investicijskog troška i uštedene energije se može vidjeti na slici ispod za slučaj prosječnog kampa. Povrat investicije je od 5,5 godine za LED rasvjetu, do malo iznad 8 godina za fotonaponski sustav. Nakon povrata investicije, ostaje čisti profit od štednje u potrošnji električne energije odnsono drugih oblika energije dokle god traje životni vijek sustava koji je najčešće oko 20 godina. Taj profit bi se u ovakvom slučaju mogao iskoristiti za bolje obrazovanje kupovinom modernije opreme i ostvarivanjem boljih uvjeta za njih.



Slika 20: Jednostavni povrat investicije za prosječnu školu odnosno vrtić

Instalacijom fotonapona kod svih škola bi se u sektoru otvorilo oko 800 čovjek/godina poslova, uz ukupne investicijske troškove od skoro 470 milijuna kuna, i godišnju uštedu od preko 57 milijuna kuna. Ovakav razvoj bi sigurno potrajao barem 5 godina, što znači da bi godišnje na tom bilo izravno zaposleno oko 160 ljudi, čime bi se zaposlenost povećala za barem 3,6% u OIE sektoru.

Ukoliko se uzme da bi ovakvi fotonaponski sustavi proizveli prije navedenu količinu kWh električne energije godišnje, te da bi zamjenjivali proizvodnju iz termoelektrana na ugljen na godišnjoj razini bi se uštedilo barem 45.083 tona ekvivalentnog CO₂, odnosno 20,8 tona SO₂, 13,8 tona NO_x i 1,17 tona PM₁₀ lebdećih čestica.

4. 3. Sektor poljoprivrede

Poljoprivreda je važna gospodarska grana u Republici Hrvatskoj, koja se zadnjih godina često nalazi u problemima. Unatoč tome ogroman broj ljudi se u Hrvatskoj još uvijek bavi agrikulturom kroz tvrtke ili obiteljska poljoprivredna gospodarstva (OPG).

U ovoj studiji će se isključivo fokusirati na OPG-ove, čiji je broj prema statistici u Upisniku poljoprivrednih gospodarstava u blagom padu zadnjih nekoliko godina, ali još uvijek se radi o impresivnoj brojci od 184.511 OPG-ova na početku ove godine.

Velika većina tih OPG-ova spada u male obiteljske, dok je manji broj srednje velikih i velikih. S obzirom na vrlo različite poljoprivredne kulture koje OPG-ove uzgajaju i različitu stoku i perad koju uzgajaju vrlo je teško procijeniti strukturu potrošnje električne i toplinske energije u pojedinom OPG-u.

U pogledu toplinske energije za zagrijavanja prostora kod OPG-a se često koristi biomasa koja je najisplativiji način zagrijavanja prostora u poljoprivrednim prostorima. Za takve sustave najbolje je kao u već spomenutom OPG-u imati visokoučinkovitu peć koja će zagrijavati prostor.

ZEZ kroz svoj projekt Aggrificiency trenutačno radi na prvim studija-

ma za postavljanje LED rasvjete, solarnih fotonaponskih i kolektorskih sustava, te drugih potencijalnih mogućnosti iskorištavanja obnovljivih izvora energije u poljoprivredne svrhe koji u daljoj budućnosti uključuju i električne traktore.

Za ovu studiju su iskorišteni podaci o potrošnji električne energije, rasvjeti i tople vode jednog srednje velikog OPG-a koji se nalazi u Sisačko-moslavačkoj županiji i za koji se procjenjuje da troši otprilike tri puta veću količinu električne energije i tople vode nego što je uobičajeno za OPG. S obzirom na veliku raznovrsnost OPG-ova u državi koji su raspoređeni po čitavoj zemlji, dobivene brojke se trebaju uzeti sa još većom rezervom nego kod drugih slučajeva, pošto češće postoje ekstremni slučajevi potrošnje električne energije ili tople vode.

4.3.1. Energetski održivi OPG-ovi

• Studija slučaja OPG-a

Podaci OPG-a iz Sisačko-moslavačke županije navode da na njegovom prostoru ukupno ima oko 80 rasvjetnih tijela, pri čemu je njih 61 snage od 75 do 100 W, tri su snage od 250 W te je njih 16 snage od 60 W. Ukupna instalirana snage rasvjete je 6.9 kW. Ukoliko bi se umjesto standardne rasvjete postavila LED rasvjeta ukupna instalirana snaga bi se prema procjenama mogla smanjiti na oko 1.2 kW što znači da postoji potencijal uštede od čak 5.7 kW u rasvjeti.

S obzirom da se procjenjuje da takva rasvjeta na dan prosječno radi 5.5 sati (malo manje po ljeti, malo više po zimi) na godišnjoj razini bi se korištenjem LED rasvjete ostvarila ušteda od čak 11.462,5 kWh, odnosno preko 80%. Sama rasvjeta inače čini veliki udio potrošnje električne energije u OPG-u (i preko 80% ukoliko se ista ne koristi za grijanje tople vode).

Što se tiče tople vode, prema njihovim podacima oni na dnevnoj razini troše od 400 do 500 l tople vode koja je na temperaturi od 50 do 60 stupnjeva celzijusa. Ova količina vode se koristi na dnevnoj bazi svaki dan u godini. Cilj proračuna za sunčane kolektore je bio da se pokrije preko 70% potreba za toplinskom energijom tokom godine s obzirom da je za veću iskoristivost neisplativo postavljati više kolektora zbog manje iskoristivosti sustava tokom zimskog razdoblja.

Za proračun je korištenjem programskog alata dobiven podatak da se na godišnjoj razini za pokrivanje 74,2% potreba za toplinskom energijom treba iz sunčanih kolektora proizvesti 5.865 kWh toplinske energije kroz uobičajeni pločasti sustav. To bi za uobičajeni srednje-veliki OPG bilo otprilike trećina potrošnje električne energije ukoliko se ona koristi za pripremu tople vode.

Prema dostupnim podacima OPG-a na godišnjoj razini je njegova potrošnja električne energije oko 19.000 kWh električne energije. Da bi se pokrila godišnja potreba za fotonaponskim sustavima bilo bi potrebno instalirati oko 18 kW sustava pri čemu bi pola bilo na krovu, a pola na tlu.

• Multiplikacijske mogućnosti

U pogledu LED rasvjete ukoliko bi se dobivene brojke proširile na razinu svih OPG-ovadobiju se slijedeće multiplikacijske brojke:

OPG	Broj	Instalirana snaga / kW	Ušteda instalirane snage uz LED / kW	Ušteda električne energije / kWh
Srednje-veliki	1	6,90	5,70	11.462,50
Ukupno	184.511	424.375	350.571	704.985.780

Tablica 24: Procjena uštede električne energije srednje-velikih kampova

Kao što je već ranije navedeno, za prosječni OPG je uzeta tri puta manja instalirana snaga sustava te tri puta manja ušteda električne energije. Tim putem smo ukupno došli do velike uštede električne energije od 704.985.780 kWh godišnje, odnosno otprilike 704.986 MWh.

Uvođenjem LED rasvjete bi OPG-ovi ostvarili veliku uštedu električne energije, koja bi na pojedinim gospodarstvima činila i od 70 do 80% uštede u ukupnoj potrošnji električne energije.

S obzirom da je više od 2/3 OPG-ova u Hrvatskoj na kopnenom dijelu zemlje, Sisačko-moslavačka županija je prilično dobar prosjek za proizvodnju električnu energiju iz energije sunca. Stoga su brojke za proizvodnju toplinske energije slijedeće:

OPG	Broj	Proizvodnja toplinske energije za pločasti sustav / kWh
Srednje-veliki	1	5.865
Ukupno	184.511	360.914.505

Tablica 25: Procjena proizvodnje toplinske energije za pločasti sustav

Ovi podaci pokazuju da čak i na lokacijama u unutrašnjosti postoji ogroman potencijal uštede električne energije za pripremu tople vode korištenjem sunčanih kolektorskih sustava. Naravno, treba uzeti u obzir činjenicu da mnogi OPG-ovi ne koriste električnu energiju za tu svrhu, ali svi koji koriste bi, ukoliko je to moguće trebali postaviti sunčane kolektore. Na razini svih OPG-ova bi se moglo ostvariti i do 360.915 MWh uštede toplinske energije.

Cilj proračuna je bio da se kroz fotonaponski sustav u potpunosti pokriju potrebe za električnom energijom OPG-a. Takve stvari su potencijalno problematične samo za najveće OPG-ove koji bi na godišnjoj razini zbog ograničenja prostora vjerojatno morali koristiti dodatne mogućnosti za proizvodnju električne energije.

Pri proračunu proizvodnje fotonaponskog sustava uzeti su uobičajeni gubici zbog temperature, kabliranja, invertera i drugi koji sveukupno iznose oko 24%. Pretpostavlja se postavljanje sustava djelomično na tlu a djelomično na krov (u omjeru 50-50), uz odgovarajuću optimalnu orijentaciju i inklinaciju. Ukoliko bi se svi sustavi postavljali na krovovima proizvodnja bi najvjerojatnije bila nešto manja, s tim da dodatno treba uzeti u obzir da na svim lokacijama neće moći sustav biti okrenut prema jugu, ali bi se u svakom slučaju morao postavljati na nezasjenjenim lokacijama.

OPG	Broj	Potrošnja električne energije / kWh	Instalirana snaga FN sustav 50% na tlu/ kW	Proizvodnja FN sustava 50% na tlu/ kWh	Instalirana snaga FN sustav 50% na krovu/ kW	Proizvodnja FN sustava 50% na krovu/ kWh
Srednje-veliki	1	19.000	9	10.400	9	9.880
Ukupno	184.511	50.350.600	553.533	639.638.133	553.533	607.656.226

Tablica 26: Procjena proizvodnje električne energije za fotonaponske sustave

Prema procjenama, kad bi OPG-ovi u potpunosti počeli koristiti sunčane fotonaponske sustave trebali bi otprilike po 553 MW sustava i na krovu i na tlu ili nekakvu kombinaciju istih. Time bi na godišnjoj razini proizvodili otprilike 1,25 TWh električne energije što je na razini Republike Hrvatske prilično velika količina proizvodnje.

Za točniju procjenu potrebne instalirane snage fotonaponskih sustava bi bilo potrebno dobiti podatke o potrošnji iz puno većeg broja OPG-a, ali i ovako se vidi da je potencijal OPG-ova za proizvodnju električne energije unutar države ogroman. Iako je iznos otprilike 25 puta veći od trenutne instalirane snage fotonaponskih sustava u Hrvatskoj, on bi u nekom srednjem roku mogao biti iskorišten.

Na osnovu dobijenih podataka o uštedenoj energiji i instaliranoj snazi LED rasvjete, proizvodnji toplinske energije iz solarnih kolektora, te instaliranoj i proizvodnoj snazi fotonaponskih postrojenja napravljena je procjena investicijskih troškova OPG-ova, te prosječnog OPGa (koji je dobijen podjelom ukupnih troškova sa brojem OPGa).

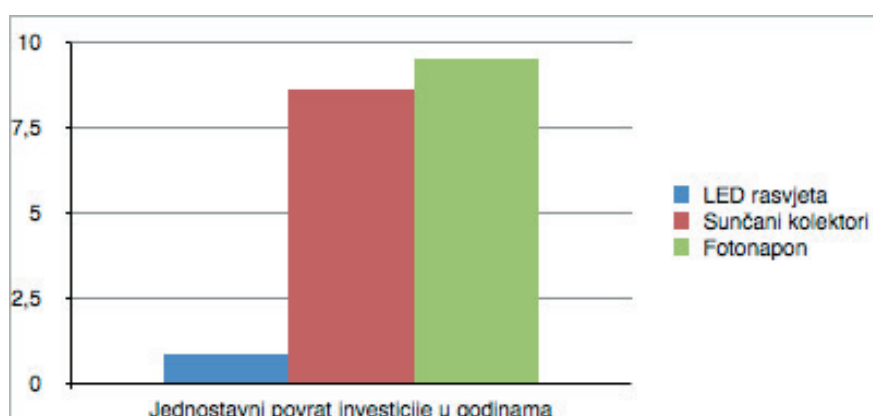
OPG	Investicija LED/ kn	Uštedena energija LED/ kn	Investicija sunčani kolektor/ kn	Uštedena energija sunčani kolektor/ kn	Investicija fotonapon/ kn	Uštedena energija fotonapon/ kn
Prosjek	2.500	3.057	17.000	1.976	64.092	6.732
Ukupno	461.277.500	563.988.624	3.136.687.000	364.523.650	11.825.679.012	1.242.128.052

Tablica 27: Investicijski troškovi po tehnologiji u kunama za OPG-ove

Za troškove LED rasvjete su korišteni podaci od jednog renomiranog europskog proizvođača LED rasvjete, a cijena uštedene energije je dobijena na osnovu uštede u potrošnji električne energije. Za troškove investicije su korišteni podaci od nekoliko hrvatskih tvrtki koje se bave ugradnjom takvih sustava, a cijena uštedene energije podrazumijeva da je OPG do sada toplu vodu proizvodio uz pomoć električne energije. Ukoliko se koristi neki drugi energent, proračun bi morao uzeti u obzir trošak te vrste energije. Za investicijske troškove fotonaponskih sustava je korišten procijenjeni trošak za male sustave od 10.640 kn/kW, a cijena uštedene energije je dobijena na osnovu spomenutih mogućnosti. Kao i u slučaju hotela i ovdje bi se udruživanjem

mogle postići niže cijene sustava i to i do 20% ukoliko se skupi dovoljno veliki broj zainteresiranih stranaka.

Jednostavni povrat investicije koji je dobijen podjelom investicijskog troška i uštedene energije se može vidjeti na slici ispod, za slučaj prosječnog kampa. Povrat investicije je od manje od jedne godine za LED rasvjetu, do malo iznad 9,5 godina za fotonaponski sustav, te oko 8,6 godina za sunčani kolektorski sustav. Za LED sustav je povrat iznimno kratak zbog toga što se rasvjeta koristi svakodnevno, dok je za fotonapon malo veća jer su uvjeti sunca u kontinentalnoj Hrvatskoj, gdje se većina OPGa nalazi lošiji nego na području Dalmacije i Primorja. Nakon povrata investicije, ostaje čisti profit od štednje u potrošnji električne energije odnosno drugih oblika energije dokle god traje životni vijek sustava koji je najčešće oko 20 godina.



Slika 21: Jednostavni povrat investicije za prosječni OPG

Instalacijom fotonapona kod svih OPG-ova bi se u sektoru otvorilo i do 20.000 čovjek/godina poslova, uz ukupne investicijske troškove od skoro 11,8 milijardi kuna, i godišnju uštedu od skoro 1,25 milijardi kuna. Ovakav razvoj bi potrajao barem 8 godina, što znači da bi godišnje u tom bilo zaposleno oko 2.500 ljudi, čime bi se zaposlenost povećala za barem 56% u OIE sektoru.

Ukoliko se uzme u obzir da bi ovakvi fotonaponski sustavi proizveli prije navedenu količinu kWh električne energije godišnje, te da bi zamjenjivali proizvodnju iz termoelektrana na ugljen na godišnjoj razini bi se uštedilo barem 1.060.200 tona ekvivalentnog CO₂, odnosno 488 tona SO₂, 325 tona NO_x i 27,65 tona PM₁₀ lebdećih čestica.





5. Preporuke za donosiocce odluka za razvoj obnovljivih izvora energije i energetska tranziciju

Cilj ovih preporuka je unaprijediti zakonodavstvo i potaknuti građane i zadruga da idu u korak s mogućnostima koje nudi EU, ali isto tako i u korak s primjerima dobre prakse ulaganja u zelene tehnologije od strane građana i energetskih zadruga u Njemačkoj, Danskoj, Španjolskoj ili Belgiji. Energetske zadruga i projekti OIE u vlasništvu građana bitna su stavka energetske tranzicije jer pomažu razvitku lokalne i regionalne ekonomije, stvaraju nova radna mjesta, promoviraju obnovljive izvore energije, pridonose energetske neovisnosti, koriste lokalne resurse i povećavaju otpornost na tržišne krize. Energetske zadruga građana pokazale su pozitivne rezultate u zemljama Europske unije i mogu se uspješno primijeniti u Hrvatskoj. Tako su na primjer u Njemačkoj gotovo 60% svih postrojenja koja koriste OIE u vlasništvu zadruga i građana čime se osigurava da se veći dio koristi od razvoja OIE vraća lokalnoj zajednici. U Danskoj, vodećoj državi u iskorištenju vjetroenergije, preko 150.000 pojedinaca su članovi energetskih zadruga koje u suvlasništvu imaju više od 75% svih vjetroelektrana u Danskoj. Do sada su se postrojenja koja koriste OIE u Hrvatskoj gotovo u potpunosti razvijala od strane pojedinačnih tvrtki, uz minimalno uključivanje građana i lokalne zajednice u takve projekte. U Hrvatskoj trenutno ne postoji niti jedan primjer energetske zadruga koja je uložila vlastita sredstva u projekt, a građani/pojedinci u razvoju OIE sudjeluju jedino kroz izgradnju sunčevih elektrana, koja čine samo 6% od instalirane snage iz svih postrojenja OIE, dok 83% instalirane snage čine vjetroelektrane u kojima niti građani niti energetske zadruga nisu uključeni. S obzirom da se razvoj OIE u Hrvatskoj temelji na subvencioniranju proizvedene energije iz OIE iz fonda u koji uplaćuju svi građani kroz posebnu naknadu na računu za električnu energiju, važno je omogućiti da se dio sredstava i koristi

od fonda vrati natrag građanima i lokalnoj zajednici.

U nastavku su navedene preporuke i smjernice koje će potaknuti razvoj energetskih zadruga i povećati participaciju građana u projektima OIE:

1. Obavezno ustupanje prava građanima na udio u vlasništvu projekata OIE (prema dobroj praksi u Danskoj i Belgiji) – za vjetroagregate više od 25 m i solarne elektrane nominalno instalirane snage 1 MW ili više, najmanje 25% vlasničkog udjela treba biti ponuđeno građanima. Prioritet za kupnju udjela imaju članovi energetske zadruga i građani koji imaju registrirano mjesto prebivališta u radijusu od 50 km od postrojenja.
2. Osiguravanje kvote od 200 MW za poticanje projekata OIE u vlasništvu građana ili lokalne samouprave (prema dobroj praksi u Velikoj Britaniji) – za projekte OIE u vlasništvu građana ili lokalne samouprave treba osigurati kvotu za svaku tehnologiju posebno: 100 MW za vjetar, 50 MW za fotonaponske elektrane veće od 30 kW te 50 MW za biomasu i bioplin.
3. Tranzicija od sadašnjeg sustava poticanja, prilagođenog velikim proizvođačima, s kvotama na ugovaranje, prema sustavima poticanja temeljenim na „net-metering“-u, za fotonaponske sustave do 30 kW, prilagođenog proizvodnji na mjestu potrošnje i naprednim pametnim energetskim mrežama. „Net-metering“ je oblik poticaja distribuirane proizvodnje iz OIE korištenjem dvosmjernog brojlara pri čemu se prati „neto“ razmjena na obračunskom mjernom mjestu.
4. Oslobođanje od poreza na reinvestiranu dobit zadruga – prema hrvatskom Zakonu o zadrugama,

nakon pokrivanja troškova, zadruge su dužne izdvojiti obaveznih 20% profita za daljnji razvoj zadruge, na što moraju platiti porez, dok su istodobno svi ostali gospodarski subjekti, osim zadruga, oslobođeni plaćanja poreza na reinvestiranu dobit.

5. Smanjenje troškova za priključenje fotonaponskih elektrana – troškovi priključenja fotonaponskih elektrana u Hrvatskoj, a posebice malih postrojenja koja se grade na postojećim građevinama su izrazito visoki u odnosu na ukupnu cijenu projekta (i do 50% vrijednosti projekta), pa je potrebno utjecati na operatora distribucijskog sustava da tipizacijom i unaprijeđenjem svoje javne nabave smanji troškove priključaka i troškove radova potrebnih tijekom priključenja. Također, potrebno je potaknuti zakonodavca, regulatora te operatore prijenosnog i distribucijskog sustava da preispitaju postojeće tarifne sustave i naknade kako bi se osmislili i primijenili tarifni sustavi koji će razvijati projekte malih snaga za proizvođače koji koriste OIE.

6. Transparentna i nediskriminirajuća provedba i kontrola stavljanja biogoriva na tržište. Potrebno je osigurati provedbu pravedne i obvezujuće sheme kojom će se kontrolirati porast udjela biogoriva u prometu kako bi se ispunili nacionalni ciljevi.

7. Provedba nacionalnih politika za povećanje energetske učinkovitosti. Važno je sustavno unaprijeđivati i osiguravati provedbu mjera i politika za povećanje energetske učinkovitosti kao snažnog poticaja za smanjenje energetske ovisnosti, lokalne poslove i razvoj OIE.

8. Sustavno poticanje smanjenja potrošnje fosilnih goriva za grijanje. Za 100 posto obnovljiv energetski sustav važno je poticati porast udjela OIE za grijanje i hlađenje, što je moguće postići kroz porast individualnih sustava koji koriste OIE (ili električnu energiju iz OIE) ili korištenjem centralnih toplinskih sustava za daljinsko grijanje i hlađenje koji koriste OIE (ili električnu energiju iz OIE). Za lakše dostizanje ovoga cilja preduvjet je i povećanje energetske učinkovitosti, tj. smanjenje potreba za grijanjem i hlađenjem.

6. Prilog 1: Sunčeva energija factsheet

Fotonaponski (PV) sustavi – korištenje energije sunca za proizvodnju električne energije

Cijena fotonaponskih sustava pada u prosjeku od 15% svake godine¹⁶ dok je cijena struje proizvedene iz fotonaponskog sustava već danas konkurentna cijeni struje iz fosilnih izvora.¹⁷

Deutsche Bank predviđa da će cijena fotonaponskih sustava u roku od dvije do pet godina pasti za 40%, a da će cijena proizvodnje iz sunčevih elektrana biti isplativa i bez državnih poticaja u glavnini svijeta u roku dvije godine.¹⁸

Hrvatska se trenutno nalazi na dnu ljestvice zemalja EU prema korištenju sunčeve energije iz fotonaponskih sustava sa oko 8W po stanovniku. Za usporedu, u manje osunčanoj Sloveniji, udio fotonapona po stanovniku iznosi 124W – gotovo 15 puta više.¹⁹

Hrvatska danas ima oko 40 MW instaliranih fotonaponskih sustava, dok primjerice, susjedna Italija ima oko 20.000 MW a Njemačka oko 40.000 MW.²⁰

Ukupna predviđena instalirana snaga fotonaponskih sustava u Hrvatskoj do 2020. godine iznosi 52

16 Prema nedavnom izvještaju velike konzultantske tvrtke Navigant Research za male distribuirane fotonaponske sustave (Distributed Solar PV), cijene kristaličnih modula su pale s oko 4 USD/W 2006. godine, u nekim slučajevima, na ispod 0,6 USD/W 2014. godine

17 Prema podacima izvještaja za nivelirane troškove električne energije iz obnovljivih izvora energije (Levelized Costs of Electricity Renewable Energy Technologies) koje objavljuje Fraunhofer Institut

18 Deutsche Bank Report: Solar Grid Parity in a Low Oil Price Era

19 Prema podacima izvještaja o stanju fotonaponskih sustava (Photovoltaic Barometer) koje objavljuje EuroObserver

20 Prema podacima izvještaja o stanju fotonaponskih sustava (Photovoltaic Barometer) koje objavljuje EuroObserver

MW²¹, a u Sloveniji koja ima dvostruko manje stanovnika već sada je instalirano 200 MW.

Ako bi dostigli cilj od 90 W sunčevih fotonaponskih sustava po stanovniku do 2020. godine (koliko već danas ima manje dozračena Austrija) to bi značilo 400 MW dodatnih instaliranih kapaciteta što, prema iskustvima iz Slovenije, znači oko 1400 novih poslova svake godine.²²

Proizvodnja iz fotonaponskih sustava je danas isplativa i bez poticaja. Cijena investicije za fotonaponski sustav za prosječno kućanstvo 5 kW danas iznosi između 40 i 50 tisuća kuna a investicija se i bez državnih subvencija, otplaćuje za manje od 10 godina.²³

Sunčevi toplinski sustavi – korištenje energije sunca za dobivanje tople vode

Hrvatska ima odličan potencijal za korištenje energije sunca – posebice južni dio obale (2500 - 2700 sunčanih sati) i po dozračenoj energiji ne zaostaje za Grčkom ni za Španjolskom²⁴

Država s najviše instaliranih sunčevih toplinskih sustava po glavi stanovnika, nakon Cipra, je Austrija, čija je maksimalna sunčeva dozračenost još uvijek manja od minimalne dozračenosti u Hrvatskoj.²⁵

21 Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije, Vlada Republike Hrvatske, 2013, <http://files.hrote.hr/files/PDF/Dokumenti/NAP/Nacionalni%20akcijski%20plan%20za%20OIE%20do%202020..pdf>

22 Prema podacima izvještaja o stanju obnovljivih izvora energije u Europi (State of Renewable Energies in Europe) koje objavljuje EuroObserver

23 Prema iskustvima na projektu Održivi kampovi (Sustaincamp) koji provodi Zelena energetska zadruga

24 Zeleni alati: Grijemo se i kuhamo suncem, ZMAG, 2014

25 Prema podacima izvještaja o stanju obnovljivih izvora energije u Euro-

U odnosu na Hrvatsku, na prosječnog stanovnika Slovenije otpada gotovo 4 puta više, a na prosječnog stanovnika Austrije čak dvadeset i jedan puta više instalirane površine sunčevih toplinskih sustava.²⁶

Iznos ulaganja u obiteljski sunčevi toplinski sustav (cca između 10.000 i 15.000 kn²⁷) je danas 2-3 puta niži nego prije pet godina, i time se smanjilo vrijeme povrata investicije čak bez ikakvih poticaja na 6-10 godina. Uz subvenciju FZOEU²⁸ (40-80%, ovisno o lokaciji i korištenom gorivu), vrijeme povrata pada na 2-5 godina!

Za dobivenu istu količinu energije, ulaganje u sunčeve toplinske sustave je jeftinije od ulaganja u termoelektranu na ugljen.²⁹

Danas industrija sunčevih toplinskih sustava u Hrvatskoj zapošljava 200-300 ljudi. Ukoliko se želi proizvesti 3 milijuna metara kvadratnih sunčevih toplinskih sustava u Hrvatskoj do 2020. (tako da na prosječnog stanovnika otpada jednak broj sunčevih toplinskih sustava kao danas u Austriji) to znači, prema iskustvima iz Austrije, između 3000-3500 radnih mjesta svake godine, uključujući proizvodnju i instalatere.³⁰

pi (State of Renewable Energies in Europe) koje objavljuje EuroObserver

26 Prema podacima izvještaja o stanju sunčevih toplinskih sustava, instalirana površina sunčevih toplinskih sustava po stanovniku u 2014. godini u Hrvatskoj iznosi 0.028 m²/stanovniku dok je u Austriji iznosila 0.606 m²/stanovniku, a u Sloveniji 0.099 m²/stanovniku

27 Prema iskustvima na projektu Održivi kampovi (Sustaincamp) koji provodi Zelena Energetska zadruga

28 Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost

29 Prema studiji Energija nadohvat ruke (HBS, 2014) ekonomska usporedba ulaganja u sunčeve toplinske sustave sa termoelektranom na ugljen Plomin C pokazuje da je ukupni trošak ulaganja u 3 milijuna kvadratnih metara instaliranih sunčanih toplinskih sustava upravo jednak trošku ulaganju u TE Plomin C. Ako se još uzmu u obzir uračunati troškovi goriva za Plomin C (60 miliona EUR), cijena emisija CO₂ i troškovi zdravstvenog sustava, troškovi ulaganja u sunčeve toplinske sustave su dugoročno daleko manji od procijenjenih troškova za termoelektranu na ugljen Plomin C

30 Prema podacima iz izvještaja o stanju sunčevih toplinskih sustava u Europi (Solar thermal Barometer) koji objavljuje EuroObserver