

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Ivan Popović

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Duić

Student:

Ivan Popović

Zagreb, 2014.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom obrazovanja na Fakultetu strojarstva i brodogradnje i služeći se navedenom literaturom.

Zahvaljujem se **prof.dr.sc. Nevenu Duiću** te asistentu **dr.sc. Goranu Krajačiću** na stručnoj i nesebičnoj pomoći u ovome radu.

Zahvaljujem se Razvojnoj agenciji Dubrovačko neretvanske županije (DUNEA) na ustupljenim podacima o potrošnji energije na području Dubrovačko-neretvanske županije prikupljenim u okviru projekata Meshartility i Alterenergy.

Zahvale upućujem Marijani i Jeleni na neizmjereno velikoj podršci i razumijevanju.

Ivan Popović

SADRŽAJ

SADRŽAJ.....	I
POPIS SLIKA.....	III
POPIS TABLICA.....	V
POPIS OZNAKA.....	VII
ABSTRACT.....	IX
SAŽETAK.....	X
1. UVOD.....	1
1.1. PROJEKTI I INICIJATIVE KOJE POTIČU ENERGETSKU UČINKOVITOST	1
1.2. GODIŠNJA POTROŠNJA ENERGIJE PO SEKTORIMA U DUBROVAČKO–NERETVANSKOJ ŽUPANIJI.....	3
1.2.1. GODIŠNJA POTROŠNJA ENERGIJE U SEKTORU OPĆE POTROŠNJE.....	4
1.2.2. GODIŠNJA POTROŠNJA ENERGIJE U SEKTORU PROMETA.....	5
2. METODOLOGIJA.....	6
2.1. PODATCI O OPĆINAMA.....	6
2.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE U KUĆANSTVIMA.....	6
2.3. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE U GOSPODARSTVU.....	7
2.4. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE U PROMETU.....	8
2.5. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA CO ₂	10
2.6. PRORAČUN DOPRINOSA MJERA.....	11
3. PRORAČUN POTROŠNJE ENERGIJE I DOPRINOSA MJERA.....	12
3.1. OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA.....	12
3.1.1. O OPĆINI ŽUPA DUBROVAČKA.....	12
3.1.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE.....	13
3.1.3. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA CO ₂	17
3.1.4. PRORAČUN DOPRINOSA MJERE.....	19

3.2. OPĆINA STON.....	28
3.2.1. O OPĆINI STON.....	28
3.2.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE.....	29
3.2.3. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA CO ₂	33
3.2.4. PRORAČUN DOPRINOSA MJERE.....	35
3.3. OPĆINA KONAVLE.....	41
3.3.1. O OPĆINI KONAVLE.....	41
3.3.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE.....	42
3.3.3. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA CO ₂	46
3.3.4. PRORAČUN DOPRINOSA MJERE.....	48
4. ZAKLJUČAK.....	52
LITERATURA.....	54

POPIS SLIKA

Slika 1. Udio sektora u potrošnji energije Dubrovačko–neretvanske županije	3
Slika 2. Udio podsektora u potrošnji energije za sektor opće potrošnje	4
Slika 3. Udio energenata u potrošnji energije osobnih i komercijalnih vozila	5
Slika 4. Položaj općine Župa dubrovačka u Dubrovačko–neretvanskoj županiji.....	12
Slika 5. Struktura potrošnje električne energije u općini Župa Dubrovačka	13
Slika 6. Struktura potrošnje energenata u kućanstvima u općini Župa dubrovačka	13
Slika 7. Struktura potrošnje energenata u gospodarstvu u općini Župa dubrovačka	14
Slika 8. Udio energije u prometu koji otpada na općinu Župa dubrovačka.....	15
Slika 9. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Župa dubrovačka	16
Slika 10. Emisija CO ₂ prema korištenim izvorima energije u općini Župa dubrovačka	17
Slika 11. Emisija CO ₂ prema korištenim izvorima energije u kućanstvima u općini Župa dubrovačka	18
Slika 12. Položaj općine Ston u Dubrovačko – neretvanskoj županiji (tamno plavo na karti)	28
Slika 13. Struktura potrošnje električne energije u općini Ston.....	29
Slika 14. Struktura potrošnje energenata u kućanstvima u općini Ston.....	29
Slika 15. Struktura potrošnje energenata u gospodarstvu u općini Ston	30
Slika 16. Udio energije u prometu koji otpada na općinu Ston	31
Slika 17. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Ston.....	32
Slika 18. Emisija CO ₂ prema korištenim izvorima energije u općini Ston.....	33
Slika 19. Emisija CO ₂ prema korištenim izvorima energije u kućanstvima u općini Ston	34
Slika 20. Kretanje dozračene energije po metru kvadratnom po mjesecima za općinu Ston.....	36

Slika 21. Sučelje softvera PVGIS	37
Slika 22. Kretanje proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava po mjesecima u općini Ston.....	38
Slika 23. Položaj općine Konavle u Dubrovačko – neretvanskoj županiji	41
Slika 24. Struktura potrošnje električne energije u općini Konavle	42
Slika 25. Struktura potrošnje energenata u kućanstvima u općini Konavle	42
Slika 26. Struktura potrošnje energenata u gospodarstvu u općini Konavle	43
Slika 27. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Konavle.....	45
Slika 28. Emisija CO ₂ prema korištenim izvorima energije u općini Konavle	46
Slika 29. Emisija CO ₂ prema korištenim izvorima energije u kućanstvima u općini Konavle	47
Slika 30. Termoizolacijski sustav Demit fasada	49

POPIS TABLICA

Tablica 1. Potrošnja energije po sektorima u Dubrovačko-neretvanskoj županiji	3
Tablica 2. Potrošnja energije u sektoru opće potrošnje u Dubrovačko-neretvanskoj županiji	4
Tablica 3. Potrošnja energije cestovnog prometa u Dubrovačko-neretvanskoj županiji	5
Tablica 4. Emisijski koeficijenti.....	10
Tablica 5. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Župa dubrovačka ...	16
Tablica 6. Emisije CO ₂ prema izvorima energije u općini Župa dubrovačka	17
Tablica 7. Emisije CO ₂ prema izvorima energije u kućanstvima u općini Župa dubrovačka	18
Tablica 8. Proračun energije potrebne za zagrijavanje PTV	20
Tablica 9. Izračun uštede energije i smanjenja emisije CO ₂ zbog primjene solarnih toplinskih sustava, u idealnom slučaju	22
Tablica 10. Izračun uštede energije i smanjenja emisije CO ₂ zbog primjene solarnih toplinskih sustava, u realnom slučaju	23
Tablica 11. Provjera solarnog paketa Vaillant 1PRO.....	24
Tablica 12. Analiza dodatne potrošnje PTV za vrijeme sezone u općini Župa dubrovačka	25
Tablica 13. Proračun investicijskih troškova za smanjenje emisije CO ₂ u kućanstvima od 20% u općini Župa dubrovačka	27
Tablica 14. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Ston.....	32
Tablica 15. Emisije CO ₂ prema izvorima energije u općini Ston.....	33
Tablica 16. Emisije CO ₂ prema izvorima energije u kućanstvima u općini Ston	34
Tablica 17. Električna energija proizvedena fotonaponskim sustavima u općini Ston.....	38
Tablica 18. Proračun investicije i smanjenja emisije CO ₂ u općini Ston	39
Tablica 19. Proračun investicije za željeno smanjenje emisije CO ₂ u kućanstvima od 20%	39

Tablica 20. Izračun cijene struje iz PV sustava.....	40
Tablica 21. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Konavle	45
Tablica 22. Emisije CO ₂ prema izvorima energije u općini Konavle	46
Tablica 23. Emisije CO ₂ prema izvorima energije u kućanstvima u općini Konavle	47
Tablica 24. Potrošnja i uštede energije u tipskoj kući	50
Tablica 25. Proračun investicije i smanjenja emisije CO ₂ u općini Konavle.....	51

POPIS OZNAKA

Oznaka	Mjerna jedinica	Naziv
A_i	m^2	broj metara kvadratnih stambene površine u općini
A_{uk}	m^2	ukupna stambena površina u županiji
C	g/kWh	koeficijent emisije CO ₂
C_{INV}	€	ukupni investicijski trošak
C_{SP}	€/t	trošak smanjenja emisije CO ₂ u prvoj godini
$C_{SP,god}$	€/tgod	godišnji trošak smanjenja emisije CO ₂
$E_{E,i}$	kWh	ukupna potrošnja energije
$E_{G,LU,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja lož ulja u gospodarstvu u općini
$E_{G,LU,uk}$	kWh/god	ukupna godišnja potrošnja lož ulja u gospodarstvu
$E_{G,UNP,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja UNP u gospodarstvu u općini
$E_{G,UNP,uk}$	kWh/god	ukupna godišnja potrošnja UNP u gospodarstvu
$E_{K,B,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja biomase u kućanstvu u općini
$E_{K,B,uk}$	kWh/god	ukupna godišnja potrošnja biomase u kućanstvu
$E_{K,LU,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja lož ulja u kućanstvu u općini
$E_{K,LU,uk}$	kWh/god	ukupna godišnja potrošnja lož ulja u kućanstvu
$E_{K,UNP,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja UNP u kućanstvu u općini
$E_{K,UNP,uk}$	kWh/god	ukupna godišnja potrošnja UNP u kućanstvu
$E_{P,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u općini
$E_{P,uk}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u županiji
$E_{P,B,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u općini dobivene

		iz benzina
$E_{P,D,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u općini dobivene iz dizela
$E_{P,UNP,i}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u općini dobivene iz UNP
$E_{P,D,uk}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u županiji dobivene iz dizela
$E_{P,B,uk}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u županiji dobivene iz benzina
$E_{P,UNP,uk}$	kWh/god	godišnja potrošnja energije u prometu u županiji dobivene iz UNP
i	-	diskontna stopa
M_{CO_2}	t/god	godišnja masa emitiranog CO ₂
n	-	broj godina
$n_{L,i}$	-	broj hotelskih i sličnih ležajeva u općini
$n_{L,uk}$	-	broj hotelskih i sličnih ležajeva u županiji
$n_{V,i}$	-	broj registriranih vozila u općini
$n_{V,uk}$	-	broj registriranih vozila u županiji
x_{UNP}	-	udio UNP u ukupnoj potrošnji goriva
x_B	-	udio benzina u ukupnoj potrošnji goriva
x_D	-	udio dizela u ukupnoj potrošnji goriva
δ_{SP}	t/god	masa za koju je smanjena emisija CO ₂ primjenom mjere

ABSTRACT

This paper deals with calculation of contribution of measures for efficient use of energy and increased use of renewable energy sources on decrease of the greenhouse gas emission in the municipalities of the Dubrovnik – Neretva Country. Evaluation of energy consumption is made for municipalities Ston, Župa dubrovačka and Konavle and for each of the municipalities one of the measures was chosen. Every chosen measure has been described, investment costs were calculated and energy savings were estimated. For every chosen measure contribution for decreasing greenhouse gas emission has been analyzed and costs were calculated.

For Konavle municipality as a measure, installation of thermal insulation at 10% of households was chosen. Data used for calculation is given for a standard facility placed in the Dubrovnik – Neretva Country, and there were obtained by monitoring an consumption of electricity in a period of one year. Using this data, installation of thermal insulation on a certain number of buildings has been analyzed. In comparison with other municipalities, using this measure gives the greatest savings of energy used in households, and also biggest decrease of the greenhouse gas emissions.

For Ston municipality as a measure, installation of photovoltaics with a total power of 200 kW was chosen. For that measure, additional production of electricity from renewable energy sources and reduction of the greenhouse gas emissions has been analyzed. All the calculations were made by PVGIS software, and from the given results it is evident that, using this measure, there is no significant reduction of CO₂, comparing with other municipalities. Greatest influence of this measure demands bigger installing area and investment costs are increased.

For Župa dubrovačka municipality as a measure, installation of solar thermal systems for a domestic hot water heating was chosen. A detailed analysis of energy savings has been made and resulting minimum and maximum energy savings are given, depending on the number of sunny days in a year. Calculation of the required reduction in CO₂ emissions in households by 20% was made, modeled on initiatives such as the Sustainable Development Action Plan (SEAP). Using this measure, significant energy savings can be accomplished.

Keywords: efficient energy use, renewable energy sources, greenhouse gas emission decrease, Dubrovnik – Neretva Country

SAŽETAK

U ovom radu napravljen je proračun doprinosa mjera za učinkovito korištenje energije i primjenu obnovljivih izvora energije na smanjenje emisije stakleničkih plinova u općinama Dubrovačko-neretvanske županije. Za općine Ston, Župu dubrovačku i Konavle napravljena je procjena potrošnje električne energije, ukapljenog naftnog plina, lož ulja, dizela i benzina, te je za svaku od općina odabrana po jedna mjera. Za svaku mjeru napravljen je opis, te je izračunat investicijski trošak, procijenjena je ušteda energije, analiziran je njen doprinos za smanjenje emisije stakleničkih plinova i navedeni su troškovi smanjenja emisije.

Za općinu Konavle kao mjera odabrana je ugradnja toplinske izolacije na vanjske ovojnice 10% stambenih objekata u općini. Podatci korišteni za proračun, tj. podatci za referentni objekt dobiveni su praćenjem potrošnje električne energije u već spomenutom objektu koji se nalazi na području Dubrovačko-neretvanske županije, te je prema tim podacima analiziran utjecaj ugradnje toplinske izolacije na određeni broj stambenih objekata u općini Konavle. U usporedbi s drugim općinama ovom mjerom dobivena je najveća ušteda energije, a tim i najveće smanjenje emisije CO₂, uz najveći trošak smanjenja emisije.

Za općinu Ston kao mjera odabrana je ugradnja fotonaponskih sustava ukupne snage 200 kW te je za tu ugradbenu snagu analizirana dodatna proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora i utjecaj na smanjenje emisije CO₂. Svi proračuni napravljeni su pomoću softvera PVGIS, a iz dobivenih rezultata vidljivo je malo smanjenje emisije CO₂ u usporedbi s ostalim općinama. Veći utjecaj ove mjere zahtjeva veće površine za montažu sustava većih snaga, a tim veće investicijske troškove.

Za općinu Župa dubrovačka kao mjera odabrana je ugradnja solarnih toplinskih sustava za zagrijavanje potrošne tople vode. Detaljno je analizirana ušteda električne energije, te je dobivena minimalna i maksimalna ušteda energije, ovisno o broju sunčanih dana u godini. Analiziran je utjecaj broja noćenja na dodatnu potrošnju tople vode i proveden je proračun za traženo smanjenje emisija CO₂ u kućanstvima od 20%, po uzoru na inicijative kao što je akcijski plan održivog razvitka (SEAP). Ovom mjerom dobivene su znatne uštede električne energije u kućanstvima, a tim i bitno smanjenje emisije CO₂ u općini Župa dubrovačka.

Ključne riječi: učinkovito korištenje energije, obnovljivi izvori energije, smanjenje emisije stakleničkih plinova, Dubrovačko-neretvanska županija

1. UVOD

U ovom poglavlju će se dati uvid u potrošnju energije po sektorima u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, koji će poslužiti kao temelj za procjenu potrošnje energije i za odabir mjera uštede energije za općine koje će biti detaljno analizirane u ovom radu. Također će biti ukratko opisani neki projekti i inicijative koje potiču energetske učinkovitosti, po čijem su uzoru napravljene analize i proračuni dani u ovom radu.

1.1. PROJEKTI I INICIJATIVE KOJE POTIČU ENERGETSKU UČINKOVITOST

Sporazum gradonačelnika je inicijativa koja europske gradove uključuje u borbu protiv klimatskih promjena. Potpisivanjem Sporazuma gradonačelnici se obvezuju na primjenu mjera energetske učinkovitosti i ostvarivanje projekata obnovljivih izvora energije kojima će u konačnici do 2020. godine smanjiti emisije CO₂ u svom gradu za više od 20% [3]. Kako bi se postiglo zadano smanjenje emisije CO₂, vlasti pristupnih gradova bi trebale osmisliti i provesti mjere, projekte i programe energetske efikasnosti u zgradama javne namjene koje su u vlasništvu i korištenju grada, zatim za sektor javnog prijevoza programe i projekte u cilju povećanja kvalitete i energetske – ekološke efikasnosti, energetske učinkovitosti u sektoru javne rasvjete na području grada, te uključivanje samih građana putem raznih edukativnih i informativnih radionica kojima bi se postigla veća svijest građana o štednji električne energije i mogućnosti proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije [4].

Da bi ostvarili smanjenje emisije CO₂ u svom gradu za više od 20%, potpisnici Sporazuma gradonačelnika se obvezuju sljedeće: izraditi referentni inventar emisija CO₂, dostaviti Akcijski plan energetske održivosti razvika, redovito objavljivati izvještaje o provedbi u kojima se navodi stupanj provedbe Akcijskog plana i privremeni rezultati, promovirati svoje aktivnosti i uključiti građane te širiti poruku Sporazuma gradonačelnika, osobito poticanjem drugih lokalnih vlasti na pridruživanje i davanjem svog doprinosa glavnim događanjima i tematskim radionicama [3].

Akcijski plan održivog razvitka (SEAP) je dokument kojim potpisnik Sporazuma gradonačelnika određuje na koji će se način postići cilj smanjenja emisije CO₂ do 2020. godine. Plan definira aktivnosti i mjere za postizanje cilja, zajedno s rokovima i preuzetim obvezama, a mora biti u skladu sa smjernicama iz Sporazuma gradonačelnika. Akcijski plan koristi rezultate Referentnog inventara emisija CO₂ kao temelj za definiranje područja djelovanja i poduzimanje najboljih mogućih mjera za ostvarivanje cilja smanjenja CO₂ [3]. Na temelju prikupljenih podataka o zatečenom stanju, Plan identificira i daje precizne i jasne odrednice za provedbu projekata i mjera energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije na gradskoj razini, a koji će rezultirati smanjenjem emisije CO₂ za više od 20% do 2020. Godine [3].

Sustavno gospodarenje energijom (SGE) je projekt koji uvodi gospodarenje energijom potičući primjenu načela energetske efikasnosti. Projekt SGE u gradovima i županijama u Republici Hrvatskoj provodi Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva i Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj, uz potporu Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) te Globalnog fonda za okoliš (GEF). Projekt SGE usmjeren je na zgrade u vlasništvu grada, dok su prema građanstvu i komercijalnom sektoru usmjerene druge aktivnosti, poput informativne i edukativne kampanje, odnosno radionice, seminari, savjetovanja, razne brošure koje uključuju informacije o energetskej efikasnosti i provedbi projekta [4]. Glavni ciljevi projekta Sustavnog gospodarenja energijom su primjena kontinuiranog gospodarenja energijom, strateškog planiranja energetike i održivog upravljanja energetskeim resursima na lokalnoj i regionalnoj razini, smanjenje potrošnje energenata i smanjenje emisije štetnih plinova [4]. Pomoću postignutih zadanih ciljeva ostvaruje se smanjenje financijskih troškova za energiju i vodu kroz gospodarenje energijom, te kroz primjene mjera energetske efikasnosti, smanjenje štetnih utjecaja na okoliš [4].

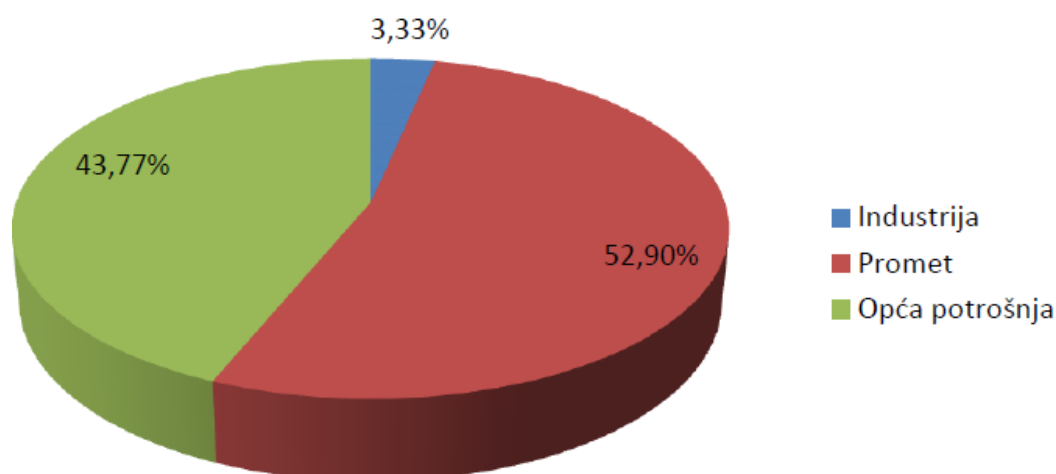
1.2. GODIŠNJA POTROŠNJA ENERGIJE PO SEKTORIMA U DUBROVAČKO–NERETVANSKOJ ŽUPANIJI

U radnoj verziji Programa energetske učinkovitosti u neposrednoj potrošnji energije Dubrovačko-neretvanske županije dan je pregled potrošnje energije u 2012. godini. Konačna verzija programa biti će prihvaćena od županijske skupštine, te će sadržavati konačne vrijednosti stanja potrošnje energije za 2012. godinu.

Potrošnja energije dana je za 3 sektora: industriju, promet i sektor opće potrošnje, koji se dijeli na podsektore: kućanstva, usluge, poljoprivredu i graditeljstvo. Podjela na navedene sektore i podsektore propisana je Pravilnikom o energetske bilanci (NN 33/03) [1].

Tablica 1. Potrošnja energije po sektorima u Dubrovačko -neretvanskoj županiji [1]

PJ	Benzin	Biomasa	Dizel	Električna energija	Lož ulje	UNP	Ukupno
Industrija	-	-	0,034	0,06	0,076	0,024	0,194
Promet	0,955	-	2,095	0,001	-	0,028	3,079
Opća potrošnja	-	0,534	0,127	1,46	0,156	0,29	2,547
Ukupno	0,955	0,534	2,256	1,521	0,232	0,342	5,820



Slika 1. Udio sektora u potrošnji energije Dubrovačko-neretvanske županije [1]

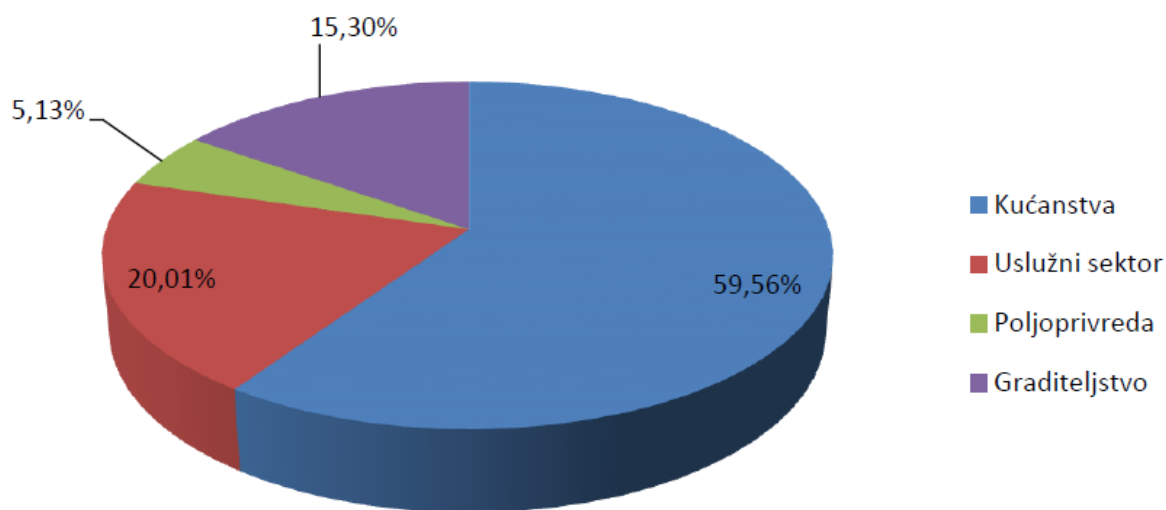
Iz udjela pojedinih sektora u ukupnoj potrošnji energije Dubrovačko-neretvanske županije (slika 1.) je vidljivo da sektor prometa čini 52,9%, opće potrošnje 43,77%, a industrije samo 3,33%, što je gotovo zanemarivo [1].

1.2.1. GODIŠNJA POTROŠNJA ENERGIJE U SEKTORU OPĆE POTROŠNJE

U nastavku je dana tablica koja prikazuje potrošnju energije u sektoru opće potrošnje koji uključuje kućanstva, uslužni sektor, poljoprivredu i graditeljstvo.

Tablica 2. Potrošnja energije u sektoru opće potrošnje u Dubrovačko-neretvanskoj županiji [1]

PJ	Biomasa	Dizel	Električna energija	Lož ulje	UNP	Ukupno
Kućanstva	0,534	-	0,877	0,0212	0,0848	1,517
Uslužni sektor	-	-	0,344	0,129	0,036	0,510
Poljoprivreda	-	0,127	-	-	0,004	0,131
Graditeljstvo	-	-	0,238	0,006	0,145	0,390
Ukupno	0,534	0,127	1,460	0,1562	0,269	2,547



Slika 2. Udio podsektora u potrošnji energije za sektor opće potrošnje [1]

Kao što je vidljivo iz prikazanih rezultata (slika 2.), najveći udio u sektoru opće potrošnje ima podsektor kućanstva, na koji otpada 59,56% od ukupnog, a nakon toga uslužni podsektor, na koji otpada 20,01% od ukupnog [1].

U sektoru opće potrošnje na podsektore poljoprivrede i graditeljstva otpada samo 20,43%, te u ovom proračunu nisu uzimani u obzir [1].

1.2.2. GODIŠNJA POTROŠNJA ENERGIJE U SEKTORU PROMETA

Sektor prometa Dubrovačko-neretvanske županije podijeljen je na podsektore: željeznički promet, cestovni promet, zračni promet, pomorski i riječni promet te ostali promet[1].

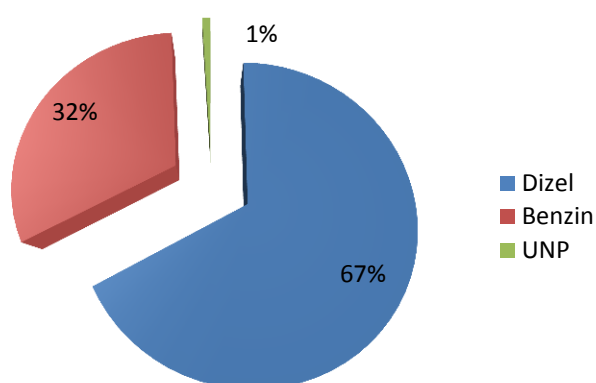
Glavnina potrošene energije otpada na podsektor cestovnog prometa, koji na području županije čini autobusni prijevoz, te prijevoz osobnim i komercijalnim vozilima.

Tablica 3. Potrošnja energije cestovnog prometa u Dubrovačko – neretvanskoj županiji [1]

PJ	Dizel	Biodizel	Benzin	UNP	Ukupno
Autobusni prijevoz	0,016	0,0001			0,016
Osobna i komercijalna vozila	1,999		0,955	0,028	2,982
Ukupno	2,015	0,0001	0,955	0,028	2,998

Potrošnja energije cestovnog prometa dobivena je na temelju prikupljenih podataka o prodanim količinama goriva na benzinskim postajama na području županije, međutim, nije oduzeta količina goriva koja je prodana vozilima registriranim izvan županije, te količina goriva koja je prodana za polovila u pomorskom prometu, ali te količine u ovom radu nisu uzete u obzir.

Uz korištenje standardnih pretvorbenih faktora za energetska vrijednost pojedinih goriva, ukupna energetska potrošnja osobnih i komercijalnih vozila u Dubrovačko-neretvanskoj županiji iznosi 2,982 PJ. Od toga 67% energije otpada na dizel, 32% na benzin, te 1% na UNP [1].



Slika 3. Udio energenata u potrošnji energije osobnih i komercijalnih vozila [1]

2. METODOLOGIJA

2.1. PODATCI O OPĆINAMA

Sve podatke koji se odnose na određene općine potrebno je nabaviti od nadležnih tijela koja sustavno prikupljaju i prate potrebne brojke. Tako je za ovaj proračun potrebno poznavati osnovne podatke o općini, kao što su broj stanovnika, stambena površina, broj kućanstava i obilježja kućanstava. Također je potrebno poznavati gospodarsko stanje općine, te klimatske uvjete koji vladaju u odabranoj općini, jer se prema tim podacima može izabrati adekvatna mjera za uštedu energije s obzirom na predispozicije općine.

Potrebni podatci uglavnom se mogu nabaviti u državnim zavodima za statistiku, u turističkim zajednicama i ostalim općinskim, županijskim i državnim odjelima.

2.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE U KUĆANSTVIMA

Procjenjivanje potrošnje električne energije u kućanstvima nije bilo potrebno jer su podatci o godišnjoj potrošnji dobiveni od Elektrojuga za sve općine

Procjena godišnje potrošnje energije dobivene iz biomase napravljena je tako da je potrošnja na razini županije svedena na metar kvadratni stambene površine (uključuje sve stanove, osim napuštenih i onih koji se koriste povremeno), te je prema stambenim površinama određene općine procijenjena godišnja potrošnja energije za tu općinu:

$$E_{K,B,i} = E_{K,B,uk} \cdot \frac{A_i}{A_{uk}}$$

gdje se indeks i odnosi na općinu, indeks uk na županiju, indeks K na kućantva, a indeks B na biomasu.

Na identičan način procijenjena je godišnja potrošnja energije iz ukapljenog naftnog plina (UNP) i lož ulja, gdje se indeksi UNP i LU ondnose na ukapljeni naftni plin, te lož ulje:

$$E_{K,UNP,i} = E_{K,UNP,uk} \cdot \frac{A_i}{A_{uk}}$$

$$E_{K,LU,i} = E_{K,LU,uk} \cdot \frac{A_i}{A_{uk}}$$

2.3. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE U GOSPODARSTVU

Procjenu potrošnje električne energije u gospodarstvu također nije bilo potrebno raditi jer su podatci o godišnjoj potrošnji poznati za sve općine i oni uključuju potrošnju za javnu rasvjetu, te potrošnju svih sektora gospodarstva.

Procjena potrošnje UNP i loživog ulja u gospodarstvu napravljena je prema broju hotelskih ležajeva u općinama.

Kao što smo mogli vidjeti u uvodnom dijelu, udio industrijskog sektora u ukupnoj potrošnji energije iznosi 3,33%, što je zanemarivo za ovaj model proračuna [1]. Isto tako u sektoru opće potrošnje na podsektore poljoprivrede i graditeljstva otpada 20,43%, što također nije uzeto u obzir u ovoj analizi [1]. Također je poznato da je u zadanim općinama turizam glavna gospodarska djelatnost. Dio potrošnje energije u turizmu uključen je u potrošnju energije u kućanstvima, a to je dio koji se odnosi na privatni smještaj. Dio koji se odnosi na hotelski i sličan smještaj uključit će se u model, tako da ćemo pretpostaviti, zbog već navedenih razloga, da sva energija potrošena u gospodarstvu otpada na uslužni sektor.

Godišnja potrošnja energije iz UNP procijenjena je tako da je potrošnja na razini županije svedena na jedan hotelski ležaj, te je prema broju hotelskih ležajeva određene općine procijenjena godišnja potrošnja energije za tu općinu:

$$E_{G,UNP,i} = E_{G,UNP,uk} \cdot \frac{n_{L,i}}{n_{L,uk}}$$

Na identičan način procijenjena je godišnja potrošnja energije iz loživog ulja:

$$E_{G,LU,i} = E_{G,LU,uk} \cdot \frac{n_{L,i}}{n_{L,uk}}$$

gdje se indeks G odnosi na gospodarstvo, a indeks L na ležajeve.

2.4. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE U PROMETU

Procjena potrošnje energije u prometu temelji se na broju registriranih osobnih i komercijalnih vozila u županiji i po općinama, te na ukupnoj energetskej potrošnji osobnih i komercijalnih vozila u županiji.

Željeznički promet ne postoji u zadanim općinama, a budući da nije bilo moguće prikupiti podatke o potrošnji goriva koje zrakoplovi troše isključivo na području županije, te ne postoji pouzdana metoda procjene ovih podataka, ta potrošnja neće biti uzeta u obzir.

Pomorski promet odvija se u svim općinama, i to osobnim plovilima za odmor i razonodu, te komercijalnim plovilima. Komercijalna djelatnost u ovom području uglavnom se odnosi na prijevoz putnika. Budući da nije bilo moguće prikupiti niti procijeniti podatke o potrošnji energenata od privatnih prijevoznika, niti procijeniti potrošnju plovila za odmor i razonodu, ovaj dio prometa bit će izostavljen u proračunu potrošnje energije u ovom sektoru.

Prometna povezanost općina autobusnim linijama nije zadovoljavajuća. Upravo zbog specifičnosti terena i znatne prostorne raštrkanosti naselja, jedinice lokalne samouprave, a ni županija, ne mogu osigurati odgovarajuću međuopćinsku povezanost. Zbog toga u proračunu potrošnje energije u cestovnom prometu ovaj dio prometa neće biti uzet u obzir. Količina energije koja se troši u autobusnom prijevozu zanemariva je zbog iznimno malog broja međuopćinskih linija. Podatke o potrošnji turističkih autobusa u općinama nije bilo moguće prikupiti niti procijeniti, tako da ni njihova potrošnja, energije u prometu nije uzeta u obzir.

Potrošnja energije u prometu u općini računa se prema izrazu:

$$E_{P,i} = E_{P,uk} \cdot \frac{n_{V,i}}{n_{V,uk}}$$

gdje je $E_{P,i}$ potrošnja energije u prometu u općini, $E_{P,uk}$ potrošnja energije u prometu u županiji, $n_{V,i}$ broj registriranih vozila u općini i $n_{V,uk}$ broj registriranih vozila u županiji. Ovim proračunom aproksimira se potrošnja u općinama, uspoređujući je s potrošnjom cijele županije. Preciznije bi bilo uzeti podatke sa benzinskih postaja u općinama, ali zbog nedostupnosti podataka, napravljena je aproksimacija prema potrošnji u cijeloj županiji.

Udjele energenata dobivamo tako da potrošnju energije u prometu u općini množimo sa udjelom potrošnje energenta na nivou cijele županije:

$$E_{P,D,i} = E_{P,i} \cdot x_D$$

$$E_{P,B,i} = E_{P,i} \cdot x_B$$

$$E_{P,UNP,i} = E_{P,i} \cdot x_{UNP}$$

gdje se indeks D odnosi na dizel, indeks B na benzin, a indeks UNP na ukapljeni naftni plin.

Udjeli se računaju tako da se ukupna energija dobivena iz nekog od navedenih energenata u prometu u cijeloj županiji dijeli sa ukupnom energijom dobivenom iz svih energenata u prometu u cijeloj županiji:

$$x_D = \frac{E_{P,D,uk}}{E_{P,uk}}$$

$$x_B = \frac{E_{P,B,uk}}{E_{P,uk}}$$

$$x_{UNP} = \frac{E_{P,UNP,uk}}{E_{P,uk}}$$

gdje se indeks D odnosi na dizel, indeks B na benzin, a indeks UNP na ukapljeni naftni plin.

2.5. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA CO₂

Nakon što je ustanovljena potrošnja energije u svim sektorima, može se izračunati emisija ugljičnog dioksida. Da bi se izračunala emisija pridružena jediničnoj potrošnji energije nekog goriva, potrebno je poznavati emisijske koeficijente (tablica 4.).

Tablica 4. Emisijski koeficijenti [3]

Energent	Koeficijent emisije CO ₂ , g/kWh
Električna energija	323
Prirodni plin	202
Ukapljeni naftni plin	225
Loživo ulje	276
Benzin	249
Dizel	267

Korištenjem danih faktora i uzimajući u obzir potrošnju energije po sektorima, koja se procjenjuje kako je prikazano u prethodnim poglavljima, mogu se izračunati emisije CO₂ za sva tri sektora:

$$M_{CO_2} = C \cdot E_{E,i}$$

gdje je C koeficijent emisije CO₂, a $E_{E,i}$ ukupna potrošnja energije dobivena iz nekog od energenata za koji računamo emisiju CO₂.

2.6. PRORAČUN DOPRINOSA MJERA

Nakon procjene potrošnje energije u svim sektorima za općine te izrade referentnog inventara emisija stakleničkih plinova prema proračunima i tablici danih u prethodnim poglavljima, za svaku od općina potrebno je odabrati mjeru koja će doprinijeti uštedi energije u nekom od željenih sektora.

Pri odabiru mjere poželjno je procijeniti kojom je mjerom moguće najviše smanjiti potrošnju onog oblika energije koji se najviše troši u odabranoj općini. Iako se da primijetiti da najveći pripadajući koeficijent emisije ima električna energija, moguće je da više emisija proizvodi neki drugi oblik energije. To ponajviše ovisi o klimatskim uvjetima u toj općini te o položaju objekata, zaklonjenosti, o tome koji je oblik energije lako dostupan u najvećoj količini, životnim navikama stanovnika, standardu stanovnika i ostalim parametrima.

Pri proračunu doprinosa odabranih mjera za svaku od odabranih mjera moraju biti poznati sljedeći podatci:

- investicijski trošak
- ušteda energije nakon primjene odabrane mjere
- koji se oblik energije štedi nakon primjene odabrane mjere

Kad dobijemo, proračunamo ili procijenimo gore navedene tražene vrijednosti, može se izračunati smanjenje emisije stakleničkih plinova za odabranu općinu te izračunati trošak smanjenja emisije stakleničkih plinova.

Smanjenje emisije stakleničkih plinova računa se pomoću pripadajućih koeficijenata emisije i jednadžbi danih u prethodnom poglavlju.

Trošak smanjenja emisije stakleničkih plinova u prvoj godini dobiva se kao kvocijent ukupnog investicijskog troška i one količine stakleničkih plinova za koju je smanjena ukupna emisija stakleničkih plinova.

$$C_{SP} = \frac{C_{INV}}{\delta_{SP}}$$

gdje je C_{SP} trošak smanjenja emisije, C_{INV} ukupna investicija, a δ_{SP} količina stakleničkih plinova za koju je smanjena emisija ugradnjom mjere za koju je dan investicijski trošak C_{INV} .

Godišnji trošak smanjenja emisije, uz danu diskontnu stopu računa se prema formuli za povrat kapitala:

$$C_{SP, god} = \frac{i \cdot (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

gdje je i diskontna stopa, a n broj godina, koji je jednak procijenjenom životnom vijeku opreme koja se ugrađuje u sklopu zadane mjere.

3. PRORAČUN POTROŠNJE ENERGIJE I DOPRINOSA MJERA

3.1. OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA

3.1.1. O OPĆINI ŽUPA DUBROVAČKA

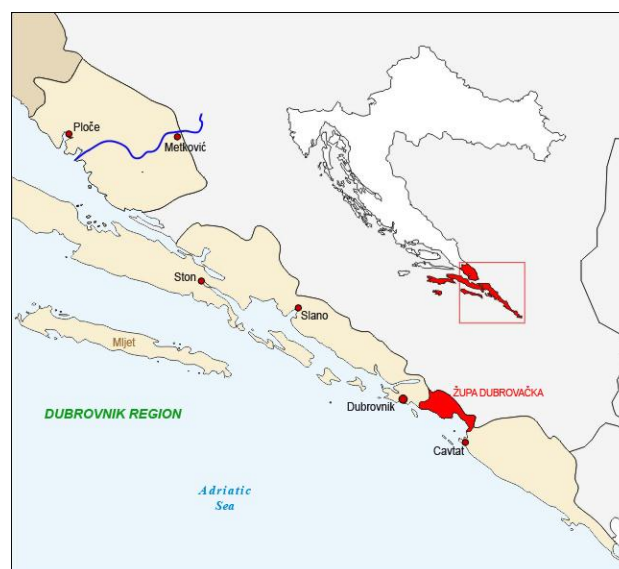
Župa dubrovačka je općina u Dubrovačko-neretvanskoj županiji. Graniči s gradom Dubrovnikom na jugoistoku i općinom Konavle na sjeverozapadu, dok prema sjeveroistoku graniči s Bosnom i Hercegovinom. Sjedište općine nalazi se u naselju Srebreno [6].

Naselja općine su: Brašina, Buići, Čelopeci, Čibača, Donji Brgat, Gornji Brgat, Grbavac, Kupari, Makoše, Martinovići, Mlini, Petrača, Plat, Soline, Srebreno i Zavrelje [6].

Ukupna površina koju zauzima općina iznosi 22,81 km², a prema popisu stanovništva iz 2011. godine Župa dubrovačka broji 8331 stanovnika u 2.575 kućanstava [2].

Zemljopisni položaj ovog područja je tipičan mediteranski s blagim i vlažnim zimama te vrućim i sparnim ljetima (prosječno 2.600 sunčanih sati) [7].

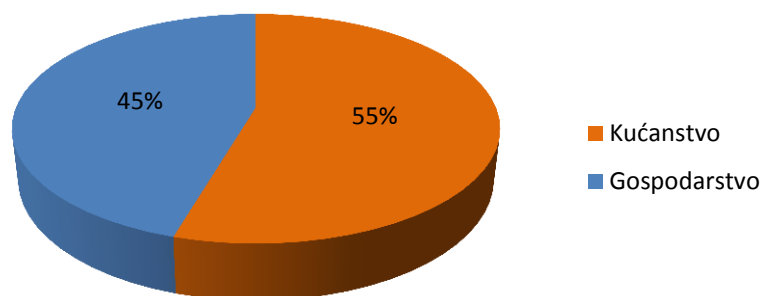
Gradnjom hotela u drugoj polovini prošlog stoljeća te razvojem privatnog smještaja i auto kampova, turizam postaje okosnica gospodarstva ove općine [6]. Gospodarstvo je u porastu, ali još se uvijek čeka obnova razrušenih hotela koji su uništeni u srpsko-crnogorskoj agresiji u Domovinskom ratu.



Slika 4. Položaj općine Župa dubrovačka u Dubrovačko-neretvanskoj županiji [7]

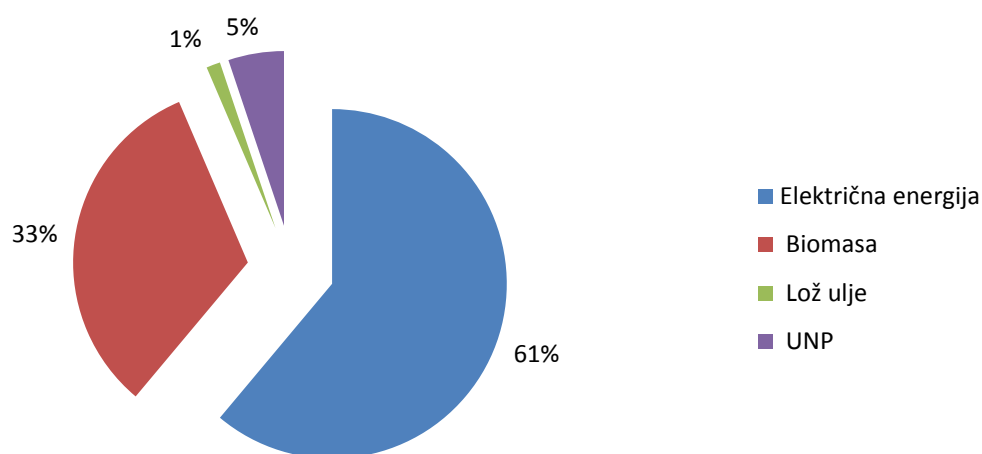
3.1.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE

U općini Župa dubrovačka ukupna godišnja potrošnja električne energije u 2012. godini iznosi 31.181.625 kWh, od čega 17.012.609 kWh otpada na potrošnju u kućanstvima, što čini električnu energiju najzastupljenijim oblikom energije korištene u kućanstvima (slika 5.) [8].



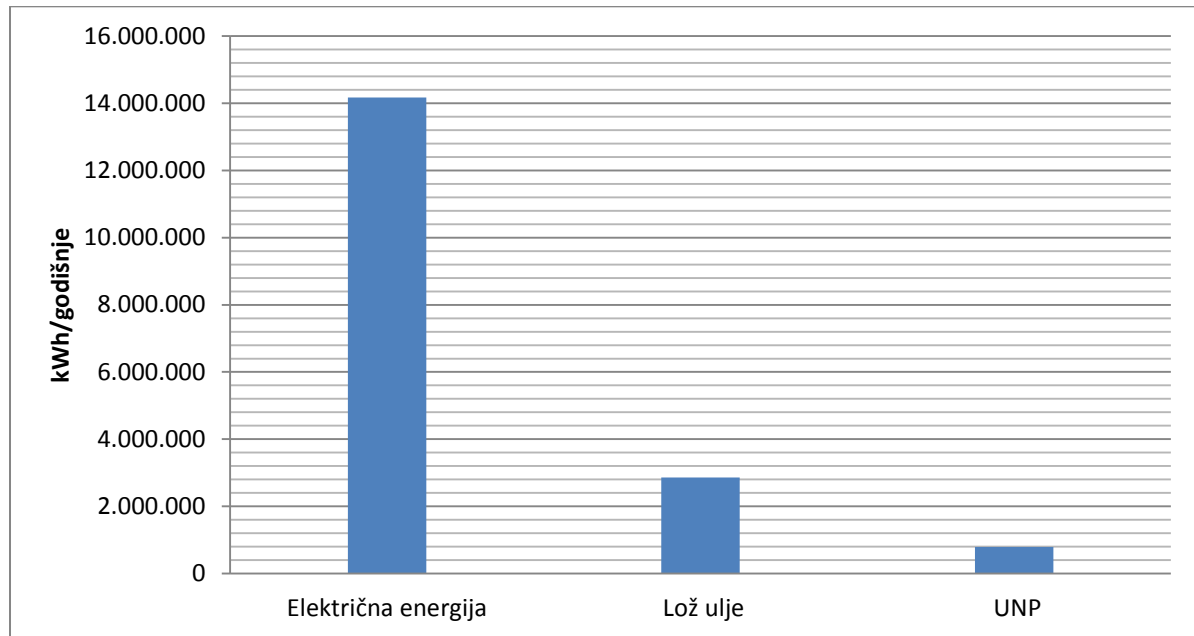
Slika 5. Struktura potrošnje električne energije u općini Župa Dubrovačka

U kućanstvima se još od energenata koriste biomasa, ukapljeni naftni plin (UNP) te loživo ulje [1]. Od navedenih energenata, prema procjeni napravljenoj na način opisan u prethodnim poglavljima, nakon električne energije, u kućanstvima je najzastupljenija biomasa, na koju otpada 9.038.444 kWh potrošene energije. Na UNP otpada 1.435.318 kWh potrošene energije, a na loživo ulje samo 358.830 kWh energije (slika 6.).



Slika 6. Struktura potrošnje energenata u kućanstvima u općini Župa dubrovačka

Prema potrošnji energije u gospodarstvu, vodeća je električna energija, čija je godišnja potrošnja 14.169.016 kWh [8]. Od energenata koriste se još UNP, na koji otpada 799.121 kWh energije u gospodarstvu, te loživo ulje koje je dalo 2.863.517 kWh energije (slika 7.).



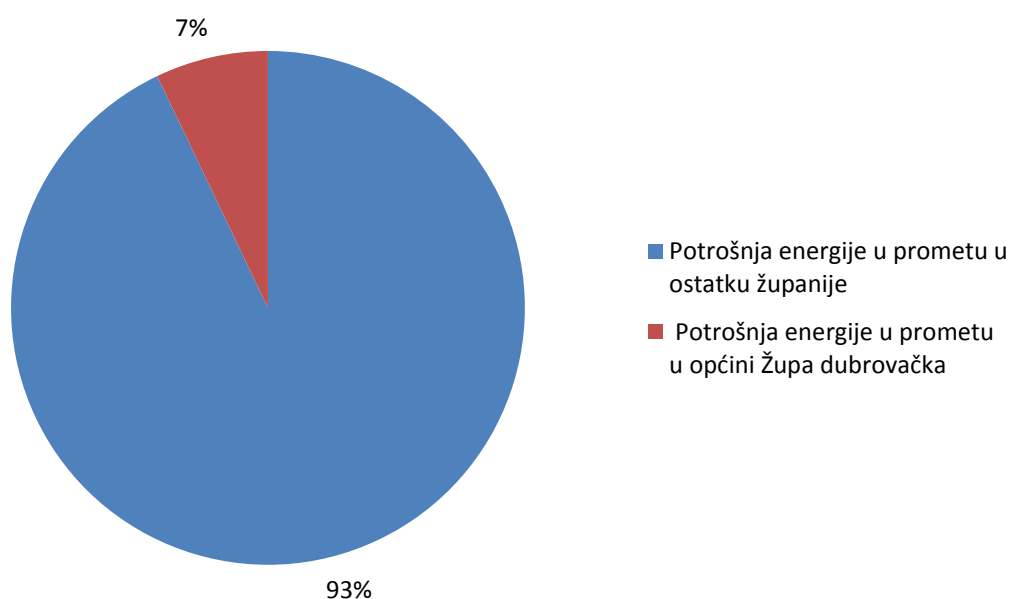
Slika 7. Struktura potrošnje energenata u gospodarstvu u općini Župa dubrovačka

Godišnja potrošnja energije u prometu također je procijenjena na način opisan u prethodnim poglavljima. Procjena potrošnje energije u prometu temelji se na broju registriranih osobnih i komercijalnih vozila u općini. Kao što je već naglašeno, zbog loše povezanosti međugradskim autobusnim linijama, potrošnja autobusa nije uzeta u obzir.

U općini Župa dubrovačka postoji nekoliko privatnih prijevoznika u pomorskom prometu, ali, zbog nedostupnosti podataka o potrošnji, izostavljen je pomorski promet. Dio količine energenata iskorištenih u pomorskom prometu uključen je proračun jer, kao što je već rečeno u uvodnom poglavlju, od prikupljenih podataka o potrošnji energenata na benzinskim postajama nije odbijen onaj dio goriva koji je prodan za vozila u pomorskom prometu.

Struktura godišnje potrošnje energenata u cestovnom prometu dana je u uvodnom poglavlju. Uz korištenje standardnih pretvorbenih faktora za energetska vrijednost pojedinih goriva, procijenjeno je da 67% energije otpada na dizel, 32% na benzin te 1% na UNP [1].

Prema dobivenim podacima o broju registriranih vozila u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, te o broju registriranih vozila u općini Župa dubrovačka i uz pretpostavke o zanemarivanju već spomenutog dijela prometa, dobivene su vrijednosti godišnje potrošnje energije u prometu.



Slika 8. Udio energije u prometu koji otpada na općinu Župa dubrovačka

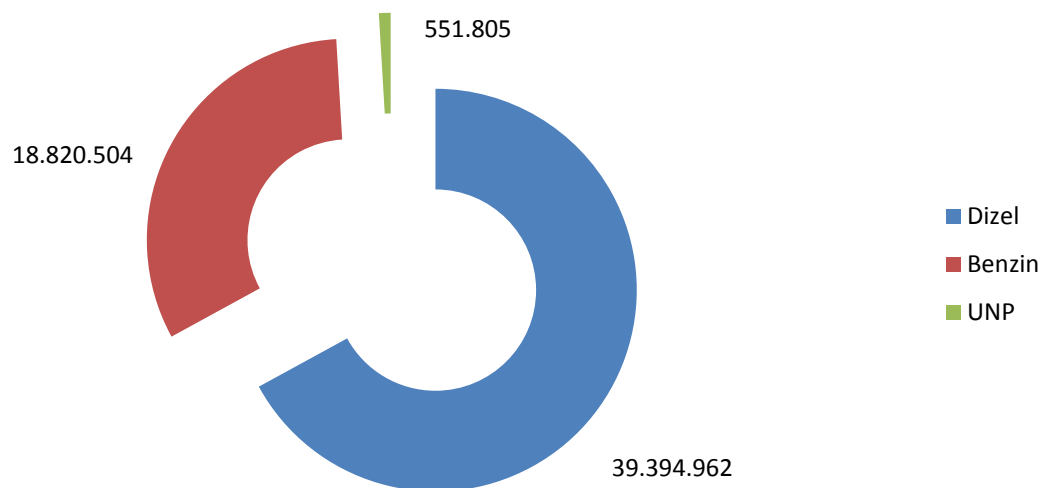
Od ukupne godišnje potrošnje energije u prometu za promet cestovnih i komercijalnih vozila koja iznosi 828.333.333 kWh [1], na općinu Župa dubrovačka otpada 58.767.272 kWh, što čini 7% od ukupne godišnje potrošnje energije za promet cestovnih i komercijalnih vozila u županiji.

Od ukupnog broja registriranih vozila u županiji, koji iznosi 58.960 [10], u općini Župa dubrovačka registrirano je 4.183 vozila [9].

Prema dobivenoj strukturi potrošnje energenata u prometu cestovnih i komercijalnih vozila na razini županije, procijenjena je struktura potrošnje energenata u općini Župa dubrovačka (tablica 5.).

Tablica 5. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Župa dubrovačka

Energent	Energija, kWh
Dizel	39.394.962
Benzin	18.820.504
UNP	551.805

**Slika 9.** Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Župa dubrovačka

3.1.3. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA CO₂

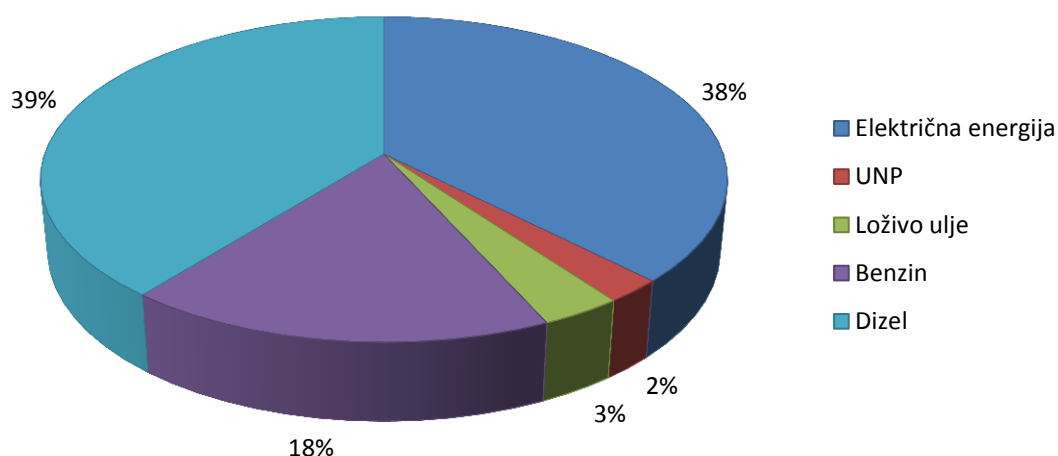
Nakon procijenjene potrošnje energije u općini Župa dubrovačka, izrađen je referentni inventar emisija CO₂ prema danoj tablici u prethodnom poglavlju (tablica 4.).

U donjoj tablici prikazana je emisija CO₂ u općini Župa dubrovačka prema izvorima energije koji se koriste u općini (tablica 6.).

Tablica 6. Emisije CO₂ prema izvorima energije u općini Župa dubrovačka

Izvor energije	Energija, kWh/god	Emisija CO ₂ , t/god
Električna energija	31.181.625	10.072
UNP	2.786.245	627
Loživo ulje	3.222.347	889
Benzin	18.820.504	4.686
Dizel	39.394.962	10.518

Iz gornje tablice može se uočiti da najveći dio emisije CO₂ potječe od električne energije korištene u kućanstvima i gospodarstvu i od dizelskog goriva korištenog u prometu.

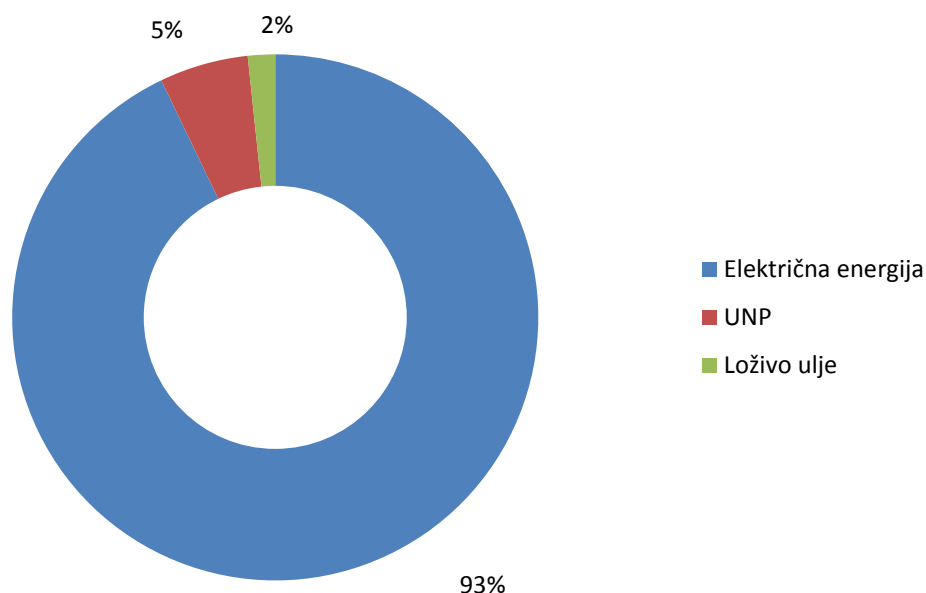


Slika 10. Emisija CO₂ prema korištenim izvorima energije u općini Župa dubrovačka

U ovom radu biti će zanimljiva emisija CO₂ u kućanstvima. Kao što je već prikazano, u Dubrovačko-neretvanskoj županiji temeljni izvor energije u kućanstvima je električna energija. Prema dobivenim rezultatima, nakon procjene godišnje potrošnje energije za općinu Župa dubrovačka, prikazano je da situacija u ovoj općini nije drugačija (tablica 7.).

Tablica 7. Emisije CO₂ prema izvorima energije u kućanstvima u općini Župa dubrovačka

Izvor energije	Energija, kWh/god	Emisija CO ₂ , t/god
Električna energija	17.012.609	5.495
UNP	1.435.318	323
Loživo ulje	358.830	99



Slika 11. Emisija CO₂ prema korištenim izvorima energije u kućanstvima u općini Župa dubrovačka

Emisija CO₂ u kućanstvima iznosi 5.917 tona godišnje, što čini 22% ukupne emisije u općini Župa dubrovačka.

3.1.4. PRORAČUN DOPRINOSA MJERE

Kao mjera za smanjenje emisije CO₂ u općini Župa dubrovačka, odabrana je ugradnja solarnih toplinskih sustava za zagrijavanje potrošne tople vode (PTV) u kućanstvima. Poznato je da se za zagrijavanje potrošne tople vode u Dubrovačko-neretvanskoj županiji u kućanstvima uglavnom koristi električna energija.

U većini kućanstava instaliran je bojler sa grijačem, koji na principu električnog otpora dovodi toplinu vodi koja se nalazi unutar bojlera te je zagrijava. Takva pretvorba energije spada u neefikasne pretvorbe jer, kao što znamo, većina električne energije danas dobivena je pretvorbom kemijske energije goriva u toplinsku energiju. Iz tog razloga, ponovna pretvorba električne energije u toplinsku putem grijača nema smisla ukoliko se mogu koristiti drugi izvori energije za zagrijavanje tople vode.

Klima koja prevladava u općini značajno utječe na mogućnost ugradnje solarnih toplinskih sustava. Općina Župa dubrovačka ima jako dobre predispozicije za iskorištavanje sunčeve energije za zagrijavanje potrošne tople vode. Zbog velikog broja sunčanih sati u godini (u prosjeku 2.600 sati), te zbog velike količine dozračene energije po metru kvadratnom tokom cijele godine, pogotovo kroz ljeto, ugradnja ovakvih sustava izvrsna je mjera za smanjenje korištenja električne energije za zagrijavanje tople vode, a samim tim i smanjenje emisija CO₂ [7].

U nastavku ovog poglavlja dan je proračun doprinosa ugradnje solarnih toplinskih sustava u općinu Župa dubrovačka. Provedena su dva proračuna, te je analiziran utjecaj svakog od njih na potrošnju električne energije u kućanstvima koja koriste električnu energiju za zagrijavanje potrošne tople vode.

Prvi proračun napravljen je za slučaj kad bi se u 10% kućanstava ugradili solarne toplinske sustave, a drugi proračun je napravljen prema tome da se ovom mjerom želi smanjiti emisija CO₂ kućanstava za 20%.

Broj kućanstava u Župi dubrovačkoj prema popisu stanovništva iz 2011. godine iznosi 2.501, a u tim kućanstvima živi 8.223 ljudi [5]. Za potrebe ovih proračuna uzet je broj od 4 osobe po kućanstvu. Od toga 31 kućanstvo ima ugrađene instalacije plina, te u takvim stanovima živi 102 ljudi [11]. Za kućanstva s ugrađenim instalacijama plina pretpostavljeno je da za zagrijavanje potrošne tople vode ne koriste električnu energiju. U preostalim kućanstvima, za koje je pretpostavljeno da koriste električnu energiju za zagrijavanje tople vode, živi 8.121 ljudi. Prema higijenskom minimumu potrošne tople vode po čovjeku dobiven je potreban volumen PTV godišnje.

Prema higijenskom minimumu izračunat je potrebni volumen PTV za kućanstva koja koriste električnu energiju za zagrijavanje PTV za općinu Župa dubrovačka i on iznosi 148.208 m³ godišnje. Energija potrebna za zagrijavanje tog volumena vode izračunata je kao umnožak volumena vode, gustoće vode, specifičnog toplinskog kapaciteta vode te razlike temperatura vode prije i poslije zagrijavanja. Uzeta je razlika temperatura od 32 K [12]. U tablici su dani iznosi gore spomenutih veličina (tablica 8.).

Tablica 8. Proračun energije potrebne za zagrijavanje PTV

Potrošnja PTV grijane električnom energijom u općini	148.208 m ³ /godišnje
Gustoća vode	1000 kg/m ³
Specifični toplinski kapacitet vode	4187 J/kg K
Prosječna razlika temperature prije i poslije zagrijavanja PT	32 K
Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje PTV	5.429.794 kWh/godišnje

Uz iskoristivost bojlera od 90% [12], dobivena je potrebna godišnja potrošnja električne energije za zagrijavanje potrošne tople vode u kućanstvima, koja iznosi 6.033.105 kWh godišnje, što čini oko 35% potrošene električne energije u kućanstvima u općini.

Kao što je već spomenuto, mjera za uštedu električne energije za zagrijavanje PTV odabrana je ugradnja solarnih toplinskih sustava. Model solarnog toplinskog sustava odabran je prema prosječnom broju osoba u kućanstvu. Odabran je solarni paket Vaillant 1 PRO koji zadovoljava traženi volumen PTV za kućanstvo od 4 osobe. Solarni paket 1 namijenjen je za solarnu pripremu potrošne tople vode, za 3 do 4 osobe s prosječnom potrošnjom od 50 litara na dan [13]. U paketu su dva pločasta kolektora visokog stupnja apsorpcije (95%) sa solarnim strukturnim staklom, te čelični, indirektno grijani spremnik tople vode (300 litara), emajliran na strani vode i grijaće spirale [13]. U paketu je također originalni pribor za montažu na kosi krov [13]. Postoji mogućnost dogrijavanja vode putem dodatnog Vaillant uređaja ili električnog grijača [13]. Mogućnost dogrijavanja bitna je zbog određenog broja dana u godini koji nisu sunčani, iako se radi o malom broju dana.

Nakon odabira adekvatnog solarnog toplinskog sustava, od proizvođača je zatražena ponuda prema kojoj investicijski trošak iznosi 2300€ po solarnom paketu [14].

Dakle, u prvom izračunu prema kojem će se solarni sustavi montirati na 10% kućanstava u općini (257 kućanstava) dobiven je ukupni investicijski trošak od 591.100€.

U idealnom slučaju, kad se na koristi dogrijavanje, dobivena je minimalna ušteda od 763.703 kWh električne energije godišnje jer, prema broju montiranih sustava, volumen PTV zagrijan solarnim sustavima iznosi 18.761 m³ godišnje. Ušteda energije računata je na isti način kao i potrebna energija za zagrijavanje tople vode, samo što je korišten volumen PTV zagrijan solarnim sustavima.

Uz navedenu uštedu električne energije izračunato je smanjenje emisije CO₂ od 247 tona godišnje. Uz pretpostavljeni životni vijek opreme od 20 godina, dobiva se trošak smanjenja emisije CO₂, koja iznosi 244€ po toni za vrijeme cijelog životnog vijeka. Navedeni rezultati dani su u tablici ispod (tablica 9.).

Tablica 9. Izračun uštede energije i smanjenja emisije CO₂ zbog primjene solarnih toplinskih sustava, u idealnom slučaju

Vaillant 1PRO solarni paket, investicijski trošak po paketu [14]	2300 €
Volumen PTV zagrijan u jednom sustavu dnevno [13]	200 l/dnevno
Broj kućanstava u koje se ugrađuju solarni paketi	257
Ukupni investicijski trošak	591.100 €
Ukupni volumen vode zagrijan solarnim sustavima godišnje	18.761 m ³ /godišnje
Ušteda električne energije zbog primjene solarnih toplinskih sustava godišnje	763.703 kWh/godišnje
Trošak smanjenja emisije CO ₂ (za životni vijek od 20 godina i diskontnu stopu od 8%)	244 €/toni

Prema dobivenim vrijednostima vidljivo je da je ugradnjom solarnih toplinskih sustava na 10% kućanstava u idealnom slučaju u općini dobivena ušteda električne energije koja se koristi za zagrijavanje PTV od 12%.

Smanjenje emisije CO₂ iznosi samo 4% od ukupne emisije CO₂ u kućanstvu, i to sve u idealnom slučaju.

U realnom slučaju nikad nemamo sve sunčane dane u godini. Na području Dubrovačko-neretvanske županije više od 250 dana su sunčani dani [15]. Prema danom podatku o minimalnom broju sunčanih dana (250 dana), proveden je novi proračun uštede energije zbog primjene solarnih toplinskih sustava u slučaju da je potrebno dogrijavanje.

Uz isti broj kućanstava na koje se ugrađuju solarni paketi (10%) u novom proračunu, ukupni investicijski trošak ostaje isti kao u idealnom slučaju. Mijenja se samo volumen PTV zagrijan solarnim sustavima. Nove vrijednosti dobivene ovim proračunom dane su u donjoj tablici (tablica 10.).

Tablica 10. Izračun uštede energije i smanjenja emisije CO₂ zbog primjene solarnih toplinskih sustava, u realnom slučaju

Vaillant 1PRO solarni paket, investicijski trošak po paketu [14]	2300 €
Volumen PTV zagrijan u jednom sustavu dnevno [13]	200 l/dnevno
Broj kućanstava u koje se ugrađuju solarni paketi	257
Ukupni investicijski trošak	591.100 €
Ukupni volumen vode zagrijan solarnim sustavima godišnje	12.850 l/godišnje
Ušteda električne energije zbog primjene solarnih toplinskih sustava godišnje	523.804 kWh/godišnje
Trošak smanjenja emisije CO ₂ (za životni vijek od 20 godina i diskontnu stopu od 8%)	356 €/toni

Prema dobivenim vrijednostima vidljivo je da je ugradnjom solarnih toplinskih sustava na 10% kućanstava u realnom slučaju u općini dobivena ušteda električne energije koja se koristi za zagrijavanje PTV od 8%.

U realnom slučaju još je manje smanjenje emisije CO₂ i iznosi samo 2,8% od ukupne emisije CO₂ u kućanstvu, te s tim raste i trošak smanjenja emisije na 356 € po toni.

Usporedbom ova dva slučaja, idealnog i realnog, u realnom slučaju dobiveno je 5.911 m³ PTV manje, te je ušteda električne energije smanjena za 239.889 kWh godišnje. Naravno, volumen PTV i ušteda električne energije variraju između dvije proračunate vrijednosti, ovisno o broju sunčanih dana u godini.

Provjera odabranog solarnog sustava provedena je prema dozračenoj energiji po metru kvadratnom u općini u siječnju i srpnju. Podatci o dozračenoj energiji dobiveni su pomoću softvera PVGIS [16]. Uz dostupne podatke o ukupnoj površini solarnih kolektora, dnevnom volumenu zagrijane PTV u solarnom paketu, energiji potrebnoj da se zagrije taj volumen vode te prosječnoj korisnosti solarnih sustava, provjerene su tražene vrijednosti (tablica 11.).

Tablica 11. Provjera solarnog paketa Vaillant 1PRO

Ukupna površina solarnih kolektora [13]	5,02 m ²
Dozračena energija u siječnju u općini [16]	81 kWh/m ²
Dozračena energija u srpnju u općini [16]	221 kWh/m ²
Mjesečna potrošnja energije za zagrijavanje PTV u kućanstvima	220 kWh/mjesečno
Prosječna korisnost sustava [17]	60%
Dobivena energija u siječnju	244 kWh/mjesec
Dobivena energija u srpnju	666 kWh/mjesec

Mjesečna potrošnja energije za zagrijavanje PTV izračunata je na isti način kao i u prethodnim poglavljima: kao umnožak volumena PTV, gustoće vode, specifičnog toplinskog kapaciteta vode i razlike temperature vode prije i nakon zagrijavanja.

Iz danih rezultata vidljivo je da sustav zadovoljava. Provjera sustava provedena je za idealni slučaj u kojem mjesec ima 30 sunčanih dana, te se sva PTV zagrijava pomoću solarnog toplinskog sustava.

U ovom proračunu analiziran je utjecaj promjene potrošnje PTV za vrijeme turističke sezone. Kao što je spomenuto u uvodnom dijelu, gradnjom hotela u drugoj polovini prošlog stoljeća, te razvojem privatnog smještaja i auto kampova, turizam postaje okosnica gospodarstva općine Župa dubrovačka [6].

U okviru ovog proračuna analizirana je dodatna potrošnja PTV za vrijeme turističke sezone. Analiza je provedena prema broju noćenja u privatnom smještaju, tj. prema broju noćenja ostvarenim unutar kapaciteta koji se nalaze u sklopu kućanstava. Za ovu jednostavnu analizu bio je potreban podatak o broju noćenja u privatnom smještaju, te je prema njemu napravljen proračun dan u tablici ispod (tablica 12.).

Tablica 12. Analiza dodatne potrošnje PTV za vrijeme sezone u općini Župa dubrovačka

Godišnji broj noćenja ostvaren unutar kapaciteta koji se nalaze u sklopu kućanstava [18]	385.747
Higijenska potreba za PTV po noćenju [12]	50 litara po noćenju
Ukupna dodatna potrošnja PTV godišnje	19.287.350 litara godišnje
Ukupna godišnja potrošnja PTV u općini Župa dubrovačka godišnje	148.208.250 litara godišnje
Udio ukupne dodatne potrošnje u ukupnoj potrošnji PTV	13%

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da je udio dodatne potrošnje PTV za vrijeme sezone iznosi samo 13%. Iz prethodno napravljene analize o dozračenoj energiji u ljetnim mjesecima jasno je da će se dodatna potrošnja pokrivati bez većih problema. Eventualno bi se mogla razmotriti mogućnost ugradnje dodatnih spremnika za toplu vodu u kućanstva s većim brojem soba ili apartmana, tj. s većim brojem ležajeva.

Kao što je već spomenuto u ovom poglavlju, drugi proračun je proveden za slučaj smanjenja emisije CO₂ u kućanstvima za 20%. Ovaj proračun je proveden za idealni slučaj, tj. za slučaj u kojem je cjelogodišnja potreba sa PTV zadovoljena isključivo solarnim toplinskim sustavima.

Analizom prvog slučaja, u kojem je proračun smanjenja emisije i uštede energije proveden za slučaj ugradnje solarnih toplinskih sustava za samo 10% tipskih kućanstava, dobiveni su rezultati koji, u idealnom slučaju, daju smanjenje emisije CO₂ za samo 4%. Jasno je da će ovako drastično smanjenje emisije u kućanstvima znatno povećati investicijske troškove i broj kućanstava na koje će solarni sustavi biti ugrađeni.

Ovaj proračun proveden je na isti način kao prethodni, samo u suprotnom smjeru. Kao ulazni podatak uzeta je emisija CO₂ koja odgovara 20% ukupne emisije CO₂ u kućanstvima u općini. Prema pretvorbenim emisijskim koeficijentima danim u prethodnom poglavlju u tablici 4., dobivena je električna energija koja odgovara traženom smanjenju emisije CO₂. Ta električna energija je, uz danu iskoristivost već spomenutog tipskog bojlera, pretvorena u energiju dostupnu za zagrijavanje PTV. Iz te dostupne energije, istom metodom kao u prethodnim proračunima, pomoću prvog stavka termodinamike dobiven je volumen PTV koji se može zagrijati pomoću dostupne energije.

Prema izračunatom volumenu PTV koji se može zagrijati električnom energijom koja odgovara smanjenju emisije CO₂ u kućanstvima od 20%, uz poznate karakteristike odabranog solarnog paketa Vaillant, dobiven je broj paketa koje je potrebno instalirati za zagrijavanje spomenutog volumena PTV. Rezultati su dani u tablici ispod (tablica 13.).

Tablica 13. Proračun investicijskih troškova za smanjenje emisije CO₂ u kućanstvima od 20% u općini Župa dubrovačka

Ukupna emisija CO ₂ u kućanstvima u općini Župa dubrovačka	5.917 tona godišnje
Traženo smanjenje emisije CO ₂ (20%)	1.183 tona godišnje
Odgovarajuća električna energija za smanjenje emisije CO ₂ za 20%	3.663.812 kWh godišnje
Raspoloživa električna energija za zagrijavanje PTV (uz efikasnost bojlera 90%)	3.297.431 kWh godišnje
Odgovarajući volumen PTV prema dostupnoj električnoj energiji za zagrijavanje PTV	90.005 m ³ godišnje
Volumen vode koji se može zagrijati u jednom solarnom paketu dnevno [13]	200 litara dnevno
Potreban broj solarnih paketa za ostvarivanje traženih uvijeta	1.233
Postotak kućanstava u koje je potrebno ugraditi solarne pakete	48%
Investicijski trošak	2.835.761 €
Trošak smanjenja emisije CO ₂ uz vijek trajanja opreme od 20 godina i diskontnu stopu od 8%	244 € po toni

Analizom dobivenih rezultata vidljiv je značajan porast investicijskih troškova zbog značajnog porasta broja solarnih toplinskih sustava potrebnih za zagrijavanje PTV, čiji će volumen odgovarati smanjenju potrošnje električne energije koja se koristi za zagrijavanje PTV, čijim se smanjenjem dobiva traženo smanjenje emisije CO₂.

Nakon svih analiza i proračuna napravljenih za općinu Župa dubrovačka, može se zaključiti da izabrana mjera može znatno doprinijeti uštedi električne energije i smanjenju emisije CO₂ u kućanstvima. Daljnje analize trebale bi biti usmjerene prema ugradnji solarnih sustava koji bi se koristili za pokrivanje toplinskih gubitaka objekata, tj. za grijanje.

3.2. OPĆINA STON

3.2.1. O OPĆINI STON

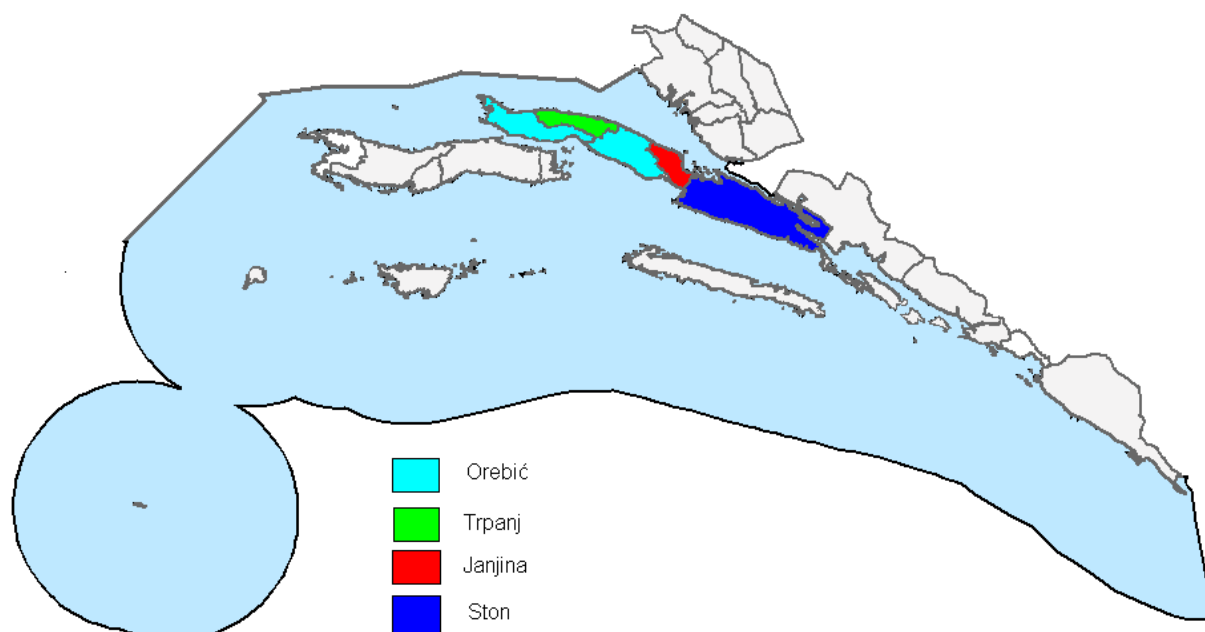
Općina Ston je sastavni dio Dubrovačko-neretvanske županije i Dubrovačke regije. Treća je po veličini teritorija u županiji. Sjedište općine nalazi se u gradu Stonu [19].

Na području općine nalazi se 18 naselja: Boljenovići, Brijesta, Broce, Česvinica, Dančanje, Duba Stonska, Dubrava, Hodilje, Luka, Mali Ston, Metohija, Putniković, Sparagovići, Ston, Tomislavovac, Zabrđe, Zaton Doli i Žuljana [19].

Općina zauzima površinu od 169,51 km², a prema popisu stanovništva iz 2011. godine općina broji 2410 stanovnika u 835 kućanstava [2].

Ovo područje ima sve osobine ugodnog mediteranskog podneblja s naglašenim dugim, mirnim, toplim, suhim i vedrim ljetima (višim temperaturama i ljetnim sušama), relativno kratkim, blagim i vlažnim zimama te toplijim i vlažnijim jesenima od proljeća [20].

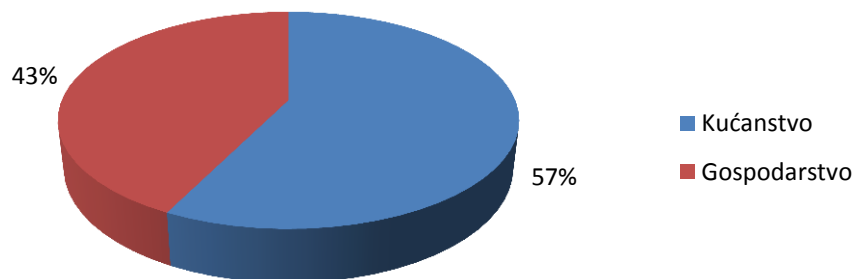
U gospodarskoj strukturi marikultura zauzima najznačajnije mjesto. U Stonskom kanalu tradicionalna je proizvodnja morske soli. U najnovije vrijeme dolazi do sve većeg razvoja turizma u općini, te se stanovništvo pretežno orijentiralo prema toj djelatnosti [20].



Slika 12. Položaj općine Ston u Dubrovačko – neretvanskoj županiji (tamno plavo na karti) [21]

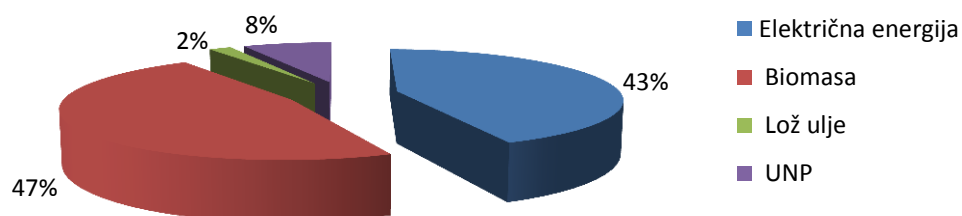
3.2.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE

Prema dobivenim podatcima, potrošnja električne energije u općini Ston iznosi 5.929.560 kWh, od čega 3.402.025 kWh otpada na potrošnju električne energiju u kućanstvima, a 2.572.535 kWh na potrošnju u gospodarstvu [22]. Prema procjenama, električna energija je druga po potrošnji u kućanstvima, poslije energije dobivene iz biomase.



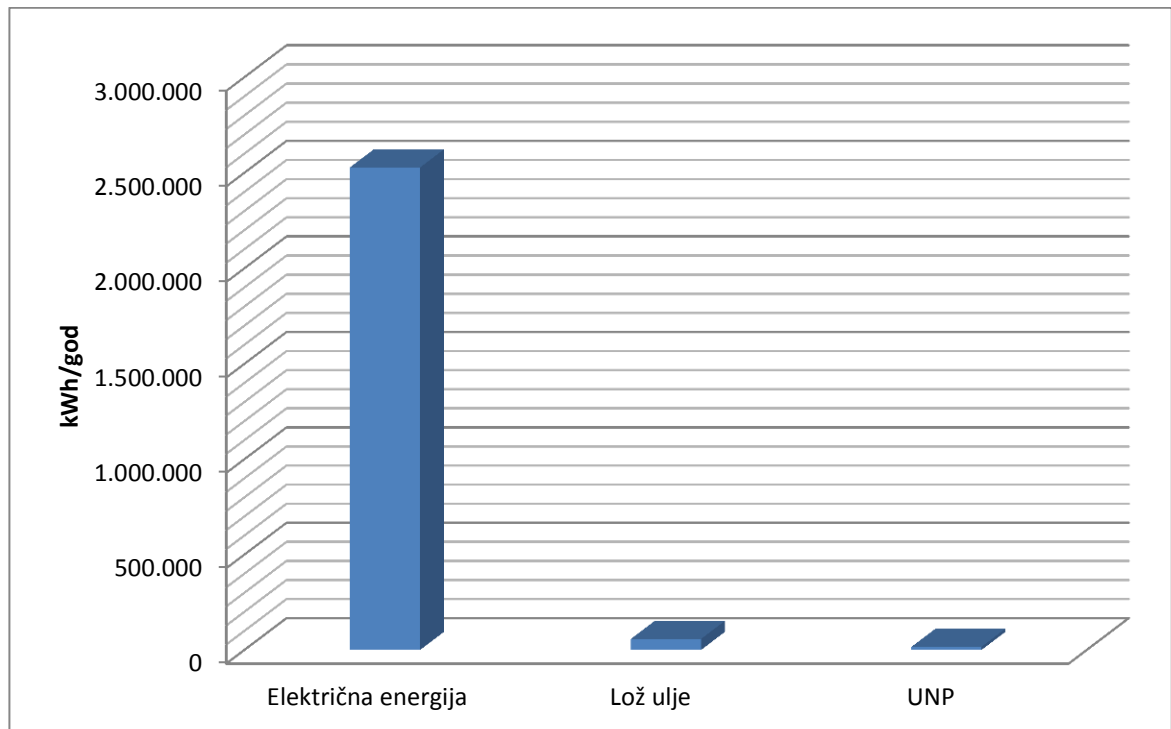
Slika 13. Struktura potrošnje električne energije u općini Ston

U kućanstvima se još od energenata koriste biomasa, ukapljeni naftni plin (UNP) te loživo ulje [1]. Kao što je već rečeno, prema procjenama napravljenim na način kako je opisano u prethodnim poglavljima, najveći dio energije u kućanstvima dobiven je iz biomase i on iznosi 3.700.113 kWh. Iz ukapljenog naftnog plina (UNP) dobiveno je 587.583 kWh enerije, dok je iz loživog ulja dobiveno 146.896 kWh energije u kućanstvima u općini Ston (slika 14.).



Slika 14. Struktura potrošnje energenata u kućanstvima u općini Ston

Prema procjeni potrošnje energije u gospodarstvu napravljenoj na način opisan u prethodnim poglavljima, električna energija zauzima daleko najveći dio potrošene energije u gospodarstvu [22]. Od energenata još su zastupljeni loživo ulje i ukapljeni naftni plin, ali u neznatnim količinama. Na električnu energiju otpada 2.527.535 kWh potrošene energije, dok na lož ulje i UNP otpada samo 57.616 kWh, odnosno 16.079 kWh (slika 15.).



Slika 15. Struktura potrošnje energenata u gospodarstvu u općini Ston

Struktura korištenih energenata i izvora energije koji se koriste u kućanstvima i u gospodarstvu u općini Župa dubrovačka ne razlikuje se znatno od ostatka Dubrovačko-neretvanske županije.

Kao što se dalo pretpostaviti, prema brojkama danim u uvodnom poglavlju o općini Ston, potrošnja energije je iznimno mala u usporedbi sa ostalim općinama opisanim u ovom radu. Očekuje se porast potrošnje energije u sektoru gospodarstva zbog sve većeg razvoja turizma u općini Ston.

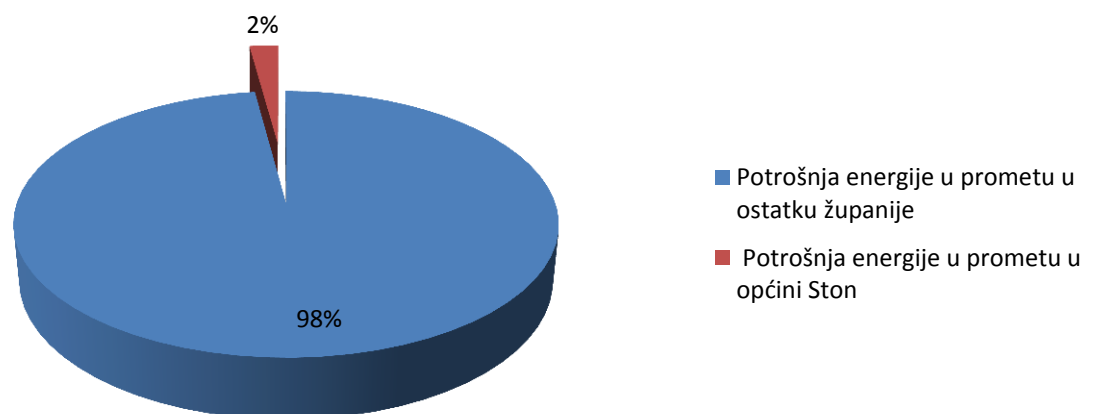
Godišnja potrošnja energije u prometu procijenjena je na način opisan u prethodnim poglavljima. Procjena potrošnje energije u prometu temelji se na broju registriranih osobnih i komercijalnih vozila u općini.

U ovoj općini također je zanemaren promet autobusa zbog iznimno loše povezanosti autobusnim linijama. Konkretno za ovu općinu, radi se o samo jednoj međuopćinskoj liniji koja vozi na relaciji Dubrovnik-Ston. Procjenu potrošnje autobusa koji samo prolaze kroz općinu nije moguće procijeniti tako da ni ta potrošnja nije uzeta u obzir.

Pomorski promet niti u ovoj općini nije uzet u obzir zbog nemogućnosti procjene potrošnje energije dobivene iz energenata koji se koriste u pomorskom prometu. Pomorski promet u ovoj općini svodi se uglavnom na promet plovila za odmor i razonodu, te nešto plovila koja se koriste u gospodarskim djelatnostima kao što su prijevoz putnika, izvoz ribe ili plovila koja se koriste u djelatnosti uzgoja školjaka.

U ovoj općini, kao i u svim ostalima, procjena strukture potrošnje energenata napravljena je kao na razini cijele županije, gdje 67% energije korištene za promet osobnih i komercijalnih vozila otpada na dizel, 32% na benzin te 1% na UNP [1].

Prema dobivenim podacima o broju registriranih vozila u Dubrovačko-neretvanskoj županiji te o broju registriranih vozila u općini Župa dubrovačka, te uz pretpostavke o zanemarivanju već spomenutog dijela prometa, dobivene su vrijednosti godišnje potrošnje energije u prometu.



Slika 16. Udio energije u prometu koji otpada na općinu Ston

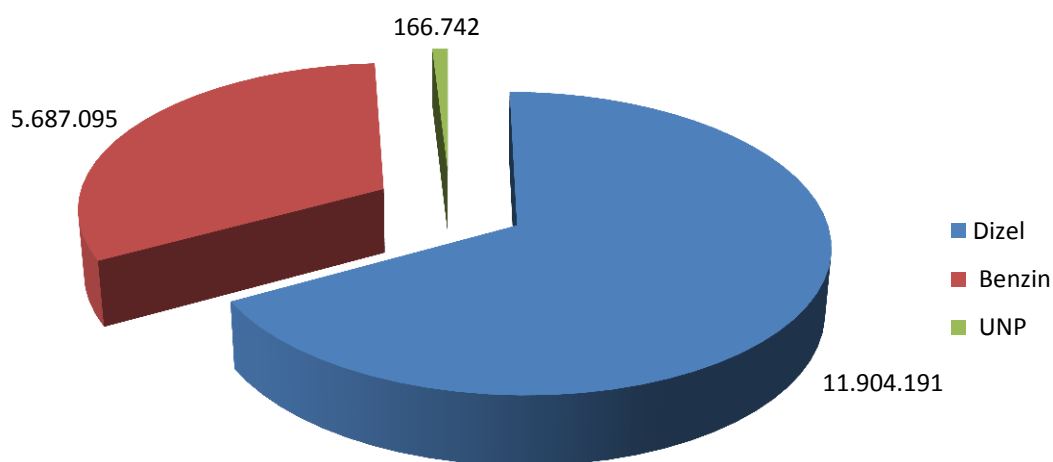
Od ukupne godišnje potrošnje energije u prometu za promet cestovnih i komercijalnih vozila koja iznosi 828.333.333 kWh [1], na općinu Ston otpada 17.758.028 kWh, što čini 2% od ukupne godišnje potrošnje energije za promet cestovnih i komercijalnih vozila u županiji.

Od ukupnog broja registriranih vozila u županiji, koji iznosi 58.960[10], u općini Ston registrirano je 1.264 vozila [9].

Prema dobivenoj strukturi potrošnje energenata u prometu cestovnih i komercijalnih vozila na razini županije, procijenjena je struktura potrošnje energenata u općini Ston (tablica 14.).

Tablica 14. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Ston

Energent	Energija, kWh
Dizel	11.904.191
Benzin	5.687.095
UNP	166.742



Slika 17. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Ston

3.2.3. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA

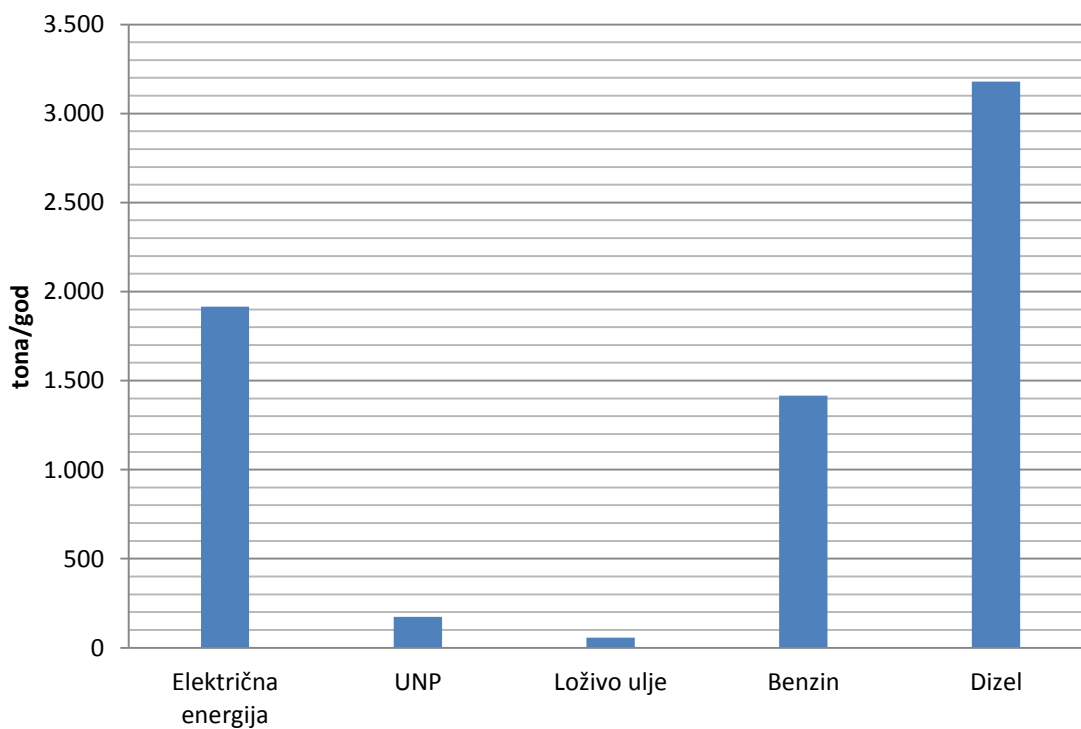
Koristeći se tablicom 4. danom u prethodnom poglavlju, nakon procjene ukupne potrošnje energije u općini po energentima, izrađen je inventar emisije CO₂ za općinu Ston.

U donjoj tablici prikazana je emisija CO₂ u općini Ston prema izvorima energije koji se koriste u općini (tablica 15.).

Tablica 15. Emisije CO₂ prema izvorima energije u općini Ston

Izvor energije	Energija, kWh/god	Emisija CO ₂ , t/god
Električna energija	5.929.560	1.915
UNP	770.404	173
Loživo ulje	204.512	56
Benzin	5.687.095	1.416
Dizel	11.904.191	3.178

Iz gornje tablice može se uočiti da najveći dio emisije CO₂ potječe od električne energije korištene u kućanstvima i gospodarstvu, te od dizelskog goriva korištenog u prometu.

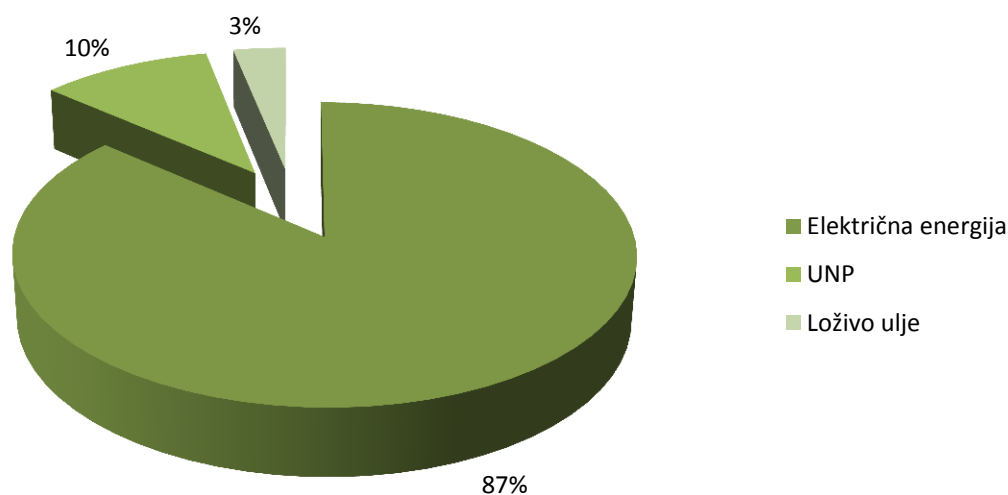


Slika 18. Emisija CO₂ prema korištenim izvorima energije u općini Ston

Kao i u ostalim općinama, i za ovu općinu detaljnije će se analizirati emisija CO₂ u kućanstvima. U općini Ston, prema napravljenim procjenama, temeljni izvori energije su biomasa i električna energija, što se podudara s potrošnjom na nivou cijele Dubrovačko-neretvanske županije. Kako je za biomasu pretpostavljeno da je CO₂ neutralna, glavni dio emisije CO₂ u sektoru kućanstva u ovoj općini otpada na dio emitiran zbog korištenja električne energije (tablica 16.).

Tablica 16. Emisije CO₂ prema izvorima energije u kućanstvima u općini Ston

Izvor energije	Energija, kWh/god	Emisija CO ₂ , t/god
Električna energija	3.402.025	1.099
UNP	587.583	132
Loživo ulje	146.896	41



Slika 19. Emisija CO₂ prema korištenim izvorima energije u kućanstvima u općini Ston

Emisija CO₂ u kućanstvima iznosi 1.272 tona godišnje, što čini 19% ukupne emisije u općini Ston.

3.2.4. PRORAČUN DOPRINOSA MJERE

Kao mjera za smanjenje emisije CO₂ u općini Ston odabrana je ugradnja fotonaponskih sustava. Ova mjera izabrana je zbog klimatskih uvjeta koji prevladavaju u općini, opisanih u uvodnom poglavlju.

Ako električnu energiju dobivamo direktnom pretvorbom energije sunčeva zračenja, tada govorimo o sunčevoj fotonaponskoj energiji. U fizici ovakva pretvorba energije poznata je pod nazivom fotoelektrični efekt. Uređaji u kojima se odvija fotonaponska pretvorba energije zovu se solarne ćelije (PV ćelije). PV ćelije iz silicija se izvode u više morfoloških oblika, kao monokristalne, polikristalne i amorfne. Korisnost PV ćelija kreće se od svega nekoliko postotaka do četrdesetak posto [23].

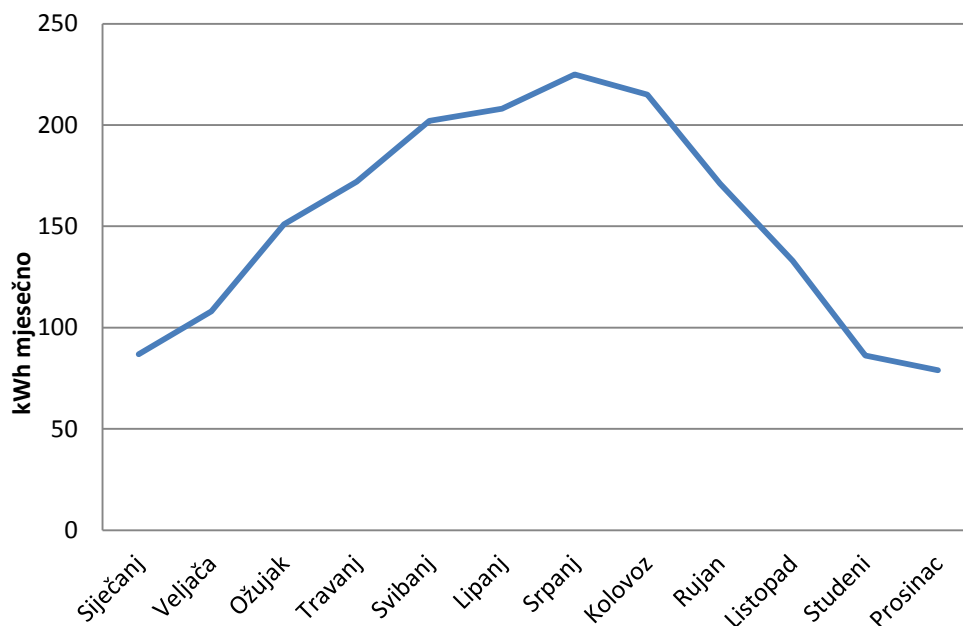
Jedan kvadratni metar fotonaponskih solarnih panela može dati snagu do 150 W bez održavanja do trideset godina. Oni će čak i raditi na difuzno zračenje kad su oblačni dani, ali sa manje izlazne snage. Napon proizveden fotonaponskim panelom ostaje približno isti bez obzira na vrijeme, ali jakost i snaga variraju. Najvažnija varijabla koju treba imati na umu pri planiranju fotonaponskih solarnih instalacija je izlazna snaga, koja će uglavnom ovisiti o četiri faktora: maksimalna snaga panela, intenzitet svjetlosti, broj sati izloženosti suncu i kut izlaganja suncu [23].

Fotonaponski sustavi mogu se podijeliti u dvije osnovne grupe. Prva grupa su takozvani samostalni ili otočni sustavi u kojima proizvedenu električnu energiju najčešće skladištimo u baterije ili akumulatore. Druga su, danas sve rasprostranjeniji i suvremeniji, mrežni sustavi, koji proizvedenu električnu energiju predaju u elektroenergetski sustav. U ovom radu otočni sustavi nisu zanimljivi, jer je cilj ugraditi fotonaponske sustave koji će višak proizvedene električne energije predavati u mrežu [24].

Fotonaponski sustavi priključeni na javnu mrežu preko kućne instalacije pripadaju distribuiranoj proizvodnji električne energije. Oni omogućuju povezivanje na sustave priključene na niskonaponsku razinu elektroenergetskog sustava. Ovakvi sustavi se uglavnom ugrađuju na krovove objekata ili na fasade. Upravo ovakvi sustavi izabrani su kao mjera za uštedu energije u općini. Sustavi koji su priključeni direktno na mrežu i svu proizvedenu energiju predaju u elektroenergetski sustav nisu zanimljivi kao rješenje u općini Ston [24].

Kao što je spomenuto u prethodnim poglavljima, broj sunčanih dana u Dubrovačko-neretvanskoj županiji uvijek iznosi više od 250 [15]. Samim tim velika je količina dozračene energije po kvadratnom metru u cijeloj županiji, pa tako i u općini Ston.

Za proračun dozračene energije po metru kvadratnom korišten je softver PVGIS. Softver uzima u obzir položaj općine, broj sunčanih dana godišnje, visinu sunca po danima u godini, zaklonjenost te brojne ostale parametre, te daje količinu dozračene energije po danima, mjesecima i godini za određenu lokaciju. U dijagramu ispod prikazano je kretanje dozračene energije po mjesecima u godini za općinu Ston (slika 20.).



Slika 20. Kretanje dozračene energije po metru kvadratnom po mjesecima za općinu Ston

Iz dijagrama je vidljivo da je najveća količina dozračene energije po metru kvadratnom u ljetnim mjesecima, što je za očekivati. Najveća količina dozračene energije je u srpnju i iznosi 225 kWh/m^2 , uz dnevni prosjek od $7,26 \text{ kWh/m}^2$ [16]. Najmanja količina dozračene energije je u prosincu i iznosi samo 79 kWh/m^2 , uz dnevni prosjek od samo $2,55 \text{ kWh/m}^2$ [16]. Prosječna mjesečna vrijednost dozračene energije za ovu općinu kroz godinu iznosi 153 kWh/m^2 , dok je prosječna dnevna vrijednost $5,03 \text{ kWh/m}^2$ [16]. Ukupna godišnja dozračena energija iznosi 1840 kWh po metru kvadratnom [16].

Svi iznosi dani u ovom poglavlju odnose se na dozračenu energiju na PV module montirane na kose krovove pod optimalnim kutom koji iznosi 34° [16].

Za proračun doprinosa ugradnje fotonaponskih sustava također je korišten softver PVGIS. Uz već navedene parametre, softver, pomoću odabrane vrste PV modula, odabrane ugradbene snage fotonaponskih sustava (koja za općinu Ston iznosi 200 kW), položaja ugradnje i ostalih parametara, računa električnu energiju dobivenu iz odabranog fotonaponskog sustava. Sučelje softvera dato je na slici ispod (slika 21.).

The screenshot displays the PVGIS web interface. At the top, it shows the JRC and CM SAF logos, along with the title 'Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps'. The navigation bar includes 'EUROPA > EC > JRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe'. A search bar contains 'Ston' and shows the cursor position (42.951, 17.792) and selected position (42.839, 17.696). The map shows the location of Ston on the coast of Croatia, with a red pin and a search box. The right-hand panel is titled 'Performance of Grid-connected PV' and contains the following configuration options:

- PV Estimation:** Monthly radiation, Daily radiation, Stand-alone PV.
- Radiation database:** Climate-SAF PVGIS [What is this?]
- PV technology:** Crystalline silicon
- Installed peak PV power:** 200 kWp
- Estimated system losses [0;100]:** 14 %
- Fixed mounting options:**
 - Mounting position:** Building integrated
 - Slope [0;90]:** 34 ° Optimize slope
 - Azimuth [-180;180]:** 0 ° Also optimize azimuth
- Tracking options:**
 - Vertical axis Slope [0;90] 0 ° Optimize
 - Inclined axis Slope [0;90] 0 ° Optimize
 - 2-axis tracking
- Horizon file:** Browse... No file selected.
- Output options:**
 - Show graphs
 - Show horizon
 - Web page
 - Text file
 - PDF

At the bottom of the panel, there is a 'Calculate' button and a '[help]' link. The map at the bottom left shows 'Solar radiation', 'Temperature', and 'Other maps' tabs.

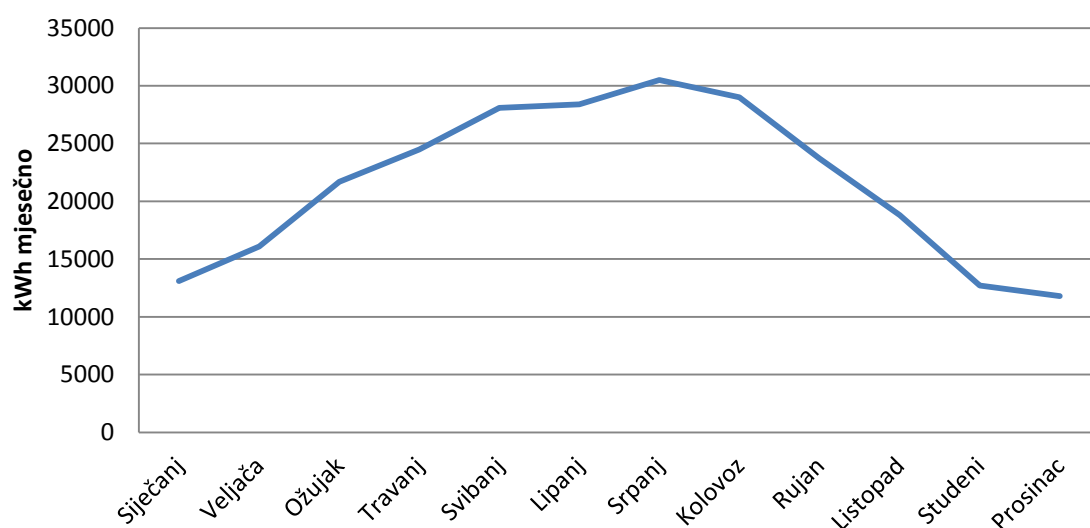
Slika 21. Sučelje softvera PVGIS [16]

Parametri zadani za općinu Ston, kao što je prikazano na slici, odabrani su u sklopu odabira mjere. Odabrana snaga fotonaponskih sustava je 200 kW, a položaj montaže na krovove objekata. Kut montaže zadan je kao optimalni kut i iznosi 34°. Odabrani su silicijski kristalni moduli.

Nakon unosa svih traženih parametara, uz uračunate gubitke za odabranu vrstu PV modula, softver je dao podatke o proizvedenoj električnoj energiji pomoću odabranih fotonaponskih sustava na dnevnoj, mjesečnoj i godišnjoj razini. Rezultati su prikazani u nastavku.

Tablica 17. Električna energija proizvedena fotonaponskim sustavima u općini Ston [16]

Mjesec	Prosječna dnevna proizvodnja električne energije, kWh	Prosječna mjesečna proizvodnja električne energije, kWh
Siječanj	423	13100
Veljača	574	16100
Ožujak	700	21700
Travanj	816	24500
Svibanj	906	28100
Lipanj	948	28400
Srpanj	985	30500
Kolovoz	937	19000
Rujan	790	23700
Listopad	607	18800
Studeni	423	12700
Prosinac	382	11800
Godišnji prosjek	708	21500
Ukupna godišnja proizvodnja	25800 kWh godišnje	

**Slika 22.** Kretanje proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava po mjesecima u općini Ston

Nakon dobivenih podataka o proizvedenoj električnoj energiji dobivenoj iz fotonaponskih sustava, napravljen je proračun smanjenja emisije CO₂, te dodatne proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora. Analizirani su investicijski troškovi te troškovi smanjenja emisije CO₂ za vijek trajanja ugrađene opreme od 20 godina. Cijena investicijskih troškova dana je za tzv. „ključ u ruke“, te uključuje izradu projektne dokumentacije, mjerenje kvalitete električne energije prema normi EN 50160 te elaborat utjecaja instaliranih sustava na elektroenergetsku mrežu [25]. Rezultati su dani u tablici ispod (tablica 18.).

Tablica 18. Proračun investicije i smanjenja emisije CO₂ u općini Ston

Instalirana snaga	200 kW
Investicijski trošak po kW snage	1.600 €/kW
Ukupni investicijski trošak	320.000 €
Godišnja proizvodnja električne energije u fotonaponskim sustavima	258.000 kWh godišnje
Smanjenje emisije CO ₂	83 tone godišnje
Trošak smanjenja emisije CO ₂ uz životni vijek opreme od 20 godina i diskontnu stopu od 8%	391 € po toni

Sve vrijednosti dobivene su na isti način kao i u prethodnim poglavljima. Ovom mjerom emisija CO₂ smanjena je za 83 tone godišnje, što iznosi 7% od ukupne emisije CO₂ u kućanstvu, te je ostvarena ušteda električne energije od 258.000 kWh godišnje.

Također je analiziran investicijski trošak ukoliko se želi smanjiti emisija kućanstava za 20%. Svi rezultati dani su u tablici (tablica 19.).

Tablica 19. Proračun investicije za željeno smanjenje emisije CO₂ u kućanstvima od 20%

Željeno smanjenje emisije CO ₂ (20%)	254 tone godišnje
Električna energija koja odgovara smanjenju emisije u kućanstvu za 20%	787.371 kWh godišnje
Potrebna instalirana snaga	610 kW
Ukupni investicijski trošak	976.000 €

Nakon analize utjecaja ugradnje fotonaponskih sustava u općinu Ston, izračunata je cijena struje za postrojenja ukupne snage 200 kW. I ovdje je diskontna stopa uzeta 8%. Izračun je dan u tablici u nastavku.

Tablica 20. Izračun cijene struje iz PV sustava

Ukupni investicijski trošak	320.000 €
Godišnja proizvodnja električne energije u fotonaponskim sustavima	258.000 kWh godišnje
Godišnja cijena investicije uz diskontnu stopu od 8% i radni vijek od 20 godina	32.593 €
Cijena struje dobivene u fotonaponskim sustavima	0,13 €/kWh

Grad Ston je zaštićen zbog velikog kulturno-povijesnog značaja, pa ugradnja fotonaponskih sustava u stari grad Ston nije poželjna. Općina bi trebala osigurati dodatno mjesto za kapacitete koji su predviđeni za montažu u zaštićenoj jezgri, a nisu mogli biti montirani.

3.3. OPĆINA KONA VLE

3.3.1. O OPĆINI KONA VLE

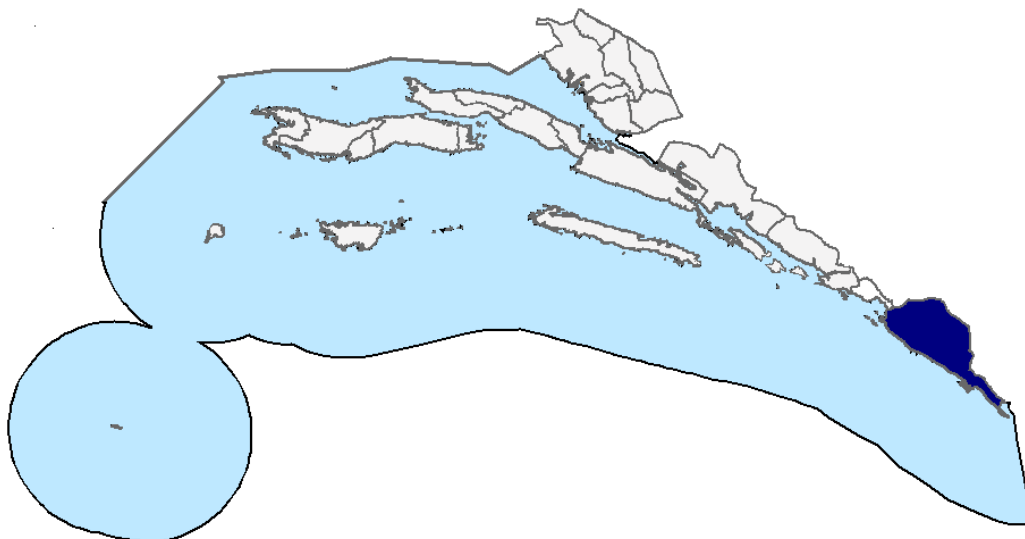
Konavle su smještene na krajnjem jugu Republike Hrvatske, te graniče s Bosnom i Hercegovinom i Crnom Gorom. Sjedište općine Konavle je u Cavtatu [26].

U sastavu općine su 32 naselja: Brotnice, Cavtat, Čilipi, Drvenik, Duba Konavoska, Dubravka, Dunave, Đurinići, Gabrili, Gruda, Jasenice, Komaji, Kuna Konavoska, Lovorno, Ljuta, Mihanići, Mikulići, Močići, Molunat, Obod, Palje Brdo, Pločice, Poljice, Popovići, Pridvorje, Radovčići, Stravča, Šilješki, Uskoplje, Vitaljina, Vodovađa, Zastolje, Zvekovica [26].

Općina zauzima površinu od 209,25 km², a prema popisu stanovništva iz 2011. godine općina Konavle broji 8577 stanovnika u 2.678 kućanstava [2].

Generalna odrednica klime u Konavlima je mediteranska: blage zime, jeseni tople i kišnije od proljeća, ljeta suha i vruća, a glavni vjetrovi su jugo, bura i maestral [27].

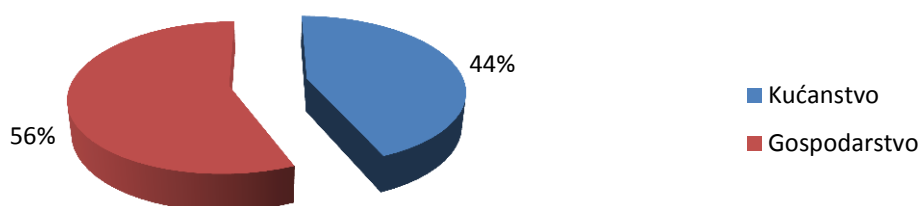
Gospodarstvo je tradicionalno temeljeno na poljoprivredi, ali se stanovništvo razvojem turizma uglavnom baziralo na turizam i promet (Zračna luka Dubrovnik, Čilipi) [27].



Slika 23. Položaj općine Konavle u Dubrovačko – neretvanskoj županiji [28]

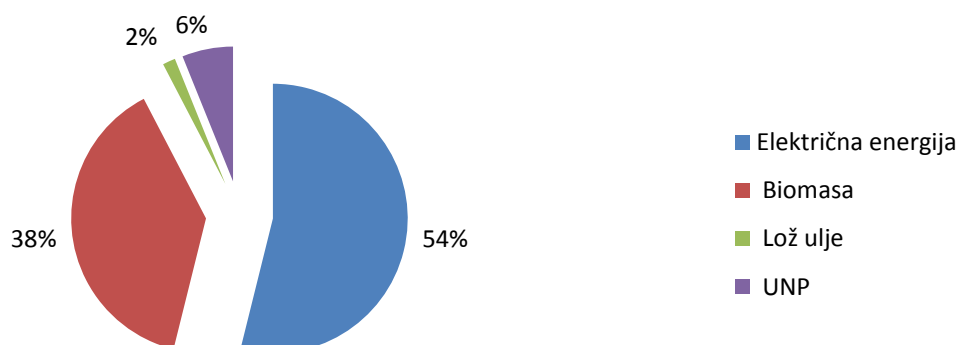
3.3.2. PROCJENA GODIŠNJE POTROŠNJE ENERGIJE

Kao što je spomenuto u prethodnim poglavljima, kao i za ostale općine, za ovu općinu dobiveni su podatci o potrošnji električne energije za kućanstva i gospodarstvo. Od ukupne potrošnje električne energije u općini, koja iznosi 35.367.529 kWh godišnje, na kućanstva otpada 15.447.394 kWh, dok na gospodarstvo otpada 19.920.135 kWh (slika 24.) [29]. Prema procjenama o potrošnji energije u općini Konavle, električna energija je vodeći izvor energije korišten u kućanstvima.



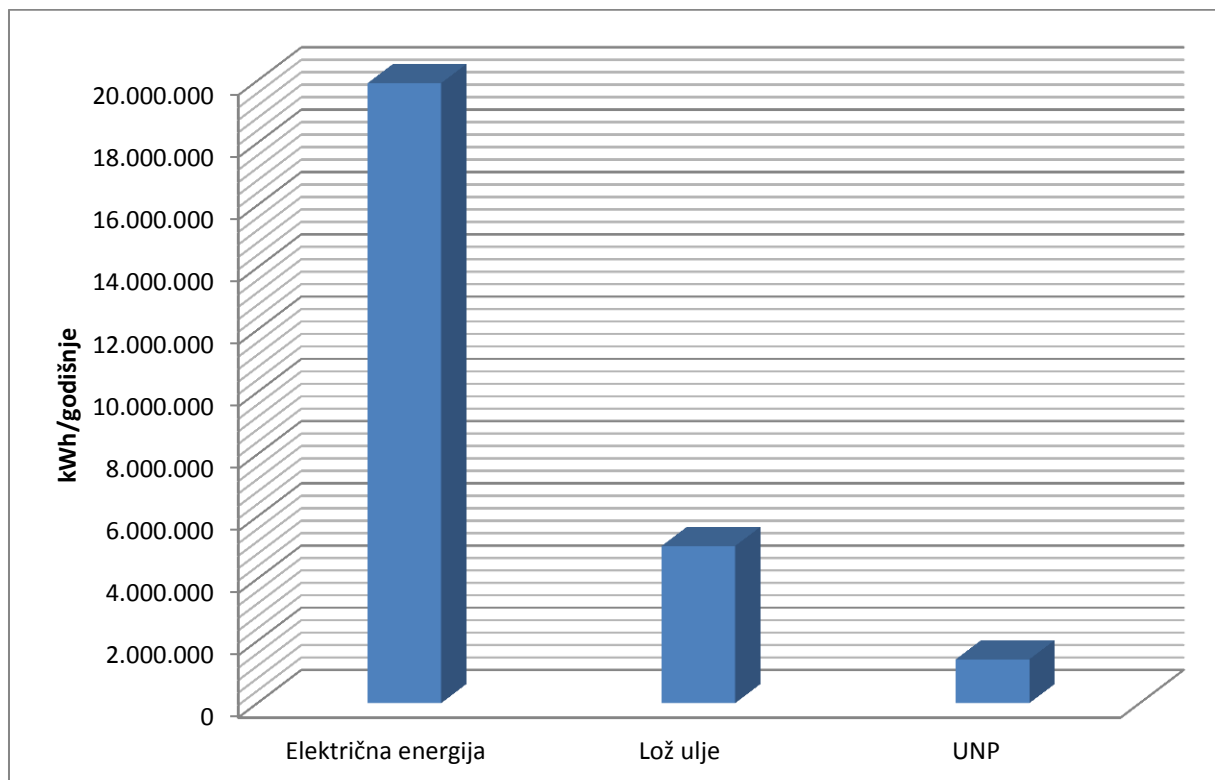
Slika 24. Struktura potrošnje električne energije u općini Konavle

Od energenata u kućanstvima u općini Konavle, također su zastupljeni biomasa, UNP te loživo ulje [1]. Kao što je spomenuto, najveći dio energije korišten u kućanstvima otpada na električnu energiju, a slijedi je biomasa iz koje je dobiveno 11.003.993 kWh energije. Iz UNP dobiveno je 1.752.215 kWh energije, dok je iz loživog ulja dobiveno 438.054 kWh energije godišnje korištene u kućanstvima (slika 25.).



Slika 25. Struktura potrošnje energenata u kućanstvima u općini Konavle

U gospodarstvu, prema procijenjenoj potrošnji, najzastupljenija je električna energija, na koju otpada 19.920.135 kWh potrošene energije [29]. Ovo je jedina općina od dosad analiziranih u kojoj je veći dio električne energije potrošen u gospodarstvu. Iz UNP dobiveno je 1.410.655 kWh energije, a iz lož ulja 5.054.847 kWh energije godišnje iskorištene u gospodarstvu (slika 26.).



Slika 26. Struktura potrošnje energenata u gospodarstvu u općini Konavle

U ovoj općini, kao i u prethodno analiziranim, struktura korištenih energenata i izvora energije ne odudara od strukture u Dubrovačko-neretvanskoj županiji.

Bilo je za očekivati najveću potrošnju energije u gospodarstvu od svih analiziranih općina u ovom radu jer osim velikog broja hotelskih ležajeva, u općini Konavle nalazi se zračna luka Čilipi, u kojoj ukupan godišnji broj letova iznosi 8.108 i u porastu je [1].

U ovoj općini također se očekuje porast potrošnje energije, pogotovo u uslužnom sektoru, budući da razvoj gospodarstva u cijeloj županiji bitno ovisi o razvoju upravo uslužnog sektora.

Godišnja potrošnja energije u prometu procijenjena je na način opisan u prethodnim poglavljima. Procjena potrošnje energije u prometu temelji se na broju registriranih osobnih i komercijalnih vozila u općini.

Općina Konavle nešto je bolje povezana međuopćinskim autobusnim linijama i unutaropćinskim autobusnim linijama od ostalih općina spomenutih u ovom radu, ali i dalje se radi o jako lošoj povezanosti. Loša povezanost uzorkovana je nepostignutim dogovorima između općine i same županije o subvencioniranju. Dakle, kao i u ostalim općinama, niti ovdje autobusni promet nije uzet u obzir pri procjeni energije u prometu, zbog već navedenih razloga.

Pomorski promet u ovoj općini, kao i u ostalim, uglavnom se svodi na promet plovila za odmor i razonodu, te promet komercijalnih plovila za prijevoz putnika. Prijevoz putnika uglavnom se obavlja na relaciji Cavtat-Dubrovnik, kao i na ostalim relacijama između Konavala i Župe dubrovačke te samog grada Dubrovnika. Ovdje je pomorski promet također zanemaren zbog nemogućnosti nabave podataka, kao i nemogućnosti procjene potrošnje plovila u općini Konavle.

Koristeći strukturu potrošnje energenata na nivou cijele Dubrovačko-neretvanske županije, i za općinu Konavle napravljena je procjena potrošnje energije u prometu, kako je opisano u prethodnim poglavljima. I ovdje je uzeto da 67% energije korištene za promet osobnih i komercijalnih vozila otpada na dizel, 32% na benzin te 1% na UNP.

Pomoću dobivenih podataka, te uzevši u obzir spomenuta zanemarenja i pojednostavljenja, dobivene su vrijednosti godišnje potrošnje energije u prometu, i to pomoću podataka o broju registriranih vozila u Dubrovačko – neretvanskoj županiji, te o broju registriranih vozila u općini Konavle.

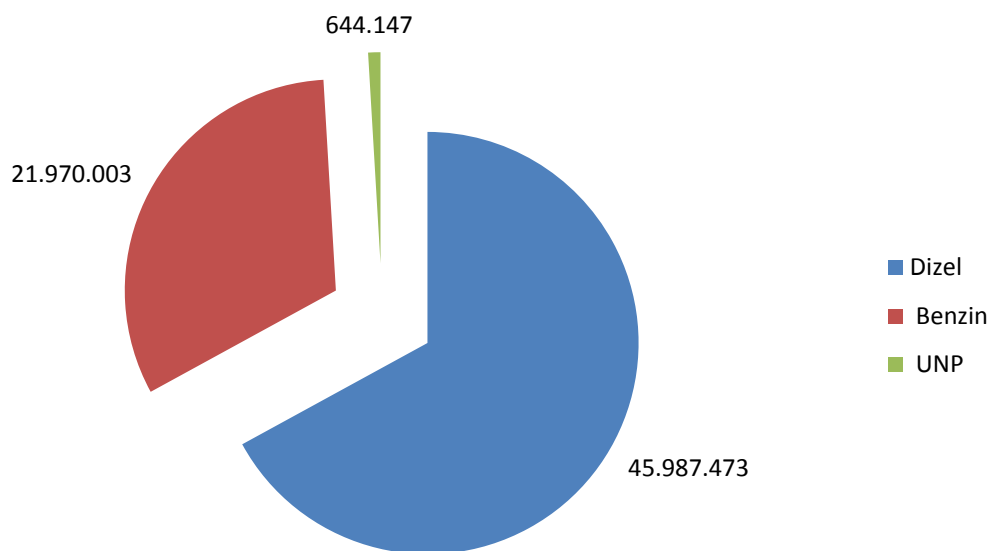
Od ukupne godišnje potrošnje energije u prometu za promet cestovnih i komercijalnih vozila koja iznosi 828.333.333 kWh[1], na općinu Konavle otpada 68.601.623 kWh, što čini 8% od ukupne godišnje potrošnje energije za promet cestovnih i komercijalnih vozila u županiji.

Od ukupnog broja registriranih vozila u županiji, koji iznosi 58.960 [10], u općini Konavle registrirano je 4.883 vozila [9].

Prema dobivenoj strukturi potrošnje energenata u prometu cestovnih i komercijalnih vozila na razini županije, procijenjena je struktura potrošnje energenata u općini Konavle (tablica 21.).

Tablica 21. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Konavle

Energent	Energija, kWh
Dizel	45.987.473
Benzin	21.970.003
UNP	644.147



Slika 27. Potrošnja energije u prometu prema energentima u općini Konavle

3.3.3. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA

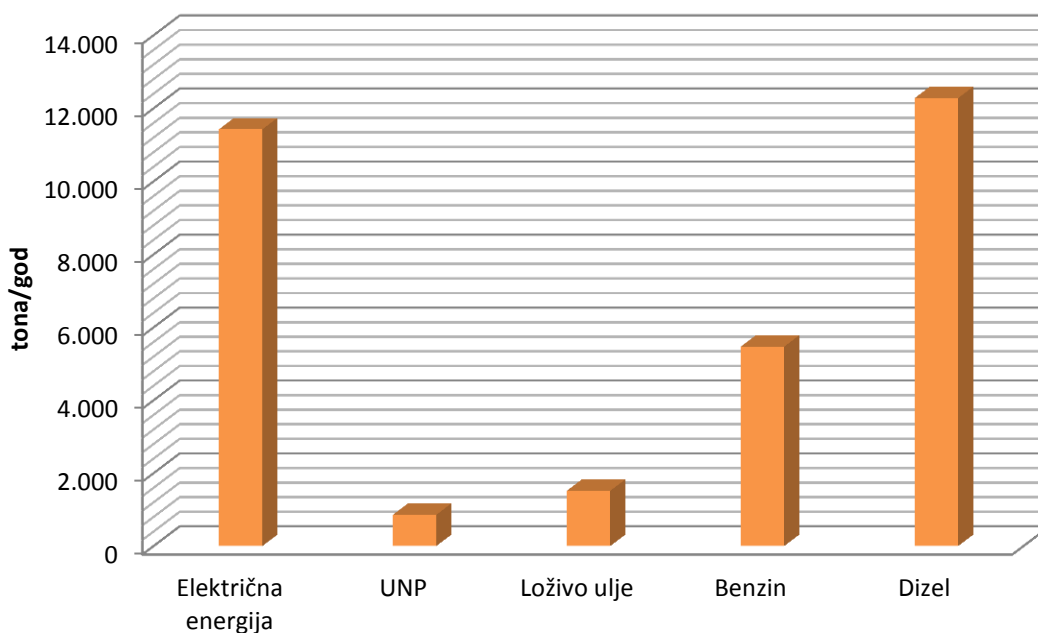
Nakon procjene potrošnje energije po sektorima, koristeći tablicu 4. danu u prethodnom poglavlju, napravljen je referentni inventar emisije CO₂.

U donjoj tablici prikazana je emisija CO₂ u općini Konavle prema izvorima energije koji se koriste u općini (tablica 22.).

Tablica 22. Emisije CO₂ prema izvorima energije u općini Konavle

Izvor energije	Energija, kWh/god	Emisija CO ₂ , t/god
Električna energija	35.367.529	11.424
UNP	3.807.016	857
Loživo ulje	5.492.901	1.516
Benzin	21.970.003	5.471
Dizel	45.987.473	12.297

Iz gornje tablice može se uočiti da najveći dio emisije CO₂ potječe od električne energije korištene u kućanstvima i gospodarstvu, te od dizelskog goriva korištenog u prometu.

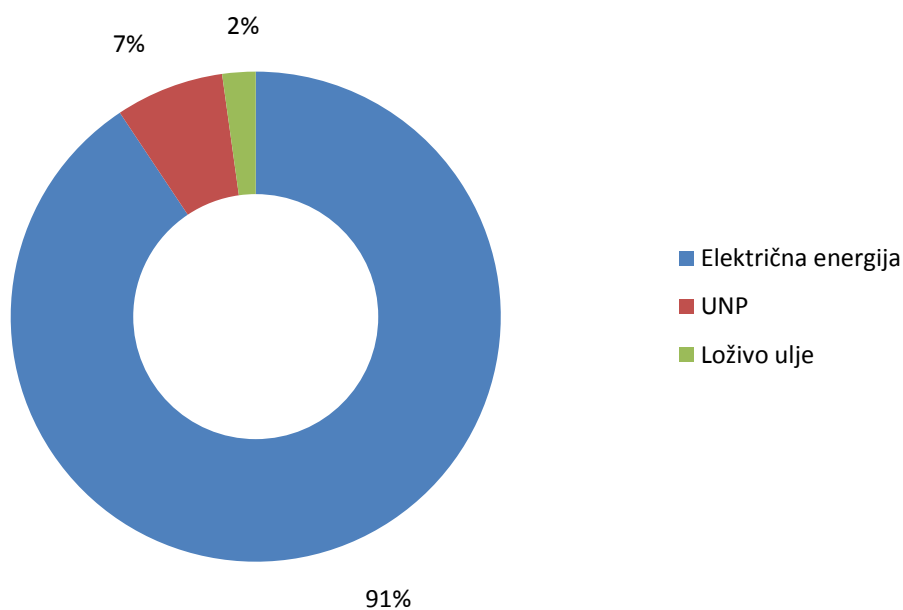


Slika 28. Emisija CO₂ prema korištenim izvorima energije u općini Konavle

Detaljnije je analizirana emisija CO₂ u kućanstvima. Općina Konavle ne odudara od ostalih spomenutih općina po udjelima energenata u korištenih u kućanstvu. U općini, kao i u ostalim općinama, najveći dio energije potrošene u kućanstvima otpada na električnu energiju i na biomasu, tako da i ovdje najveći dio emitiranog CO₂ u kućanstvima potječe od električne energije, kako je prikazano u nastavku.

Tablica 23. Emisije CO₂ prema izvorima energije u kućanstvima u općini Konavle

Izvor energije	Energija, kWh/god	Emisija CO ₂ , t/god
Električna energija	15.447.394	4.990
UNP	1.752.215	394
Loživo ulje	438.054	121



Slika 29. Emisija CO₂ prema korištenim izvorima energije u kućanstvima u općini Konavle

Emisija CO₂ u kućanstvima iznosi 5.505 tona godišnje, što čini 17% ukupne emisije u općini Konavle.

3.3.4. PRORAČUN DOPRINOSA MJERE

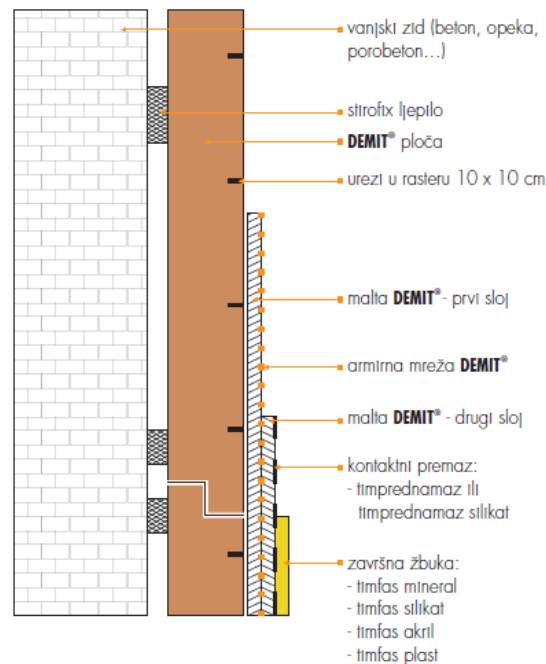
Kao mjera za smanjenje emisije CO₂ u općini Konavle odabrana je ugradnja toplinske izolacije na vanjsku ovojnicu stambenih objekata u općini.

U prošlosti, prvenstvena namjena fasade bila je estetski zaključiti objekt i zaštititi ga od agresivnih atmosferskih utjecaja. Danas je velika važnost pridodana i energetskej efikasnosti objekata; zato fasadni sklopovi, uz estetsku funkciju, imaju i važnu ulogu u toplinskoj zaštiti objekata. Zbog velikih površina vanjskih zidova objekta, toplinska zaštita fasade je jedan od najvažnijih elemenata njegove toplinske zaštite.

Za potrebe proračuna odabrana je tipska kuća koja se nalazi na području Dubrovačko-neretvanske županije. Radi se o obiteljskoj kući koja ima dvije etaže, a površina etaže iznosi 105 m², što je gotovo jednako prosječnoj površini stanova u općini Konavle, koja iznosi 102,4 m².

Za tipski objekt dobiveni su podatci o potrošnji električne energije prije i poslije ugradnje toplinske izolacije na vanjsku ovojnicu kuće, te je pomoću podataka o prosječnoj potrošnji finalne energije u zgradarstvu dobivena električna energija koja se koristi za grijanje i hlađenje stana. Važno je napomenuti da se za grijanje i hlađenje koristi split sustav ukupnog učina 10 kW, te da je zahtjev za unutarnju temperaturu prostorija nešto viši od standardnog, pa prosječna temperatura zimi iznosi u prosjeku 24°C.

Za toplinsku izolaciju vanjske ovojnice odabran je termoizolacijski sustav koji se zove Demit fasada. Tehnologija izrade ovakvog termoizolacijskog sustava uključuje pripremne radove, nabavku materijala i opreme, montažu skele, pripremu podloge, fiksiranje termoizolacijskih ploča, ugradnju sloja armiranog staklenom mrežicom te nanošenje zaštitnog i dekorativnog sloja [30]. Demit fasade mogu se izvoditi različitim debljinama stiropora, a za potrebe proračuna odabrana je debljina stiropora od 5 centimetara, jer je to debljina koja je stavljena na tipski objekt, pa su za tu debljinu dobiveni podatci o potrošnji električne energije [30]. Montaža ovog termoizolacijskog sustava prikazana je na slici ispod (slika 30.).



Slika 30. Termoizolacijski sustav Demit fasada

Nakon dobivene potrošnje energije i odabranog termoizolacijskog sustava kontaktirani su prodavači i izvođači radova, te je dobiven ukupni investicijski trošak koji uključuje materijal, već opisanu izradu i transport materijala [31].

Tipski objekt prije ugradnje termoizolacijskog sustava bio je opremljen kvalitetnom stolarijom koja uključuje dupla stakla, PVC prozore te aluminijske vanjske zatvore. Debljina cigle iznosi 19 centimetar, a te je na nju bio nanesen sloj od 2 centimetra unutarnje žbuke. Koeficijent prolaza topline za takav neizolirani zid iznosio je $1,72 \text{ W/m}^2\text{K}$ [32]. Dobivena godišnja potrošnja električne energije za grijanje i hlađenje za objekt bez izolacije iznosila je 30 kWh/m^2 .

Nakon dvije godine odlučeno je da će se investirati u toplinsku izolaciju objekta, te je ugrađen termoizolacijski sustav koji uključuje već spomenutu debljinu stiropora do 5 centimetara. Nakon ugradnje termoizolacije, koeficijent prolaza topline iznosi $0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ [32]. Praćenjem godišnje potrošnje energije nakon ugradnje termoizolacije, dobivena je ušteda električne energije od 22%. Detaljna analiza potrošnje energije i ušteda postignutih toplinskom izolacijom za tipski objekt dana je u nastavku.

Tablica 24. Potrošnja i uštede energije u tipskoj kući

Potrošnja električne energije u tipskoj kući za u godini bez izolacije (2011./2012.)	5806 kWh godišnje
Potrošnja električne energije u tipskoj kući za u godini sa izolacijom (2012./2013.)	4497 kWh godišnje
Od toga za grijanje/hlađenje – slučaj bez izolacije [34]	3251 kWh godišnje
Od toga za grijanje/hlađenje – slučaj sa izolacijom [34]	2518 kWh godišnje
Ušteda energije zbog ugradnje izolacije	733 kWh godišnje (22%)
Cijena struje u prvoj (skupljoj) tarifi [33]	1,06 kn/kWh
Cijena struje u drugoj (jeftinijoj) tarifi [33]	0,53 kn/kWh
Udio vremena dnevno u kojem grijanje/hlađenje radi u prvoj tarifi	86%
Ušteda energije za vrijeme skuplje tarife	628 kWh godišnje
Ušteda energije za vrijeme jeftinije tarife	105 kWh godišnje
Godišnja ušteda novca zbog uštede enegije	721 kn godišnje

Iz dobivenih rezultata vidi se ušteda energije od 733 kWh godišnje, što u kunama iznosi 721 kunu godišnje. Prema prosječnim udjelima potrošnje energije u zgradarstvu uzeto je da 56% ukupne električne energije otpada na grijanje/hlađenje objekta [34].

Prema opisanom tipskom objektu, napravljen je proračun za općinu Konavle za odabranu mjeru. Analiza proračuna dana je u nastavku.

Od ukupnog broja stanova, koji u općini Konavle iznosi 2.667 [5], odlučeno je da će se toplinska izolacija vanjske ovojnice izvesti na 50% objekata, tj. na 1.334 objekta. Kao što je već spomenuto, prosječna površina etaže u općini iznosi 102,4 m² [5], pa je uz prosječnu visinu etaže, koja iznosi 3 metra, dobivena ukupna ugradbena površina koja iznosi 161.929 m².

Prema dobivenim podacima za tipski objekt te prema izračunatim površinama ugradnje termoizolacijskih sustava, dobiveni su investicijski troškovi, ušteda energije, smanjenje emisija te cijena smanjenja emisija. Podatci su prikazani u tablici u nastavku.

Tablica 25. Proračun investicije i smanjenja emisije CO₂ u općini Konavle

Ugradbena površina termoizolacijskih sustava	161.929 m ²
Cijena termoizolacijskog sustava po metru kvadratnom [31]	20 €/m ²
Ukupna investicija	3.238.577 €
Godišnja potrošnja električne energije za grijanje/hlađenje prije ugradnje termoizolacijskog sustava	30 kWh/m ² godišnje
Ušteda električne energije zbog ugradnje termoizolacijskog sustava	22% godišnje
Ukupna godišnja ušteda električne energije zbog ugradnje termoizolacijskih sustava na 50% objekata	901.233 kWh godišnje
Smanjenje emisije CO ₂	291 tona godišnje
Trošak smanjenja emisije CO ₂ za vijek trajanja od 40 godina uz diskontnu stopu od 8%	933 € po toni

Sve vrijednosti dobivene su na isti način kao i u prethodnim poglavljima. Ovom mjerom emisija CO₂ smanjena je za 291 tonu godišnje, što iznosi 5% od ukupne emisije CO₂ u kućanstvu, te je ostvarena ušteda električne energije od 901.233 kWh godišnje.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu procijenjena je potrošnja energije u sektoru kućanstva, gospodarstva i prometa za tri općine u Dubrovačko–neretvanskoj županiji. Može se zaključiti da dobiveni rezultati odgovaraju veličini općina i broju stanovnika, te se prema njima dovoljno precizno moglo krenuti u detaljniju analizu utjecaja odabranih mjera za uštedu energije i smanjenje emisije CO₂ u općinama Konavle, Župa dubrovačka i Ston.

Izradom referentnog inventara emisija pokazano je da je najveći dio emisije CO₂ uzrokovan korištenjem električne energije, pa su sve odabrane mjere usmjerene k smanjenju potrošnje električne energije, koja se, kao i na nivou cijele Dubrovačko–neretvanske županije, koristi kao izvor energije za gotovo sve primjene u kućanstvu, uključujući grijanje, hlađenje i zagrijavanje potrošne tople vode.

Najizravnija mjera odabrana je za općinu Ston, gdje se ugradnjom fotonaponskih sustava osigurava električna energija za kućanstva, koja će zamijeniti dio električne energije koji kućanstva dobivaju iz mreže. Ugradnjom manjih sustava ukupne snage od 200 kW nije dobiveno značajnije smanjenje CO₂, ali se mora uzeti u obzir prostorno ograničenje za ugradnju fotonaponskih sustava u općini Ston. Tek ugradnjom većeg sustava snage oko 600 kW dobilo bi se značajnije smanjenje emisije CO₂, ali javlja se problem osiguravanja potrebne površine za ugradnju tolike elektrane.

Mjera odabrana u općini Župa dubrovačka daje značajne uštede električne energije koja se koristi za zagrijavanje PTV. Značajne uštede, koje bi mogle dosezati do 700 MWh godišnje, dobile bi se ugradnjom dovoljnog broja solarnih toplinskih sustava na kućanstva, ali isto tako bi se mogao iskoristiti veliki potencijal te općine, koja ima veliki broj sunčanih dana, te bi se uz minimalne dodatne troškove zbog dogrijavanja PTV mogla osigurati dovoljna količina PTV za stanovnike općine tokom cijele godine, ali isto tako i za turiste, kojih je u općini Župa dubrovačka svakom godinom sve više i više zbog brzog razvoja sektora uslužnih djelatnosti. Uz ugradnju solarnih paketa na 1.233 kućanstva moguće su uštede energije od čak 3.663 MWh godišnje, uz smanjenje emisije CO₂ u kućanstvima od 20%.

Također bi trebalo provesti dodatne analize o mogućnosti korištenja solarnih sustava za zagrijavanje objekata zimi, te analizirati utjecaj ugradnje takvih sustava na potrošnju električne energije za grijanje u općini i proračunati dodatno smanjenje emisija CO₂ koje bi se dobilo korištenjem takvih sustava u općini Župa dubrovačka.

U općini Konavle utjecaj mjere je jako značajan za uštedu energije koja se koristi za grijanje i hlađenje, na koju u prosjeku otpada 56% energije korištene u kućanstvu. U ovoj općini dana je najosnovnija mjera, koja je danas postala standard u graditeljstvu ali, zbog velikog broja starih objekata u Hrvatskoj (preko 80%), velike količine energije praktički se bacaju u atmosferu zbog neadekvatne toplinske izolacije objekata. Situacija u općinama Dubrovačko–neretvanske županije ne odudara od prosjeka, tako da je ova mjera nužna za smanjenje troškova grijanja i hlađenja. Naravno, ovdje se radi o većim troškovima za hlađenje objekata koji se mogu smanjiti za čak 22% ugradnjom adekvatne izolacije. Još jedna prednost ove mjere je što se ugradnjom toplinske izolacije na vanjsku ovojnicu objekta završnom obradom fasade dobiva estetski zaključen objekt, što je vrlo bitno zbog velikog broja objekata u općini koji nisu završeni.

Analizom svake od ovih mjera u prethodnim poglavljima nisu dobiveni veliki utjecaji na smanjenje ukupne emisije CO₂ na nivou odabranih općina, ali treba uzeti u obzir da su ove mjere napravljene ponajviše da bi se dobila smanjena emisija CO₂ u sektoru kućanstva, te bi se opisane mjere mogle uzeti kao dio nekog većeg akcijskog plana, u čijem bi se sklopu, uz mjere smanjenja emisija u kućanstvima, odabrale mjere za smanjenje emisije CO₂ u prometu i u gospodarstvu.

Sve analize, procjene i proračuni napravljeni u ovom radu rađeni su po uzoru na prethodno proučene akcijske planove održivog razvitka (SEAP) napravljene za veliki broj općina u Hrvatskoj, čiji je cilj smanjenje emisija za barem 20% primjenom odabranih mjera za te općine. Mjere odabrane u ovom radu svakako mogu pridonijeti izradi akcijskih planova za općine opisane u ovom radu, te potaknuti izradu akcijskih planova održivog razvitka i za ostale općine u Dubrovačko-neretvanskoj županiji. Dubrovačko-neretvanska županija ima velike potencijale za korištenje obnovljivih izvora svih vrsta, te bi se izradom navedenih planova i njihovom primjenom postigli veliki utjecaji na smanjenje potrošnje energije, očuvanje okoliša i zaustavljanje klimatskih promjena uzrokovanih emisijama stakleničkih plinova.

LITERATURA

- [1] Program energetske učinkovitosti u neposrednoj potrošnji energije Dubrovačko-neretvanske županije 2014. – 2016. godine, Zagreb, prosinac 2013. RADNA VERZIJA
- [2] Državni zavod za statistiku RH, Statistički ljetopis RH 2011, Zagreb, 2011.
- [3] Skupina autora, Akcijski plan energetske održivog razvoja Grada Rovinja – Rovigno, Rovinj, ožujak 2013.
- [4] Skupina autora, Akcijski plan energetske održivog razvoja grada Krka SEAP, Rijeka, 2012.
- [5] Državni zavod za statistiku RH, Stambene jedinice prema broju kućanstava i članova kućanstava, Zagreb, 2011.
- [6] http://hr.wikipedia.org/wiki/Župa_dubrovačka
- [7] <http://www.dubrovnik-riviera.hr/c/445/gcgid/381/Polozaj--klima--flora-i-fauna---Turisticka-zajednica-opcine-Zupa-dubrovačka---Dubrovnik-Riviera--Hrvatska.wshtml>
- [8] HEP operator distribucijskog sustava d.o.o., Podatci o potrošnji električne energije za općinu Župa dubrovačka, Dubrovnik, 2013.
- [9] MUP Policijska uprava Dubrovačko – neretvanska, Podatci o broju registriranih cestovnih vozila za općine Župa dubrovačka, Konavle i Ston, Dubrovnik, 2013.
- [10] MUP Policijska uprava Dubrovačko – neretvanska, Podatci o broju registriranih cestovnih vozila na području Dubrovačko – neretvanske županije, Dubrovnik, 2013.
- [11] Državni zavod za statistiku RH, Nastanjeni stanovi prema pomoćnim prostorijama i instalacijama, Zagreb, 2011.
- [12] Šare, A., Energetske nezavisne zgrade kao energetska postrojenja, Zagreb, 2010.
- [13] http://www.vaillant.hr/Proizvodi/Solar/Solarni+paketi/produkt_vaillant/Solarni_paket_1_pro.html
- [14] <http://www.grijanje.hr/Cjenik%20solarnih%20kolektora.pdf>
- [15] http://hr.wikipedia.org/wiki/Dubrovačko-neretvanska_županija

- [16] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>
- [17] www.mojaenergija.hr/index.../solarni%20sustavi%20u%20praksi.pdf
- [18] Turistička zajednica Dubrovačko-neretvanske županije, Pregled turističkog prometa u Dubrovačko-neretvanskoj županiji u razdoblju siječanj – prosinac 2013/2012, Dubrovnik, 2013.
- [19] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Ston>
- [20] <http://www.ston.hr/?l=hr&ispis=staticna&id=97&iskljuci=da>
- [21] <http://imageshack.us/a/img42/5931/pii4.png>
- [22] HEP operator distribucijskog sustava d.o.o., Podatci o potrošnji električne energije za općinu Ston, Dubrovnik, 2013.
- [23] http://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna_fotonaponska_energija
- [24] http://hr.wikipedia.org/wiki/Fotonaponski_sustavi
- [25] Hrvatska stručna udruga za sunčevu energiju, Solarna tehnologija, Zagreb, 2012.
- [26] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Konavle>
- [27] <http://visit.cavtat-konavle.com/hr/>
- [28] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Konavle_municipality.PNG
- [29] HEP operator distribucijskog sustava d.o.o., Podatci o potrošnji električne energije za općinu Konavle, Dubrovnik, 2013.
- [30] <http://fasade.com.hr/demit-fasade/>
- [31] <http://www.bricking.hr/demitfasada5cm.pdf>
- [32] http://www.austrotherm.rs/upload/download/optimalna_debljina_fasadne_termoizolacije_2013_screen.pdf
- [33] <http://www.hep.hr/ods/kupci/tarifni.aspx>
- [34] www.eihp.hr/hrvatski/pdf/Prirucnik_HEP_T.pdf