

# Planiranje razvoja energetske samodostatnog otoka Unije

---

**Bratić, Silvio**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2011**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:175233>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-31**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Silvio Bratić**

Zagreb, 2011.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Duić, dipl. ing.

Student:

Silvio Bratić

Zagreb, 2011.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Nevenu Duiću na pruženoj pomoći prilikom izrade diplomskog rada te korisnim savjetima kao i dipl. Ing. Goranu Krajačiću, također se zahvaljujem dipl. Ing. Andreju Čotaru i dipl. Ing. Darku Jardasu iz "Regionalne energetske agencije Kvarner" koji su mi znatno pomogli u izradi moga diplomskog rada svoji velikim znanjem i savjetima. Na kraju iz sveg srca zahvaljujem svojim roditeljima i bratu na pruženoj podršci prilikom izrade ovog rada kao i tokom cijelog studija.

Silvio Bratić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite

Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
 procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne  
 simulacije

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student:

Mat. br.:

Naslov:

Opis zadatka:

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Mladen Andrassy

Referada za diplomske i završne ispite

Obrazac DS - 3A/PDS - 3A

**SADRŽAJ:**

POPIS SLIKA .....	7
POPIS TABLICA .....	8
POPIS DIJAGRAMA.....	9
POPIS OZNAKA .....	12
SAŽETAK .....	13
SUMMARY .....	14
1. UVOD .....	15
2. OTOK UNIJE.....	20
2.1. SWOT analiza energetskog sustava otoka Unija.....	21
2.2. Renewislands metodologija .....	22
2.3. Anketa .....	25
2.3.1. Metodologija dobivanja krivulje opterećenja za otok Unije .....	33
2.3.2. Potrošnja toplinske energija za PTV .....	44
2.4. Energetska bilanca .....	45
2.5. Meteorološki podaci .....	49
2.5.1. Sunčevo zračenje .....	49
2.5.2. Brzina vjetra .....	52
2.6. Mogućnost iskorištenja biomase.....	53
2.7. Mogućnost korištenja geotermalne energije .....	54
2.8. Mogućnost korištenja energije mora.....	54
2.9. Desalinizacija.....	55
2.9.1. Desalinizacija u Svijetu .....	57
2.9.2. Desalinizacija na hrvatskim otocima.....	57
2.10. Električna vozila za unutar otočni prijevoz.....	59
2.11. Mogući projekti navedeni u studiji „Održivi razvoj Unija“ .....	61
2.11.1. Kozarstvo i proizvodnja sira .....	61
2.11.2. Ovčarstvo i proizvodnja sira .....	62
2.11.3. Govedarstvo i proizvodnja mesa.....	62
2.11.4. Maslinarstvo.....	63
3. SCENARIJI PTV,PV,EE .....	65
3.1. Stanje u 2011. godini .....	65
3.1.1. Stanje u 2011.godini-Homer .....	68
3.2. Stanje u 2020. godini .....	72
3.2.1. Stanje u 2020.godini-Homer.....	76
3.3. Stanje u 2030. godini .....	77
3.3.1. Stanje u 2030. godini-Homer.....	81

3.3.2.	100% obnovljiv otok u 2030. godini .....	81
3.3.3.	100% obnovljiv otok u 2030. godini-Homer.....	83
3.4.	Analiza scenarija .....	84
4.	SCENARIJI PV OTOK(PV KROVOVI, PV POSTROJENJE, ZELENI HOTEL) .....	87
4.1.	Stanje u 2011. godini .....	87
4.1.1.	Stanje u 2011. godini- Homer .....	90
4.2.	Stanje u 2020. godini .....	90
4.2.1.	Stanje u 2020. godini-Homer.....	94
4.3.	Stanje u 2030. godini .....	94
4.3.1.	Stanje u 2030. godini-Homer.....	99
4.3.2.	100% obnovljiv otok u 2030. godini .....	99
4.3.3.	100% obnovljiv otok u 2030. godini-Homer.....	101
4.4.	Analiza scenarija .....	102
5.	SCENARIJI PV+VJETAR.....	105
5.1.	Stanje u 2011. Godini .....	106
5.2.	Stanje u 2020. godini .....	106
5.2.1.	Stanje u 2020. godini-Homer.....	109
5.3.	Stanje u 2030. godini.....	109
5.3.1.	Stanje u 2030. godini-Homer.....	112
5.3.2.	100% obnovljiv otok u 2030. godini .....	113
5.3.3.	100% obnovljiv otok u 2030. godina-Homer .....	115
5.4.	Analiza scenarija .....	117
6.	MASTER SCENARIJI.....	119
6.1.	Stanje u 2011. godini .....	119
6.1.1.	Stanje u 2011. godini-Homer .....	119
6.2.	Stanje u 2020. godini .....	120
6.2.1.	Stanje u 2020. godini- Homer.....	122
6.3.	Stanje u 2030. godini .....	122
6.3.1.	Stanje u 2030. godini- Homer.....	123
6.4.	Analiza scenarija .....	123
7.	ZAKLJUČAK .....	125
	LITERATURA .....	130
	DODATAK .....	134

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Kretanje cijena PV panela u posljednjih 10 godina [10].....	17
Slika 2.	Otok Unije iz zraka [20].....	20
Slika 3.	Satelitska slika Unija [24] .....	28
Slika 4.	Globalno sunčevo zračenje u RH [19] .....	49
Slika 5.	Srednja godišnja ozračenost na vodoravnoj plohi [27] .....	50
Slika 6.	Brzine vjetra u RH [28].....	52
Slika 7.	Karta vjetra na visina 20 m od tla [27].....	53
Slika 8.	Otok Unije .....	53
Slika 9.	Strojevi za usitnjavanje i briketiranje biomase.....	54
Slika 10.	Desalinizacija isparavanjem [30] .....	56
Slika 11.	Desalinizacija pomoću membrane (Reverzna osmoza) [31].....	56
Slika 12.	Desalinizacijsko postrojenje [32].....	56
Slika 13.	Desalinizacijsko postrojenje na Mljetu-postrojenje Blato (31).....	59
Slika 14.	Električni bicikl [36] .....	59
Slika 15.	Električno poljoprivredno vozilo [37].....	60
Slika 16.	Elementi elektroenergetskog sustava-Homer.....	68
Slika 17.	Sučelje za opterećenje-Homer.....	69
Slika 18.	Sučelje za definiranje mreže-Homer .....	69
Slika 19.	Sučelje za PV-Homer .....	70
Slika 20.	Sučelje za zračenje-Homer.....	70
Slika 21.	Sučelje za inverter-Homer.....	70
Slika 22.	Dobiveni rezultati za PV-Homer.....	71
Slika 23.	Satno opterećenje-Homer.....	71
Slika 24.	LED javna rasvjeta [44] .....	73
Slika 25.	Satno opterećenje 2020.-Homer.....	76
Slika 26.	Baterije za skladištenje električne energije [45] .....	83
Slika 27.	Primjer PV elektrane u Bugarskoj.....	91
Slika 28.	Hotel Vespera [48] .....	95
Slika 29.	Primjer izgleda zelenog hotela .....	95
Slika 30.	Površina zemljišta „Zelenog“ hotela-zeleni trokut (21).....	97
Slika 31.	Mali vjetroagregat snage 5 kW (VAWT).....	105



**POPIS TABLICA**

Tablica 1.	SWOT analiza energetskeg sustava Unija .....	21
Tablica 2.	Mapiranje potreba otoka .....	22
Tablica 3.	Mapiranje raspoloživih izvora na otoku .....	23
Tablica 4.	Potencijalni nosioci energije.....	23
Tablica 5.	Potencijalna postrojenja za energetske transformacije.....	24
Tablica 6.	Načini spremanja energije .....	24
Tablica 7.	Integracija tokova .....	25
Tablica 8.	Opće karakteristike stambenih objekata na otoku .....	26
Tablica 9.	Godišnja potrošnja energenata u ostalim anketiranim kućanstvima .....	29
Tablica 10.	Primarna energija (47 objekata) .....	45
Tablica 11.	Primarna energija.....	45
Tablica 12.	Procjenjena potrošnja finalne energije za 2010. godinu.....	47
Tablica 13.	Usporedba zračenja za otok Unije i otok Lošinj, Wh [26].....	50
Tablica 14.	Troškovi desalinizacijskog postrojenja na Lastovu [35].....	58
Tablica 15.	Karakteristike električnih bicikala [36] .....	60
Tablica 16.	Potrošnja energije-kozarstvo [38].....	61
Tablica 17.	Potrošnja energije - ovčarstvo [38].....	62
Tablica 18.	Potrošnja energije-govedarstvo [38].....	62
Tablica 19.	Iskorištenje biomase-masline [39].....	63
Tablica 20.	Potrošnja energije za maslinovo ulje [40] .....	63
Tablica 21.	Tarifni modeli [42] .....	69
Tablica 22.	Cijena instalacije PV sustava [43] .....	72
Tablica 23.	Ukupni troškovi scenarija-2011 (PTV,PV,EE) .....	72
Tablica 24.	Raspodjela dobave električne energije 2020.-Homer.....	76
Tablica 25.	Ukupni trošak scenarija-2020. (PTV,PV,EE).....	76
Tablica 26.	Ukupni trošak scenarija-2030. (PTV,PV,EE).....	81
Tablica 27.	Proizvodnja električne energije ovisno o orijentaciji panela.....	81
Tablica 28.	Proizvodna cijena toplinske energije novoinstaliranih kapaciteta.....	86
Tablica 29.	Ukupni troškovi scenarija-2011.(PV otok).....	90
Tablica 30.	Ukupni trošak scenarija-2020. (PV otok).....	94
Tablica 31.	Osnovni tehnički podaci kolektora u solarnom sustavu hotela “Vespra“ [48]...	95
Tablica 32.	Potrošnja električne energije po sobi [49] .....	96
Tablica 33.	Potrošnja tople vode po sobi [49] .....	96
Tablica 34.	Ukupni trošak scenarija-2030. (PV otok) .....	99
Tablica 35.	„PV otok“ proizvodnja električne energije ovisno o tehnologiji.....	104
Tablica 36.	Ukupni trošak scenarija-2020. (PV+vjetar).....	109
Tablica 37.	Ukupnitroškovi scenarija-2030. (PV+vjetar) .....	113
Tablica 38.	Moguće kombinacije za postizanje 100% obnovljivog otoka.....	115
Tablica 39.	Najisplativija kombinacija .....	116
Tablica 40.	Najskuplja kombinacija .....	116
Tablica 41.	Ukupni trošak scenarija-2011. (Master scenariji) .....	120
Tablica 42.	Potreba za električnom energijom mogućih projekata .....	121
Tablica 43.	Raspodjela dobave električne energije (2020).....	121
Tablica 44.	Ukupni trošak scenarija-2020. (Master scenariji) .....	122
Tablica 45.	Raspodjela dobave električne energije 2030. ....	123
Tablica 46.	Ukupni trošak scenarija .....	123
Tablica 47.	Usporedba proizvodnih cijena novoinstaliranih kapaciteta.....	127

**POPIS DIJAGRAMA**

Dijagram 1.	Broj korisnika .....	25
Dijagram 2.	Građevinski materijal vanjskih zidova .....	26
Dijagram 3.	Toplinska izolacija .....	27
Dijagram 4.	Vrsta izolacije .....	27
Dijagram 5.	Izvedba krova .....	28
Dijagram 6.	Izolacija krova .....	28
Dijagram 7.	Energent za pripremu tople vode.....	29
Dijagram 8.	Podjela rasvjetnih tijela .....	30
Dijagram 9.	Grijanje .....	30
Dijagram 10.	Način grijanja .....	30
Dijagram 11.	Uređaji za hlađenje .....	31
Dijagram 12.	Podjela kućanskih uređaja .....	31
Dijagram 13.	Udio pojedinog uređaja u kućanstvu .....	31
Dijagram 14.	Štednjak-energenti .....	32
Dijagram 15.	Potrošnja goriva.....	32
Dijagram 16.	Pomorsko gorivo .....	32
Dijagram 17.	Zastupljenost telefona.....	33
Dijagram 18.	Zastupljenost interneta .....	33
Dijagram 19.	Proizvodnja električne energije u zadruzi .....	33
Dijagram 20.	Satno opterećenje za jedan dan u kolovozu na Unijama .....	34
Dijagram 21.	Usporedba satnih opterećenja.....	35
Dijagram 22.	Satno opterećenje za otok Unije dobiveno u „STATISTIC-i“ .....	35
Dijagram 23.	Sređen dijagram potrošnja električne energije .....	36
Dijagram 24.	Dolasci ljudi na otok sa katamaranom .....	36
Dijagram 25.	Dolasci ljudi na otok sveden na tjedne dolaske.....	37
Dijagram 26.	Dolasci ljudi koji utječu na porast potrošnje električne energije .....	38
Dijagram 27.	Dobivena krivulja satnog opterećenja .....	39
Dijagram 28.	Prilagođena krivulja satnog opterećenja.....	40
Dijagram 29.	Satne temperature [19] .....	40
Dijagram 30.	Električna energija za grijanje prostorija.....	41
Dijagram 31.	Satno opterećenje kroz period od godinu dana.....	42
Dijagram 32.	Koeficijent uključenosti .....	42
Dijagram 33.	Usporedba profila .....	43
Dijagram 34.	Konačni oblik krivulje satnog opterećenja električne energije .....	43
Dijagram 35.	Toplinska energija (PTV) .....	44
Dijagram 36.	Godišnji dijagram toplinskog opterećenja za PTV.....	44
Dijagram 37.	Podjela finalne energije .....	46
Dijagram 38.	Podjela potrošnje električne energije.....	48
Dijagram 39.	Podjela potrošnje biomase .....	48
Dijagram 40.	Podjela potrošnje UNP-a .....	48
Dijagram 41.	Podjela potrošnje goriva .....	49
Dijagram 42.	Ukupno satno sunčevo zračenje na horizontalnu površinu [19].....	51
Dijagram 43.	Brzina vjetra [28].....	52
Dijagram 44.	Dnevni prosjek proizvodnje pitke vode za pojedini mjesec [34] .....	58
Dijagram 45.	Potrošnja energije-kozarstvo [38].....	62
Dijagram 46.	Udio u dobavi električne energije (2011.).....	66
Dijagram 47.	Raspodjela dobave toplinske energije za PTV (2011.) .....	67
Dijagram 48.	Dobava toplinske energije za PTV (2011.) .....	67
Dijagram 49.	Dobava električne energije (2011.) .....	68

Dijagram 50.	Porast potrošnje električne energije.....	73
Dijagram 51.	Udio u dobavi električne energije (2020.).....	74
Dijagram 52.	Dobava električne energije (2020.) .....	74
Dijagram 53.	Raspodjela proizvodnje toplinske energije za PTV(2020.).....	75
Dijagram 54.	Dobava toplinske energije za PTV(2020.) .....	75
Dijagram 55.	Udio u dobavi električne energije (2030.).....	77
Dijagram 56.	Dobava električne energije (2030.) .....	78
Dijagram 57.	Raspodjela proizvodnje toplinske energije za PTV (2030.).....	78
Dijagram 58.	Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030.) .....	79
Dijagram 59.	Dobava toplinske energije 2030. cijeli otok.....	80
Dijagram 60.	Dobava toplinske energije 2030. cijeli otok-25% .....	80
Dijagram 61.	Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030.100%) .....	82
Dijagram 62.	Električna energija (2030. 100%).....	83
Dijagram 63.	Instalirani kapaciteti .....	85
Dijagram 64.	Dobava električne energije .....	85
Dijagram 65.	Potrošnja toplinske energije za PTV .....	85
Dijagram 66.	Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2011.).....	88
Dijagram 67.	Dobava električne energije 2011.....	88
Dijagram 68.	Udio u dobavi električne energije 2011.....	89
Dijagram 69.	Toplinska energija za PTV(2011.) .....	89
Dijagram 70.	Podjela potrošnje toplinske energije za PTV(2011.).....	90
Dijagram 71.	Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2020.).....	92
Dijagram 72.	Dobava električne energije 2020.....	92
Dijagram 73.	Udio u dobavi električne energije (2020.).....	93
Dijagram 74.	Toplinska energija za PTV (2020.) .....	93
Dijagram 75.	Podjela potrošnje toplinske energije za PTV (2020.).....	94
Dijagram 76.	Dobava električne energije 2030.....	97
Dijagram 77.	Udio u dobavi električne energije (2030.).....	98
Dijagram 78.	Podjela potrošnje toplinske energije za PTV (2030.).....	98
Dijagram 79.	Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030-100%).....	100
Dijagram 80.	Dobava električne energije (2030. 100%) .....	101
Dijagram 81.	Iskorištenje intermitentnih izvora-Sunčevo zračenje .....	101
Dijagram 82.	Instalirani kapaciteti (PV otok) .....	102
Dijagram 83.	Dobava električne energije(PV otok) .....	103
Dijagram 84.	Potrošnja toplinske energije za PTV (PV otok) .....	103
Dijagram 85.	Krivulja opterećenja vjetroagregata .....	106
Dijagram 86.	Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2020.).....	107
Dijagram 87.	Dobava električne energije 2020.....	107
Dijagram 88.	Udio u dobavi električne energije.....	107
Dijagram 89.	Proizvodnja električne energije na otoku .....	108
Dijagram 90.	Toplinska energija za PTV (2020.) .....	108
Dijagram 91.	Podjela potrošnje toplinske energije za PTV (2020.).....	109
Dijagram 92.	Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2030.).....	110
Dijagram 93.	Dobava električne energije (2030.) .....	110
Dijagram 94.	Proizvodnja električne energije na otoku .....	111
Dijagram 95.	Udio u dobavi električne energije (2030.).....	111
Dijagram 96.	Raspodjela dobave toplinske energije za PTV (2030.) .....	112
Dijagram 97.	Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030) .....	112
Dijagram 98.	Dobava električne energije (2030. 100%).....	114
Dijagram 99.	Iskorištenje intermitentnih izvora-Sunčeva energija.....	114
Dijagram 100.	Raspodjela proizvodnje električne energije (2030. 100%-1) .....	115

---

Dijagram 101.	Instalirani kapaciteti za dobavu električne energije (PV+vjetar) .....	117
Dijagram 102.	Dobava električne energije (PV+vjetar) .....	117
Dijagram 103.	Toplinska energija za pripremu tople vode (PV+vjetar) .....	118
Dijagram 104.	Udio u dobavi električne energije 2011.....	119
Dijagram 105.	Udio u dobavi električne energije (2020.).....	121
Dijagram 106.	Udio u dobavi električne energije 2030.....	122
Dijagram 107.	Instalirani kapaciteti-Master scenariji .....	123
Dijagram 108.	Snadbijevanje potražnje-Master scenariji.....	124

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
U	W/m <sup>2</sup> K	koeficijent prolaza topline
$\alpha_u$	W/m <sup>2</sup> K	koeficijent prijelaza topline na unutarnje strane zida
$\alpha_v$	W/m <sup>2</sup> K	koeficijent prijelaza topline na vanjskoj strani zida
$\delta$	m	debljina pojedinog sloja
$\lambda$	W/mK	koeficijent prolaza topline pojedinog sloja
$D_{tj}$	-	tjedni dolasci
$b_{tj}$	-	korekcijski faktor
$D_m$	-	mjesečni dolasci
$D_{po.el}^i$	-	dolasci ljudi na otok koji uzrokuju porast potrošnje
$D_{tj}^i$	-	tjedni dolasci na otok
$D_{ot}^i$	-	dolasci stanovnika na otok
i	-	tjedan
$a_i$	-	koeficijent porasta potrošnje
$D_h^i$	-	dolasci ljudi koji utječu na porast potrošnje električne energije u određenom tjednu pojedinog mjeseca
$D_7^i$	-	dolasci ljudi koji utječu na porast potrošnje u određenom tjednu u srpnju
h	-	mjesec
$L_{Unije}$	kW	satno opterećenje za Unije za određeni sat
$a_i$	-	koeficijent za određeni tjedan
$L_{Lošinj}$	kW	satno opterećenje za Lošinj za određeni sat
$\Phi_x$	W	toplinski tok potreban za grijanje u pojedinom satu
$\Delta T_x$	K	razlika temperature u pojedinom satu
Hh	Wh/m <sup>2</sup> dan	zračenje na horizontalnu površinu
Hopt	Wh/m <sup>2</sup> dan	zračenje na površinu pod optimalnim kutem
H(90)	Wh/m <sup>2</sup> dan	zračenje na površinu pod 90°
Iopt	°	optimalni nagib

## SAŽETAK

U ovom diplomskom radom planiran je energetska sustav otoka Unije, na otoku se planiraju brojni projekti u cilju poticanja održivog razvoja, rad služi kao potpora takvom razvoju, također su vršeni proračuni koji su pokazali koliki su potrebni kapaciteti obnovljivih izvora energije (OIE) da bi se omogućio nesmetan razvoj otoka. Energetsko planiranje je vršeno pomoću računalnog programa „H<sub>2</sub>RES“, ovaj program radi na principu bilanciranja energetske potreba i izvora energije, program radi sa satnim vrijednostima čime se dobiva prilično detaljan proračun. „H<sub>2</sub>RES“ je program koji omogućuje da se na prilično jednostavan način odredi koliki je mogući udio obnovljivih izvora energije u elektroenergetskom sustavu nekog otoka. U prvom dijelu rada nalazi se Renewislands metodologija koja je rađena u cilju dobivanja bolje slike u potrebe otoka kao i u izvore koji se nalaze na otoku. Za potrebe Renewislands metodologije te dobivanje što točnije slike o potrebama za energijom na otoku je provedena anketa čiji se rezultati navode u jednom od poglavlja. U radu je prikazana i energetska bilanca otoka, mogućnosti iskorištenja biomase, mogućnost korištenja električnih vozila na otoku, izgradnja desalinizacijskog postrojenja.

Rad sadrži četiri scenarija energetske razvoja otoka, gdje je svaki scenariji proračunavat do 2030. godine. Scenariji su radi kontrole i dobivanja financijske slike proračunati i u računalnom programu „Homer“ koji ima mogućnost prikazivanja financijskih detalja pojedinog scenarija, no za razliku od H<sub>2</sub>RES modela nema mogućnosti proračuna sa solarnim toplinskim kolektorima. Prvi scenariji „PTV,PV,EE“ pokazuje što bi se moglo postići na otoku ukoliko se na sve kuće mještana postave solarni toplinski kolektori te solarni fotonaponski paneli, također se pretpostavlja da će na otoku bit provedene mjere energetske učinkovitosti. Drugi scenariji „PV otok“ pokazuje što bi se dogodilo kada bi se na otoku izgradila planirana solarna elektrana snage 2MW te „zeleni“ hotel koji bi značajno povećao potrebu za energijom, a u sklopu kojega bi se nalazila marina. Treći scenariji „PV+vjetar“ analizira mogućnosti instalacije manjih vjetroagregata na otok kao i vjetroagregata većih snaga. „Master scenariji“ je posljednji planirani scenariji koji je za cilj imao osigurati dovoljnu količinu energije da bi se omogućila izvedba svih planiranih projekata na otoku: kozarstvo, ovčarstvo, govedarstvo, desalinizacijsko postrojenje. Potrebno je naglasiti da je za svaki scenariji obrađena mogućnost postizanja 100% obnovljivog otoka, time bi otok bio nezavistan od elektroenergetskog sustava kopnenog dijela države a uz to bi postao i zanimljivo turističko odredište.

Na kraju rada dan je zaključak u kojemu se detaljnije analiziraju i uspoređuju dobiveni rezultati svakog scenarija.

## SUMMARY

Energy system of the Island of the Unije is planned in this thesis. Numerous projects are being planned numerous projects on the island, with goal to encourage sustainable development. This thesis serves as a support for such a development, calculations are also carried out to show how much renewable energy (RES) capacity is required to enable unobstructed development of island. Energy planning is done by computer program „H<sub>2</sub>RES“, which works on principle of balancing energy needs and sources, the program works with hourly values which gives quite detailed calculation. „H<sub>2</sub>RES“ is a program that allows a rather simple way to determine possible share of renewable energy sources in power system of an island. Application of the Renewislands methodology on the Island of Unije is explained in the first part of this thesis. Methodology is applied in order to get a better picture of the needs of the island as well as sources that are located on the island. With a same purpose survey was conducted on the island in order to gain a better insight into energy demands which is shown in one part of the thesis. The thesis shows the energy balance of the island, possibility of using biomass and electric vehicles and construction of desalination plants.

Four scenarios of energy development of the island were developed and each was calculated up to year 2030. Scenarios were also calculated in a computer program „Homer“ in order to obtain financial picture and in order to control, for it has ability of delivering financial details of each scenario. The first scenario „PTV,PV,EE“ shows what could be achieved if homes of all islanders were equipped with solar heat collectors and photovoltaic panels, it is also assumed that the island will be implemented with energy efficiency measures. The second scenario „PV island“ shows what would happen if 2MW solar power plant will be built together with a “green” hotel which would significantly increase energy demand. Nautic marina would be also part of the hotel. The third scenario “PV+ wind” brings analysis for possibility of installing smaller wind turbines on the island as well as a major power wind turbines. “Master” scenario was last planned with agenda of ensuring sufficient energy in order to allow construction of all planned projects on island such as sheep farming, goat and cattle breeding and water desalination plant. It should be noted that for each scenario is discussed the possibility of achieving 100% renewable island, which would make it independent of mainland power system and create an interesting tourist destination.

Conclusion is given at the end of the paper with more detailed comments on results of each scenario and their comparison.

## 1. UVOD

Otoci se mogu promatrati kao sustavi koji su izolirani od ostalog elektroenergetskog sustava neke države, naime elektroenergetski sustav otoka je u pravilu loše povezan sa kopnenim dijelovima ili uopće nije povezan. Otoci koji su povezani sa podmorskim kabelom mogu imati problema sa opskrbom ukoliko dođe do štete na kabelu. Problem sadašnje infrastrukture je ograničavanje razvoja jer turizam uzrokuje velika vršna opterećenja u ljetnim mjesecima, a budući je Hrvatska zemlja koja praktično živi od turizma, potrebno je osigurati dovoljno velik kapacitet elektroenergetskog sustava za sigurnu opskrbu i u najkritičnijim trenucima. Naime kabel i trafostanica su limitirani svojim nazivnim kapacitetom pa ukoliko se želi nastaviti sa razvojem otoka nekada je potrebno povećati kapacitet za što je potreban novi podmorski kabel ili trafostanica. Njihova instalacija može biti prilično neisplativa investicija pa se tako niti ne postavljaju čime se šteti razvoju otoka. Dakle najbolje rješenje za otoke je da imaju neovisan elektroenergetski sustav sa vlastitim izvorima energije koji će se moći povećavati kada je to potrebno. Stoga se na otoku mogu graditi termoenergetska postrojenja na fosilna goriva ili postrojenja na obnovljive izvora energije (OIE). Budući se danas vodi računa o problemu globalnog zatopljenja koji je sve izraženiji fosilna goriva su u sve manjoj uporabi jer su jedan od glavnih uzroka nastanka efekta staklenika [1].

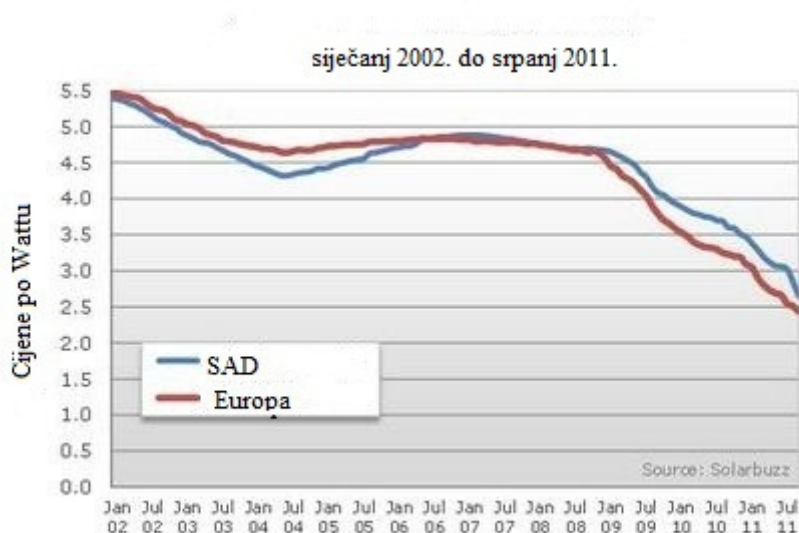
Republika Hrvatska bi trebala postati članica Europske Unije, 2013. godine, time će morati prihvatiti zadatke koji se pred nju postavljaju. Europska Unija je donijela zakon prema kojemu cijela Unija zajedno mora smanjiti vlastite emisije za 20% do 2020. godine s obzirom na baznu 1990. godinu [2]. Cilj Europske Unije je da se do 2020. poveća udio obnovljivih izvora energije u neposrednoj potrošnji energije na 20%, smanjenje emisija stakleničkih plinova za 20%, povećanje energetske efikasnosti na 20% te povećanje udjela OIE u prometu na 10%. Dakle, rješenje za elektroenergetski sustav otoka je izgradnja obnovljivih izvora energije, otoci naspram kopnenog dijela imaju veći potencijal za obnovljive izvore energije posebno što se tiče energije vjetra i sunčeva zračenja dok otok Unije kojim se bavi ova studija ima značajan potencijal i u iskorištavanju biomase [3].

Problem kod gradnje OIE u Hrvatskoj su mnogi zakoni koji su na snazi te time usporavaju gradnju energetske objekata baziranih na OIE. Tako je na snazi „Uredba o uređenju i zaštiti zaštićenog obalnog područja“ kojom je zabranjena gradnja vjetroagregat na otocima i u pojasu od tisuću metara od obale [4]. Jasno je će se ovaj zakon morati pomno proučiti



ulaskom Republike Hrvatske u Europsku Uniju jer ukoliko se želi ostvariti cilj od 20% udjela OIE u ukupnoj potrošnji morati će se omogućiti gradnja vjetroagregata u priobalju jer je tamo najbolji potencijal za iskorištenje energije vjetra. Na lokacijama s dobrim potencijalom, energija vjetra može svojom cijenom konkurirati cijeni energije iz mreže ili fosilnim gorivima te se na taj način mogu postići energetske samodostatne zajednice po značajno manjem trošku, što je sada otocima zakonom onemogućeno. Ukoliko se pogledaju druge europske države jasno se vidi da je energija vjetra trenutačno vodeći OIE koji će u znatnoj mjeri doprinijeti u ostvarenju cilja o 20% OIE u 2020. godini. Tako je u Danskoj u 2010. godini bilo ukupno instalirano 3752 MW vjetroagregata koji su u elektroenergetski sustav te zemlje dobavljali 21,9% električne energije ili 7,81 TWh [5], Njemačka je u istoj godini imala instalirano 27204 MW vjetroagregata čime se u elektroenergetski sustav te države dobavlja 36,5 TWh što je 6% ukupne potrebe za električnom energijom [6], dok Hrvatska ima ukupno instalirano zanemarivih 96,75 MW što jasno pokazuje da će se stvari ulaskom u Europsku Uniju znatno promijeniti. Potrebno je međutim naglasiti da je interes za gradnju prilično velik, naime postoje zahtjevi za izgradnju dodatnih 6400 MW [7], zanimljivo je također naglasiti da je Hrvatska vlada u energetske strategiji za cilj postavila postizanje 1200 MW instalirane snage vjetroagregata do 2020. godine [8].

Budući je Republika Hrvatska smještena na samom jugu Europe tako i ima znatno veći potencijal za korištenje energije sunca od nekih sjevernijih zemalja koje unatoč tomu imaju instaliran znatno veći broj solarnih fotonaponski panela (PV panela) i solarnih kolektora od Hrvatske [9]. PV paneli koriste se za proizvodnju električne energije dok se solarni toplinski kolektori u većini slučajeva koriste za dobivanje toplinske energije za pripremu tople vode (PTV), ukoliko postoji dogrijavanje vode tada solarni kolektori mogu služiti i za grijanje prostorija. Solarni kolektori su trenutačno jeftiniji od PV panela te su radi toga znatno zastupljeniji u komercijalnoj uporabi. Budući se na otocima za PTV u velikoj mjeri koristi električna energija uvođenjem solarnih toplinskih kolektora značajno bi se smanjila potrošnja električne energije. Solarni fotonaponski paneli postaju sve zastupljeniji jer im cijena pada iz godine u godinu, tako se danas u Hrvatskoj cijena solarnih fotonaponskih sustava kreće između 2 do 3 €/kW, ukoliko se uzme u obzir i poticajna otkupna cijena tzv. „feed-in“ tarife PV paneli postaju isplativi za instalaciju, ne samo u Hrvatskoj nego i u ostatku Europe. Slika 1. prikazuje kretanje cijena PV panela u posljednjih 10 godina na europskom i američkom tržištu.



**Slika 1. Kretanje cijena PV panela u posljednjih 10 godina [10]**

Njemačka je u 2010. godini imala instalirano 17320 MW solarnih fotonaponskih panela čime se dobivalo 12 TWh električne energije ili 2% električne energije u Njemačkoj što je jasan dokaz da je električna energija dobivena iz solarnih fotonaponskih panela za investitore isplativa i u državama koje su znatno sjevernije od Hrvatske a imaju manju količinu zračenja.

Najveći problem obnovljivih izvora energije je taj što su sunčevo zračenje i vjetar intermitentni izvori energije pa ih u nekim slučajevima nema kada su potrebni. Zbog intermitentnosti teško je predvidjeti proizvodnju u određenom trenutku što dovodi do znatno složenijih sustava regulacije i balansiranja kojima se osigurava stabilnost EES-a. Problem je moguće riješiti skladištenjem električne energije pomoću baterija [11]. Baterije skladište električnu energiju kada je ima više nego li je potrebno, a kada je postoji manjak tada te baterije služe kao izvori električne energije [12]. Isto tako višak električne energije moguće je iskoristiti elektrolizerom za proizvodnju vodika koji će kasnije poslužiti kao gorivo za proizvodnju električne energije [13]. Višak električne energije u ovom radu je korišten za dobivanje pitke vode u desalinizacijskom postrojenju kao i za skladištenje u baterije. Jako velik broj otok u Hrvatskoj a i u Svijetu nema riješen problem vodoopskrbe jer na otocima nema dovoljno padalina ili nema razvijenog vodovodnog sustava. Desalinizacijsko postrojenje koje radi na principu reverzne osmoze koristi električnu energiju za pogon pumpi i ostalih uređaja te se na taj način iz morske vode može dobiti pitka voda koja se može kasnije distribuirati po kućama otočana [14] [15].

Prema prethodno navedenim tehnologijama i radovima jasno se vidi da je postizanje energetske neovisnog otoka moguće, ostvarivanjem tog cilja otoku bi se omogućio nesmetani

razvoj jer ne bi bio ovisan o uvozu energije i vezama s kopnom, a ujedno bi postao i turistička atrakcija jer su u svijetu trenutno energetske neovisni otoci prava rijetkost, dakle postizanjem energetske neovisnosti otoku se može dati dodatni poticaj za razvoj turizma i njegovu promociju kao zelene i održive turističke destinacije [16], kao što su Danski otoci Samsø i Aro [17] [18].

Cilj ovog diplomskog rada je analizirati scenarije razvoja energetskog sustava otoka Unija koji bi trebali dovesti do energetske samodostatnosti otoka te bi se taj način omogućio i održiv razvoj otoka. S jednim naseljem i 88 stalno naseljena stanovnika, Unije se mogu svrstati među najrjeđe naseljene otoke. Unatoč geografskoj izoliranosti otoka, elektroenergetski sustav ima vezu s Lošinjem, a time i s elektroenergetskim sustavom na kopnu i to podmorskim kabelom koji ide preko dva manja otočića Male i Velike Srakane. Na otoku se trenutno nalazi jedna montažna trafostanica 10(20)/0,4 kV, instalirane snage 400 kW, koja uz postojeće podmorske kabele trenutno zadovoljava sve potrebe otočana za električnom energijom. Analiza se temelji na SWOT analizi te Renewislands metodologiji čijom primjenom su sagledane sve energetske potrebe, dostupni resursi i infrastruktura na otoku, razrađeni su i proračunati mogući scenariji razvoja energetskog sustava otoka Unija. Scenariji u sebi sadržavaju i nekoliko razvojnih energetskih projekata, identificiranih prilikom izrade studije održivog razvoja otoka Unija [3]. Za potrebe Renewislands metodologije napravljena je i anketa potrošnje energije u kućanstvima na otoku.

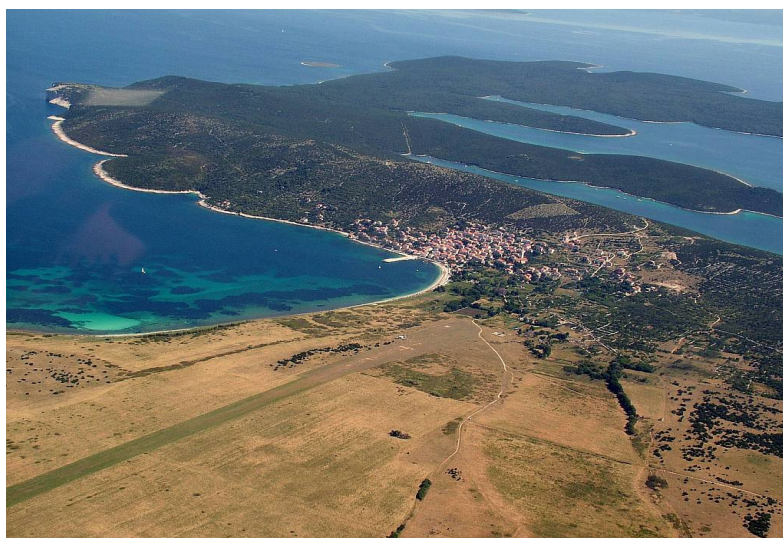
Sličan rad je rađen i za otok Lošinj te je u njemu pokazano da je moguće ostvariti „zeleni“ otok, tj. moguće je postići energetske neovisni otok [19], također je rađena studija i za otok Mljet u kojoj su se potvrdile teze koje se iznose već 20 godina i koje su ugrađene u Nacionalne planove razvitka, a to je da jadranski otoci i priobalje imaju vrlo povoljne uvjete za iskorištavanje obnovljivih izvora energije.

Proračun energetskih scenarija za otok Unije rađen je u računalnom programu „H<sub>2</sub>RES“ koji radi na jednostavnom principu satnog bilanciranja energije. „H<sub>2</sub>RES“ model bazira se na analizi satnih vrijednosti potrošnje vode, električne energije, vodika te potrošne tople vode i izvora energije kao što su vjetar, sunčevo zračenje, biomasa, količina padalina te fosilna goriva. Svrha modela je energetske planiranje otoka s mogućnošću sagledavanja različitih scenarija kako bi se omogućila bolja penetracija električne energije iz obnovljivih izvora u energetske sustav otoka te da bi se napravili energetske sustavi otoka koji su 100% obnovljivi,

odnosno koriste samo obnovljive izvore energije [16]. Budući „H<sub>2</sub>RES“ nema financijsku analizu pojedinog scenarija ona je rađena naknadno (nakon proračuna scenarija) te je provjeravana u računalnom programu „Homer“, detaljniji opis ovog programa nalazi su u daljnjem dijelu teksta.

## 2. OTOK UNIJE

Otok Unije je jedan od 1244 otoka u hrvatskom dijelu Jadranskog mora, površina otoka je 16,77 km<sup>2</sup> dok mu je razvedena obala duga 36,6 km [20]. Na otoku danas prema prvim rezultatima popisa stanovništva iz 2011. godine živi svega 88 stanovnika, postoji 47 kućanstava i sva su privatna uz 292 stambene jedinice [3], kroz povijest se ta brojka kretala i do 1000 stanovnika, danas na otoku žive uglavnom stariji ljudi koji se bave poljoprivredom i ribarstvom. Povezanost otoka sa kopnom je zadovoljavajuća, naime na otok jednom dnevno vozi katamaran uz to na otoku postoji i manji aerodrom kojim mogu prometovati manji zrakoplovi npr. Cessne.



Slika 2. Otok Unije iz zraka [20]

Otok je prilično zarastao, postoji veliki broj makija koje se ne održavaju rezanjem pa je jako velik dio otoka neprohodan. Na otoku su nekada prevladavale masline no danas je velik broj tih maslina obrastao makijom i ostalom vegetacijom pa se do njih ni ne može doći. Demografska slika otoka je prilično nepovoljna, naime veliku većinu stanovnika na otoku danas čine uglavnom starije osobe. Radi toga je potrebno djelovati, s ciljem poticanja života na otoku i sa namjerom otvaranja novih radnih mjesta i razvoja gospodarstva, uz navedene mjere otok bi se dodatno učinio energetske neovisnim, dakle izgradila bi se nova energetska postrojenja bazirana na obnovljivim izvorima energije. Obnovljivi izvori energije ne bi samo osigurali nova radna mjesta na otoku već bi privukla i veći broj turista jer bi time otok postao jedan od rijetkih samoodrživih otoka na svijetu. Neki od zanimljivih projekata bili bi: „zeleni“ hotel u uvali Maračol koji bi uz turističko promicanje otoka promicao i njegovu energetske održivu stranu, u sklopu hotela razmatrao bi se proces gospodarenja otpadom i otpadnim

vodama. Jedan od temelja održivog razvoja otoka bilo bi i promicanje energetske efikasnosti na otoku, daljnji mogući energetske projekti su: fotonaponsko postrojenje, ugradnja solarnih fotonaponskih panela i solarnih toplinskih kolektora na krovove kuća kao i gradnja vjetroelektrana na otoku [3].

## 2.1. SWOT analiza energetskog sustava otoka Unija

SWOT analiza je jedna od instrumenata kojima se menadžer može poslužiti u kreiranju strategije. Ovo je kvalitativna analitička metoda koja kroz 4 čimbenika nastoji prikazati snage, slabosti, prilike i prijetnje određene pojave ili situacije [21]. Tako je u cilju dobre organizacije poslova na otoku provedena i SWOT analiza.

**Tablica 1. SWOT analiza energetskog sustava Unija**

<p><b>Snage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spoj s elektroenergetskim sustavom Lošinja</li> <li>- Relativno malo opterećenje elektroenergetskog sustava tijekom godine, osim ljeta</li> <li>- Koncentrirana potrošnja energije u jednom naselju</li> <li>- Svijest otočana o štednji resursa</li> <li>- Trafostanica koja je još uvijek dostatna za pokrivanje vršnih opterećenja</li> </ul>	<p><b>Slabosti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nedovoljna obrazovanost otočana s obzirom na iskorištavanje OIE</li> <li>- Nezadovoljavajuće stvaranje dodatne vrijednosti u otočnom gospodarstvu, starost energetske objekata/postrojenja</li> </ul>
<p><b>Prilike</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geografski položaj povoljan za iskorištavanje OIE (energije vjetra, sunčeva zračenja, biomase)</li> <li>- Zainteresiranost investitora za izgradnju solarne fotonaponske elektrane na otoku</li> <li>- Nova radna mjesta</li> <li>- Zainteresiranost stanovnika otoka za zajedničkim projektima za OIE</li> <li>- EU fondovi koji podupiru unapređenje i razvoj energetskih sustava</li> <li>- Mogućnost izvoza energije s otoka</li> <li>- Podržavanje ideje o 100% energetski samodostatnim zajednicama od strane EU</li> <li>- Zakonodavni okvir za poticanje razvoja</li> </ul>	<p><b>Vanjske nepovoljnost i prijetnje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Loša vertikalna koordinacija nositelja državne, županijske i gradske razvojne politike</li> <li>- Nedovoljna razvojna briga Grada Malog Lošinja o mogućnostima izgradnje postrojenja na Unijama</li> <li>- Zabrana gradnje vjetroelektrana na otocima</li> <li>- Zabrana gradnje objekata u ZOP-u</li> </ul>

## 2.2. Renewislands metodologija

U cilju postizanja što veće preglednosti stanja na otoku, njegovih potreba i mogućnosti pokrivanja tih potreba provodi se RenewIslands metodologija [22]. Metodologija je jedan od prvih koraka koji se provodi i daje jako dobru početnu sliku o energetske mogućnostima otoka, potrebno je naglasiti da se Renewislands metodologija već i prije provodila na pojedinim otocima u Republici Hrvatskoj kao što su Mljet i Lošinj [16], metodologija je već provedena i na nekim europskim otocima kao što su: Corvo i Porto Santo [22]. Corvo je manji otok veličine kao i Unije oko 17 km<sup>2</sup> dok je površina Porto Santa oko 42 km<sup>2</sup>, oba otoka su izolirana tj. nalaze se na prilično velikim udaljenostima od kopna, dakle metodologija je primjerena manjim izoliranim otocima kojima je potreban vlastiti elektroenergetski sustav. Sama metodologija sastoji se od pet osnovnih koraka [22]:

- Mapiranje potreba otoka
- Mapiranje izvora koji se nalaze na otoku
- Razvoj scenarija sa raspoloživim tehnologijama
- Modeliranje scenarija
- Evaluacija (vrednovanje) scenarija

Postupak provođenja metodologije je prilično jednostavan, naime najprije se definiraju potrebe otoka za energijom i energentima zatim izvori kojima otok raspolaže, svaki odabir koji se izvrši ima svoj kod, na kraju se sve svodi na to da se kombinacijom kodova dobiju tehnologije koje su najbolje za određeni otok. Tablica 2. prikazuje na koji način su se mapirale potrebe otoka Unije.

**Tablica 2. Mapiranje potreba otoka**

<i>Potrebe</i>	<i>Nivo</i>	<i>Geografska distribucija</i>	<i>Kod</i>
Električna energija	Visok	Koncentrirana	ElectHC
Toplinska energija	Umjeren	Koncentrirana	HeatMC
Rashladna energija	Umjeren	Koncentrirana	ColdMC
Transportno gorivo	Nizak	Velike udaljenosti	TranLL
Voda	Visok	Koncentrirana	WaterHC
Tretman otpada	Nizak	Koncentrirana	WasteLC
Tretman otpadnih voda	Nizak	Koncentrirana	WWTLC

Dakle, tablica 2. prikazuje potrebe koje otok ima za osnovnim energentima, potrebno je naglasiti da se potrebe za električnom energijom i vodom smatraju osnovnim životnim potrebama stoga se njima pridaje najveći prioritet, dakle najveća potreba [22]. Vidljivo je da su potrebe na otoku koncentrirane, razlog tomu je taj što se na otoku nalazi samo jedno naselje koje je smješteno u manjoj uvali. Koncentrirane potrebe imaju neke pogodnosti,

primjer je izgradnja vodovodne mreže gdje ju je puno jednostavnije izvesti u jednom mjestu gdje se sve kuće nalaze u blizini jedna druge nego da se cijeli sustav mora provoditi po cijelom otoku. Slično tome moglo bi se jednostavnije napraviti sustave područnog grijanja ili hlađenja. Sljedeće dvije tablice prikazuju izvore energije koji se nalaze na otoku.

**Tablica 3. Mapiranje raspoloživih izvora na otoku**

<i>Resurs</i>	<i>Nivo</i>	<i>Kod</i>
<i>Lokalna primarna energija</i>		
Vjetar	Umjeren	WindM
Sunce	Umjeren	SolarM
Hidropotencijal	Nizak	HydroL
Biomasa	Umjeren	BiomassM
Geotermalna energija	Nizak	GeothermalL
<i>Infrastruktura</i>		
Povezanost sa mrežom	Slaba	GridW
Plinovod	Ne	NGpIN
UNP terminal	Ne	LNGtN
Naftni terminal/rafinerija	Ne	OilRN
Terminal za naftne derivate	Ne	OildN
<i>Voda</i>		
Padaline	Umjeren	H2OPM
Podzemne vode	Nizak	H2OGL
Vodovod	Ne	AquaN
Morska voda	Da	H2OSY

Tablica 3. pokazuje da je hidropotencijal na otoku zanemariv, razlog tomu je visina otoka i nepostojanje nikakvih jezera na višim točkama otoka, naime najviša točka na otoku je 130 metara [3], a uz veliku razvedenost otoka mogućnosti za izgradnju bilo kakvih umjetnih jezera su vrlo male. Otok također nema nikakvu benzinsku crpku te je dobava goriva za brodice i poljoprivredne strojeve u znatnoj mjeri otežana. Tablica 4. prikazuje koji su potencijalni nosioci energije.

**Tablica 4. Potencijalni nosioci energije**

<i>Potencijalni nosioci energije</i>	<i>Uvjet</i>	<i>Kod</i>
Električna energija	Ako je ElectC	ECE1
Vodik	Ako je Tran ili ElectC	ECH2

Nakon određivanja potreba otoka za energijom i izvora kojima otok raspolaže sljedeći korak je određivanje potencijalnih postrojenja za proizvodnju i transformaciju energije. Tablica 5. prikazuje neke od mogućih tehnologija za pokrivanje potreba otoka tako se vidi da se spominju vjetroagregati, solarni fotonaponski paneli, gorive ćelije kao i solarni kolektori. Vidljivo je da se spominje skupljanje vode i desalinizacija, ovo je veoma bitno za otok Unije



jer na otoku ne postoji izvor pitke vode. Isto tako vidi se da se kao gorivo mogu koristiti vodik i električna energija, u ovom radu razmatrati će se vozila na električnu energiju jer je promet na otoku gotov zanemariv, a uz to baterije električnih vozila mogu poslužiti za skladištenje električne energije, a time i za smanjenje intermitencije OIE.

**Tablica 5. Potencijalna postrojenja za energetske transformacije**

<i>Tehnologija</i>	<i>Uvjet</i>	<i>Kod</i>
<i>Potencijalni izvori energije</i>		
WECS (Vjetar)	Ako je( ElectM ili ElectH) te (WindM ili WindH)	WECS
SECS-PV (PV paneli)	Ako je (ElectL ili ElectM) te (SolarM ili SolarH)	PV
FC(Goriva ćelija)	Ako je (Elect) te (H2Fuel)	FC
<i>Grijanje</i>		
Solarni toplinski kolektori	Ako je (Heat)te (SolarM OR SolarH)	STCo
<i>Gorivo</i>		
Vodik	Ako je (Tran) te (ECH2)	H2Fuel
Električna energija	Ako je (Tran) te (ECEl)	ElFuel
<i>Dobava vode</i>		
Skupljanje vode	Ako je (Water) te(H2OPM ili H2OPH)	WaterC
Desalinizacija	Ako je (Water) te (H2OSY)	WaterD

Budući su određeni potencijalni izvori energije sljedeći korak je određivanje načina skladištenja energije, budući je u pitanju otok koji će imati tehnologije zasnovane na intermitentnim izvorima energije.

**Tablica 6. Načini spremanja energije**

<i>Tehnologije skladištenja</i>	<i>Uvjet</i>	<i>Kod</i>
<i>Skladištenje električne energije</i>		
Elektrolizer	Ako je (WECS ili SECS ili PV) te ako nije HECS	ELYH2
Baterije	Ako je (SECS ili PV) te HECS te ako nije ECH2	
<i>Gorivo</i>		
Vodik	Ako je H2Fuel	H2stor
<i>Voda, otpad i otpadne vode</i>		
Voda	Ako je Water	WaterS
Prikupljanje otpada	Ako je Waste	WasteF
Spremnici otpadnih voda	Ako je WWT	WWstor

Posljednja tablica koja se dobiva je tablica koja određuje tokove tj. određuje tehnologije koje bi se mogle međusobno kombinirati, tako se dobiva bolja iskoristivost i ekonomičniji proces.

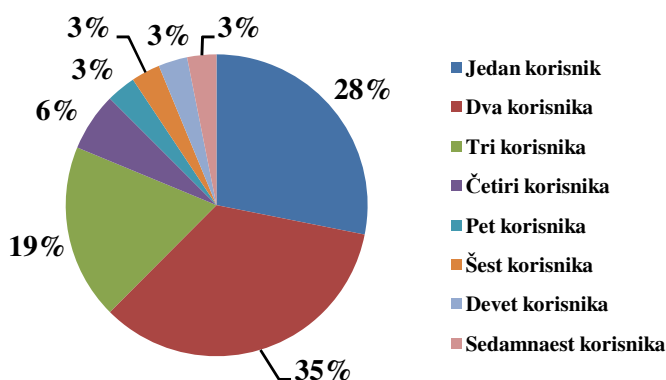
Tablica 7. Integracija tokova

<i>Integracijske tehnologije</i>	<i>Uvjet</i>	<i>Kod</i>
Kombinirana proizvodnja električne energije i vodika	Ako je (WECS ili PV) i ECH2	CPH2
Kombinirano grijanje i hlađenje	Ako je (Grijanje proporcionalno Hlađenju)	CHC

Ovime je završen postupak mapiranja potreba otoka, sljedeći korak je analiza provedene ankete na otoku te razvijanje nekoliko scenarija koji bi bili pogodni za otok.

### 2.3. Anketa

Prema prvim rezultatima popisa stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine otok Unije ima 88 stanovnika. Kućanstava je 47 i sva su privatna, a stambenih jedinica ima 292. Stanova u kojima se stalno stanuje ima svega 47, što govori o prenaplašenom ljetnom stanovanju i uopće sezonskom načinu života [3]. Kao što je u prijašnjem dijelu teksta bilo govora cilj je postizanje potpune energetske neovisnosti otoka Unije, da bi se to moglo ostvariti potrebno je poznavati navike stanovnika koji borave na otoku. Prema Renewislands metodologiji potrebno je znati njihove potrebe za energentima (potrošnja električne energije, način na koji se objekti griju, potrošnja toplinske energije za pripremu tople vode, potrošnja goriva za poljoprivredu i ribarstvo) radi toga je provedena anketa među stanovnicima koja bi trebala dati dobar uvid u potrebe otočana za energijom. Anketa je provedena za potrebe izrade studije o održivom razvoju otoka Unije, anketu je provela „Regionalna energetska agencija Kvarner“ u suradnji sa „Fakultetom strojarstva i brodogradnje-Sveučilišta u Zagrebu“. Anketa je provedena na 32 osobe što ujedno znači da su obuhvaćena i 32 objekta u kojima borave stanovnici, a u anketiranim objektima ukupno borave 94 osobe tokom godine. U sedam anketiranih objekata korisnici su naveli da ih koriste samo sezonski ili par mjeseci ljeti dakle ne borave u njima tijekom zime.



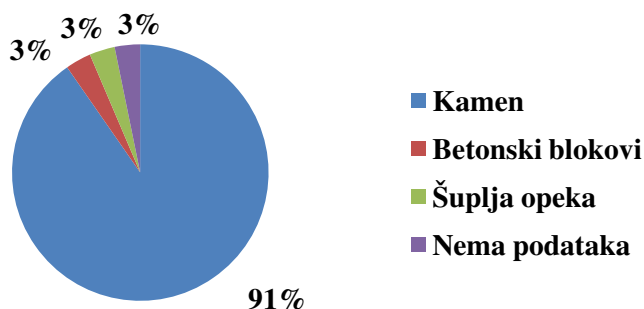
Dijagram 1. Broj korisnika

Dijagram 1. pokazuje kolika je zastupljenost osoba u pojedinim anketiranim objektima, vidljivo je da u pojedinom objektu najčešće borave dvije osobe, no prema prosjeku za cijeli otok dolazi se do vrijednosti od tri osobe u svakom kućanstvu, razlog tomu je što u nekim objektima boravi i veliki broj turista. Prosječna starost objekata, dobivena anketom, u kojima borave otočani je između 50 i 60 godina.

**Tablica 8. Opće karakteristike stambenih objekata na otoku**

Prosječna starost građevine	50 do 60 godina
Ukupna tlocrtna površina objekata	2843 m <sup>2</sup>
Građevinski materijal	Kamen
Ukupna grijana površina	1061 m <sup>2</sup>
Prosječna debljina vanjskog zida	50 cm

Tablica 8. prikazuje neke od karakteristika objekata dobivenih anketom. Potrebno je naglasiti da je dosta objekata čak i starijih od 60 godina jer većina ljudi nije znala podatak o tome kada je objekt izgrađen jedino su bili sigurni da je objekt izgrađen prije 1960-ih. Iz iste tablice je vidljivo da se grije samo 37% površine anketiranih objekata što je znatno ispod prosjeka Republike Hrvatske koji iznosi oko 50%. Rastom standarda te naseljavanjem mlađih obitelji može se očekivati i porast grijanog prostora što za sobom povlači i povećanje potrošnje energije.



**Dijagram 2. Građevinski materijal vanjskih zidova**

Dijagram 2. pokazuje podatak koji je već naveden u prethodnoj tablici, kamen je najzastupljeniji građevinski materijal na otoku, većina zidova je debljine oko 50 cm. Radi kasnijih potreba u proračunu izračunat je koeficijent prolaza topline kroz zidove, prosječni koeficijent prolaza topline na objektima iznosi  $U=1,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ , taj koeficijent dobiven je proračunom koji je proveden prema tehničkom propisu [23] a osnovna formula za proračun glasi:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_v}} \quad (1)$$

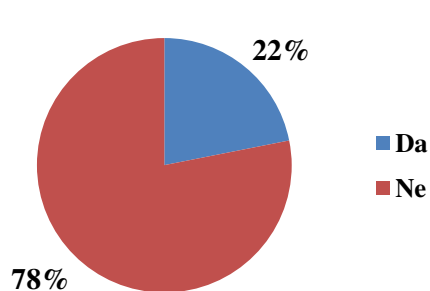
$\alpha_u$  -koeficijent prijelaza topline na unutarnjoj strani zida, 5 W/m<sup>2</sup>K,

$\delta$  -debljina pojedinog sloja, m

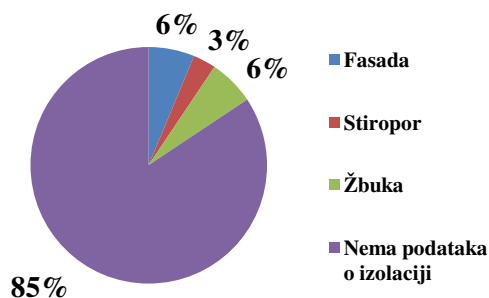
$\lambda$  -koeficijent prolaza topline za pojedini sloj, W/mK

$\alpha_v$  -koeficijent prijelaza topline na vanjskoj strani zida, 20W/m<sup>2</sup>K

Zanimljivo je napomenuti da današnji zakoni ne dopuštaju gradnju objekata čiji je koeficijent prolaza topline veći od U=0,45 W/m<sup>2</sup>K [23], dakle ugradnjom izolacije na objekte mogle bi se uštedjeti prilično velike količine toplinske energije a samim time i novca koji se izdvaja za grijanje.

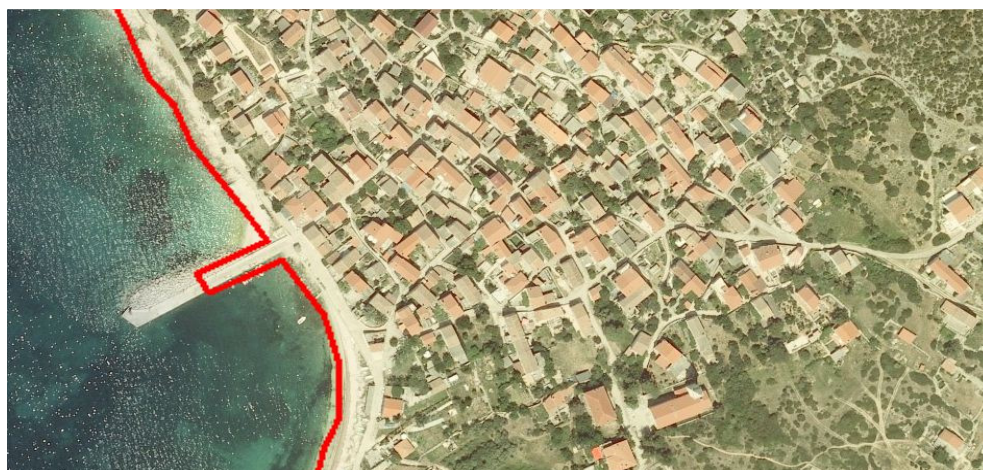


Dijagram 3. Toplinska izolacija



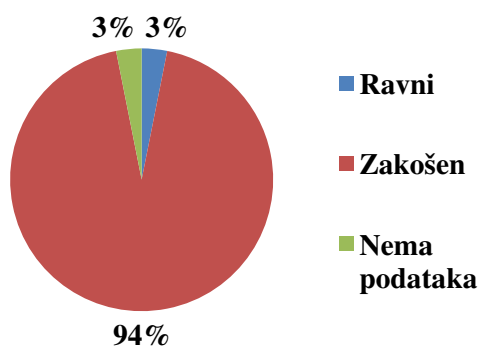
Dijagram 4. Vrsta izolacije

Dijagram 3. pokazuje da je svega 7 od ukupno 32 anketirana objekta ili 22% ima toplinsku izolaciju na vanjskim zidovima, na dijagramu 4. se vidi da samo jedan objekt ima stiropor kao toplinsku izolaciju dok su ostali stanovnici pod izolaciju naveli fasadu i žbuku koji jesu izolacija ali gotovo zanemariva naspram stiropora. Ukupna površina prozora i vrata na svim anketiranim objektima je 294 m<sup>2</sup>. Jedan od bitnih podataka je orijentacija krova radi kasnije ugradnje solarnih toplinskih kolektora i solarnih fotonaponskih panela. Prilikom određivanja orijentacije krovova korištena je internetska stranica sa koje je uzeta satelitska slika naselja Unije (Slika 3.) te se zatim u računalnom programu „AutoCad“ određivalo odstupanje površine krova od smjera juga [24].

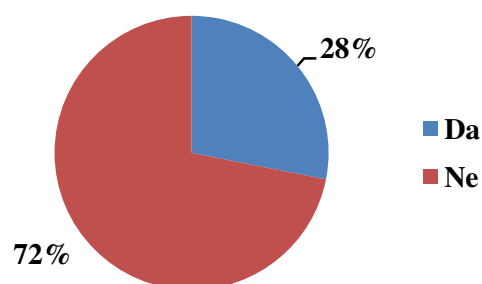


Slika 3. Satelitska slika Unija [24]

Tako su dobiveni sljedeći podaci o odstupanju površina krovova od smjera juga: većina krovova orijentirana je prema smjeru jugoistoka i prosječno odstupanje od smjera juga iznosi  $40,15^\circ$ , dok objekti koji su orijentirani prema smjeru jugozapada imaju prosječno odstupanje od smjera juga  $49,56^\circ$ .



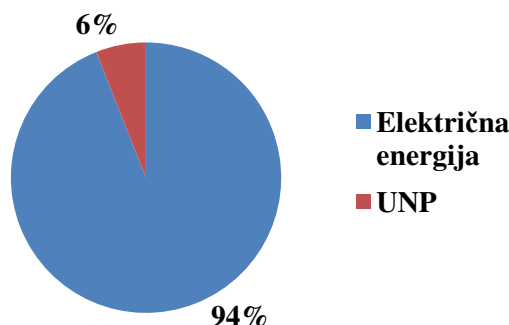
Dijagram 5. Izvedba krova



Dijagram 6. Izolacija krova

Rezultati se približno poklapaju sa anketom budući je prosječno odstupanje u anketi  $45^\circ$ , isto tako treba napomenuti da su anketirane osobe orijentaciju govorile okvirno, dakle prema vlastitim procjenama. Dijagram 5. pokazuje izvedbu krovova na otoku što je podatak bitan za kasnije proračune kada se bude razmatrala ugradnja solarnih fotonaponskih panela te solarnih toplinskih kolektora. Budući krovovi mogu imati značajnu ulogu u potrošnji toplinske energije za grijanje u anketi je također postavljano pitanje o toplinskoj izolaciji krova. Vidljivo je da čak 72% svih krovova na otoku nema nikakvu toplinsku izolaciju, dok devet objekata koji imaju izolaciju kao izolator najčešće navode terpapir. Ovo je prilično bitan podatak ukoliko se želi povećati energetska efikasnost na otoku jer bi se ugradnjom izolacije

na krovove mogla značajno smanjiti potrošnja toplinske energije za grijanje, a ljeti bi se smanjile potrebe za hlađenjem.



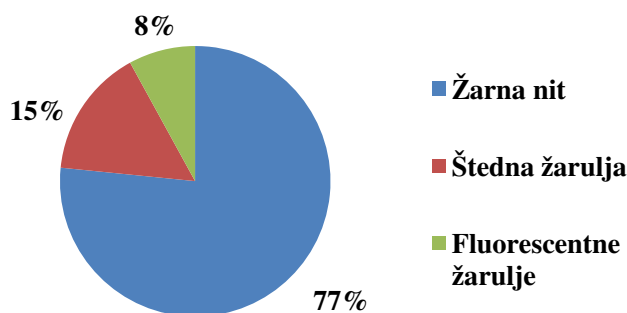
**Dijagram 7. Energent za pripremu tople vode**

Na dijagramu 7. prikazana je raspodjela energenata koje anketirani otočani koriste za grijanje tople vode, dakle vidljivo je da se čak 94% toplinske energije za pripremu tople vode dobiva preko električnih bojlera što ujedno znači da bi se ugradnjom solarnih kolektora na krovove kuća mogla značajno smanjiti potrošnja električne energije. Tablica 9. prikazuje potrošnju ostalih energenata. Prosječna tlocrtna površina objekata na otoku iznosi 98 m<sup>2</sup>, objekti prosječno imaju po dvije etaže što znači da je ukupna prosječna površina objekata oko 200 m<sup>2</sup> (100 m<sup>2</sup> po etaži).

**Tablica 9. Godišnja potrošnja energenata u ostalim anketiranim kućanstvima**

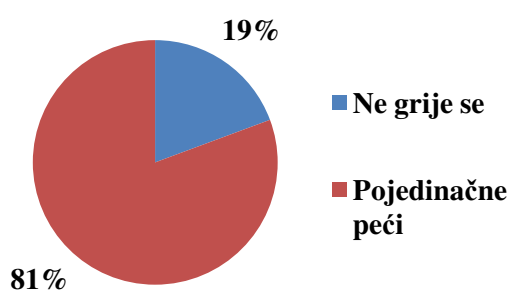
	Potrošnja	Finalna energija, MWh
Potrošnja ogrjevnog drva	84 m <sup>3</sup>	252
Plavi dizel	55 litara	0,622
Dizel	40 litara	0,67
Benzin	374 litara	4,97
Električna energija	63350 kn	113,05

Iz tablice 9. koja je dobivena analizom provedene ankete zaključuje se da većina otočana tokom zime koristi drvo kao energent za grijanje dok za štednjake koriste UNP. Potrošnja svih navedenih goriva odlazi na poljoprivredne strojeve i barke budući na otoku nema niti jednog automobila, veza otoka sa ostatkom Hrvatske je katamaranom koji vozi svaki dan te avionom budući na otoku postoji aerodrom za manje avione. Što se tiče rasvjete u anketiranim kućanstvima prevladavaju rasvjetna tijela sa žarnom niti kojih ima 288, fluorescentnih rasvjetnih tijela je 30 dok štednih žarulja ima ukupno 58.

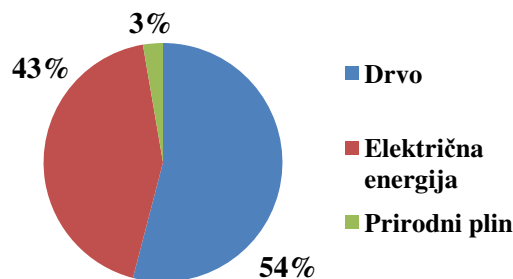


Dijagram 8. Podjela rasvjetnih tijela

Dijagram 8. prikazuje prije navedenu podjelu rasvjetnih tijela. Ukupna procjenjena snaga svih instaliranih rasvjetnih tijela je 19,404 kW. Otok nema nikakav centraliziran način grijanja, stoga svako kućanstvo zasebno određuje način na koji će se objekt grijati zimi.

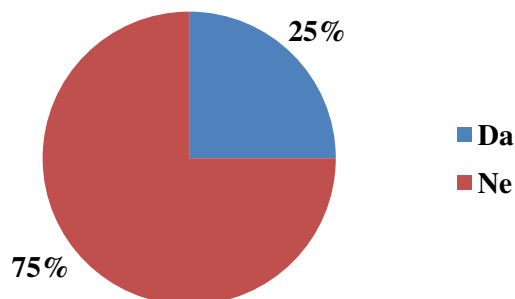


Dijagram 9. Grijanje



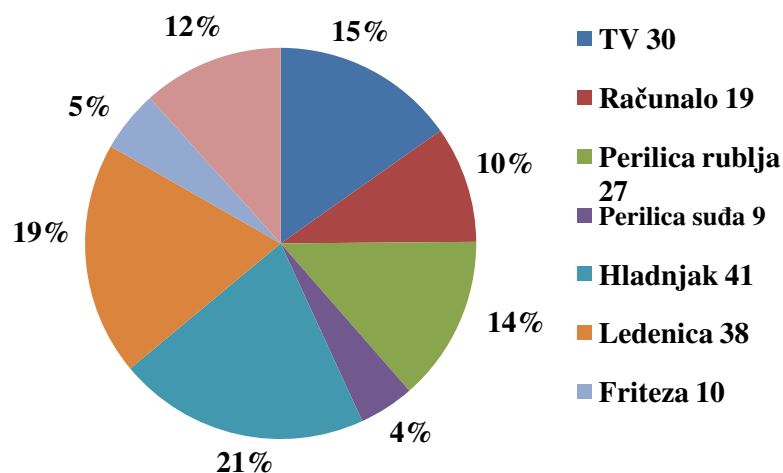
Dijagram 10. Način grijanja

Pojedinačne peći su dominantan izvor energije koji se koristi za grijanje na otoku, bitno je naglasiti da velik dio tih pojedinačnih peći kao energent koristi električnu energiju, čime se na račun povećane potrebe za toplinskom energijom u zimskim mjesecima povećava potrošnja električne energije. Dijagram 10. također prikazuje način na koji se stanovnici griju, vidljivo je da se značajan dio toplinske energije za grijanje dobiva iz električne energije, četvrtina anketiranih objekata koristi dizalice topline zrak-zrak odnosno „split“ klimatizacijske uređaje. Sljedeći dijagram pokazuje zastupljenost split uređaja u kućanstvima.



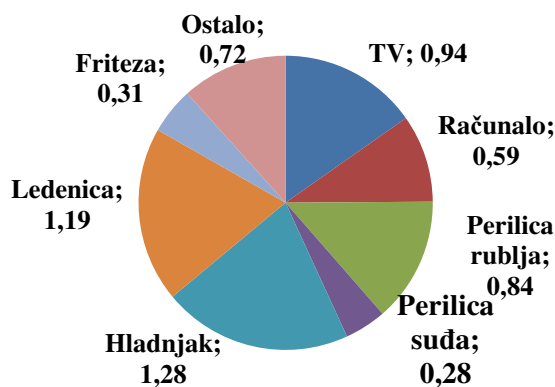
**Dijagram 11. Uređaji za hlađenje**

Dijagram 11. prikazuje kolika je zastupljenost split uređaja na otoku koji se koriste ljeti za hlađenje a zimi za grijanje. Dijagram 12. prikazuje raspodjelu kućanskih uređaja u svim kućanstvima, dok dijagram 13. pokazuje udio pojedinog uređaja koji se u kućanstvima koristi.



**Dijagram 12. Podjela kućanskih uređaja**

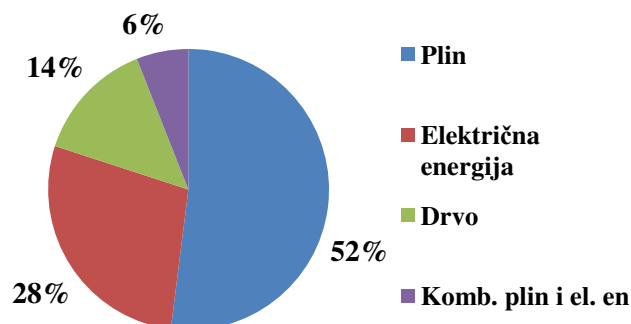
Vidljivo je da su najviše zastupljeni televizijski uređaji te ledenice i frižideri što je logično zbog klime koja vlada na otoku. Dijagram 13. pokazuje kolika je zastupljenost pojedinog uređaja u karakterističnom kućanstvu.



**Dijagram 13. Udio pojedinog uređaja u kućanstvu**

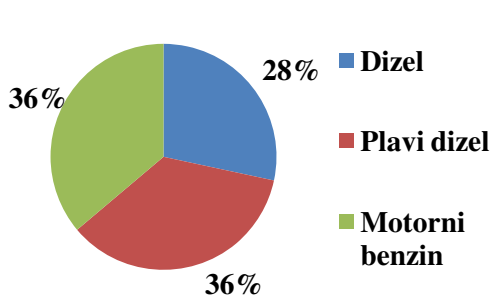


Budući prethodni dijagram pokazuje zastupljenost pojedinog uređaja u karakterističnom kućanstvu, tada je za buduće proračune potrebno poznavati barem okvirnu potrošnju pojedinog uređaja radi njihova utjecaja na potrošnju električne energije. Zanimljivo je prikazati koje energente troše štednjaci, budući na otoku ne postoji plinovod, a štednjaci su značajni potrošači električne energije na dnevnoj bazi tokom cijele godine. Vidljivo je da se u dijagramu nalazi plin, potrebno je naglasiti da je to ukapljeni naftni plin u bocama jer kao što je rečeno na otoku ne postoji plinovod.

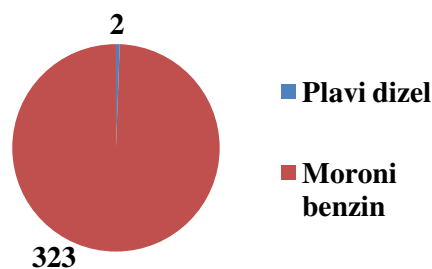


**Dijagram 14. Štednjak-energenti**

Da bi se točno mogla odrediti potreba za energentima na otoku potrebno je uzeti u obzir i goriva koja se na otoku koriste za poljoprivredne strojeve. Na dijagramu 15. prikazana je mjesečna potrošnja pojedinog motornog goriva na otoku za poljoprivredne strojeve i pomorski promet, vidljivo je da je potrošnja pojedine vrste goriva prilično ujednačena.

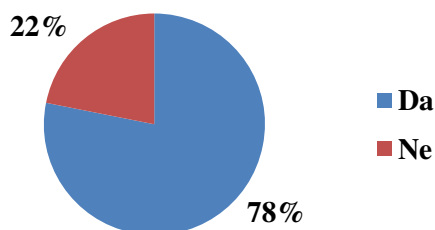


**Dijagram 15. Potrošnja goriva**

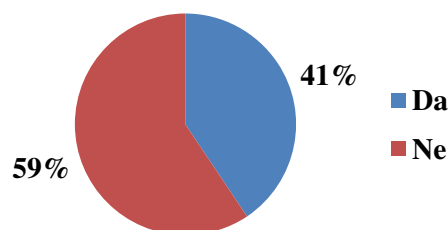


**Dijagram 16. Pomorsko gorivo**

Budući većina stanovnika na otoku posjeduje manje barke potrebno je također spomenuti i potrošnju goriva za pomorski promet. Iz ankete se vidi da je potrošnja goriva u pomorskom prometu značajna, a najviše se troši motorni benzin kao što je i prikazano na dijagramu 16. Rečeno je da je jedan od osnovnih ciljeva ove studije poticanje održivog razvoja otoka Unije, stoga je potrebno poznavati trenutne životne uvjete osoba koje borave na otoku te su postavljena pitanja o posjedovanju telefona i interneta što se u današnjem Svijetu smatra nužnim.

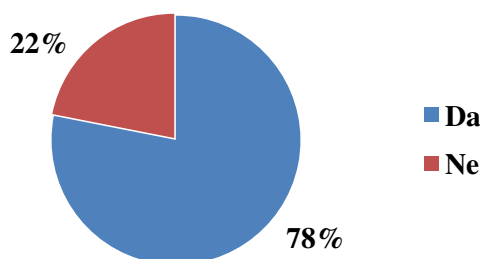


Dijagram 17. Zastupljenost telefona



Dijagram 18. Zastupljenost interneta

Dijagram 17. pokazuje da 22% kućanstava ne posjeduje telefon, tih 22% kućanstava ne boravi na otoku tokom cijele godine tako da im telefon nije niti potreban. Internet se danas smatra nužnim izvorom informacija i osiguravateljem povezanost, no kao što dijagram 18. pokazuje zastupljenost interneta na otoku niža je od zastupljenosti telefona. Na samom kraju analize ankete potrebno je reći da su se stanovnici izjasnili i o tome da li žele u zadruzi sa drugim otočanima sudjelovati u proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora energije.



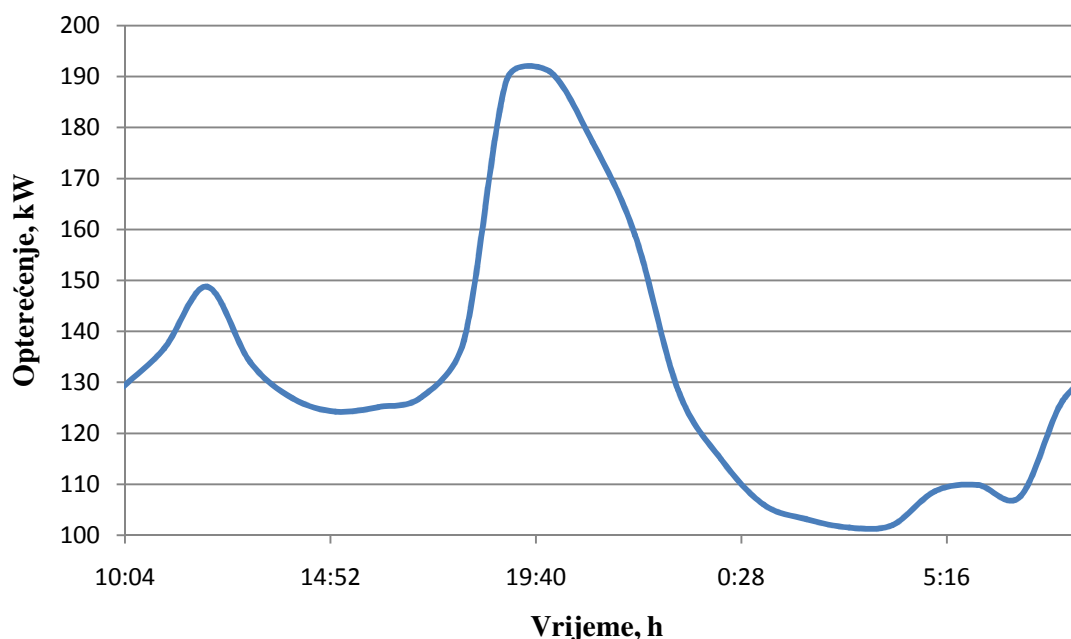
Dijagram 19. Proizvodnja električne energije u zadruzi

Vidljivo je da je velika većina otočana spremna sudjelovati u zajedničkoj proizvodnji električne energije čime se može reći i da su se izjasnili da žele razvitak otoka, jer time neće dobiti samo vlastitu električnu energiju, već imaju priliku postati jedan od rijetkih takvih otoka u Svijetu, što bi zasigurno privuklo značajan broj novih turista i grupa koji su zainteresirani za nove tehnologije i njihovu primjenu u realnim sustavima.

### 2.3.1. Metodologija dobivanja krivulje opterećenja za otok Unije

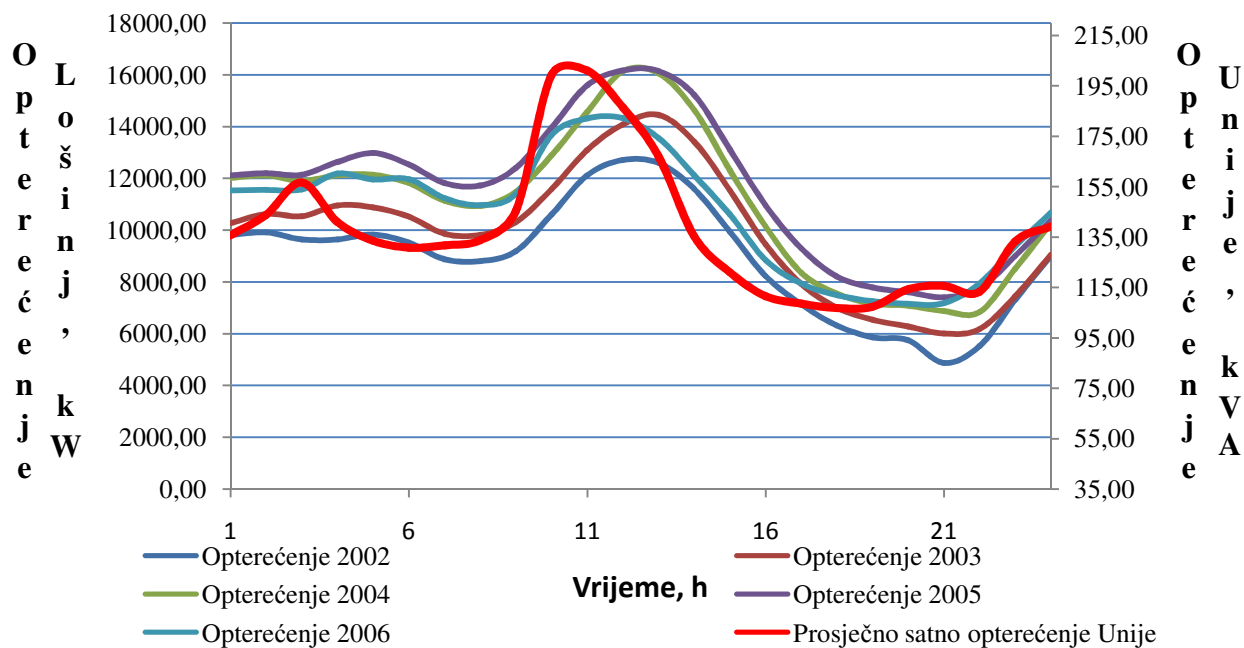
Da bi se ostvario kvalitetan proračun nekog elektroenergetskog sustava jedan od glavnih uvjeta su točni ulazni podaci koji osiguravaju točnost proračuna. Satna potrošnja električne energije spada u ulazne podatke, ona se može čak nazvati i najvažnijim ulaznim podatkom jer je osnova svih daljnjih proračuna, satno opterećenje električne energije je ono što se proračunom mora zadovoljiti, dakle potrebno je pokriti cijelogodišnju potrebu za električnom energijom kao i najveća opterećenja tokom godine, radi toga je potrebno imati što točniju

krivulju satnog opterećenja električne energije. Budući za otok Unije nije dobiveno točno satno opterećenje za period od godinu dana, bilo ga je potrebno na neki način odrediti. Za dobivanje satnog električnog opterećenja na otoku Unije bilo je ključno nekoliko sljedećih podataka: mjereno satno opterećenje od strane HEP-a za prvi četvrtak u kolovozu (6. kolovoz 2009.) na otoku Unije, potrošnja električne energije na otoku u periodu travanj-rujan i listopad-ožujak za 2010. godinu, vršna mjesečna opterećenja kroz period od godinu dana te podaci o kupljenim kartama za katamaran koji vozi do otoka te povijesni podaci o satnom opterećenju elektroenergetskog sustava Lošinja.



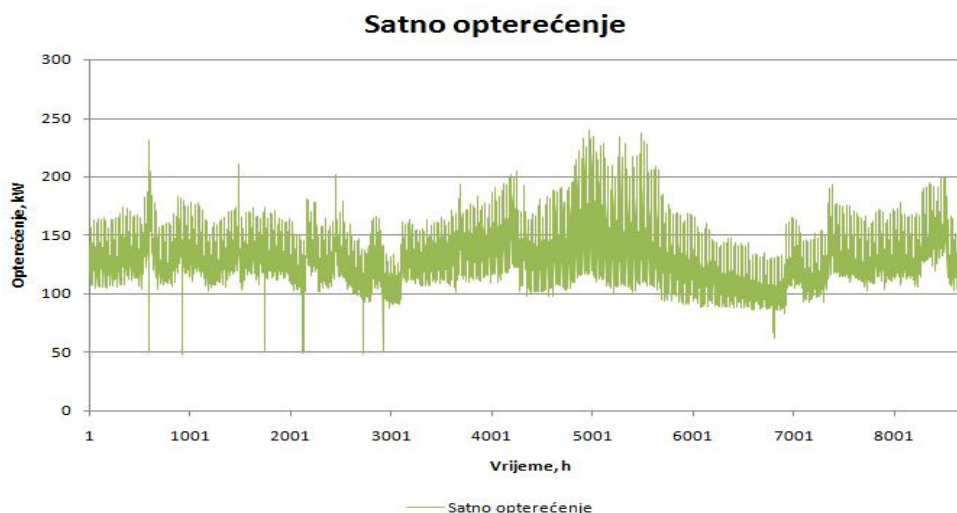
**Dijagram 20. Satno opterećenje za jedan dan u kolovozu na Unijama**

Dijagram 20. prikazuje već spomenuti podatak o satnom opterećenju za prvi četvrtak u kolovozu, uspoređujući taj dijagram sa dijagramom za Lošinj dolazi se do zaključka da te dvije krivulje imaju prilično sličan karakter. Dakle preko opterećenja od Lošinja će se uz razne statističke podatke pokušati dobiti i opterećenje za Unije. Dijagram 21. prikazuje sličnost ovih dviju krivulja još jasnije. Prikazana su opterećenja za prvi četvrtak u kolovozu za otok Unije te za Lošinj za 2002., 2003., 2004., 2005. te 2006. godinu.



**Dijagram 21. Usporedba satnih opterećenja**

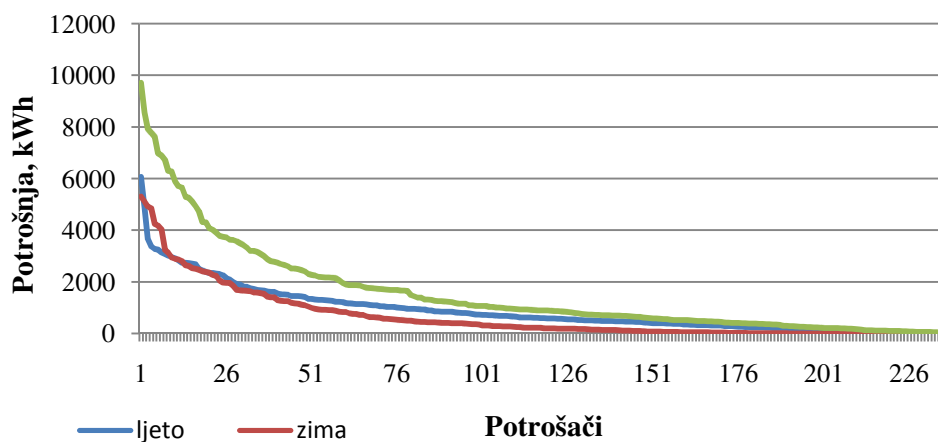
Jedan od zanimljivijih podataka je i potrošnja električne energije na otoku koja je 2010. godine iznosila 590 MWh, podatak je također dobiven od HEP-a, a poslužio je kao dobra kontrola dobivenih podataka. Jedan od prvih koraka bila je usporedba opterećenja Unija s opterećenjem Lošinja pomoću računalnog programa „STATISTIC-a“ koji je uspoređivao prethodno navedene krivulje (pretpostavljeno opterećenje za srpanj i kolovoz s mjerenim podacima s Unija te stvarno opterećenje Lošinja za navedene mjesece) i preko dobivenih koeficijenata regresijskom analizom računao satno opterećenje za Unije tokom cijele godine.



**Dijagram 22. Satno opterećenje za otok Unije dobiveno u „STATISTIC-i“**

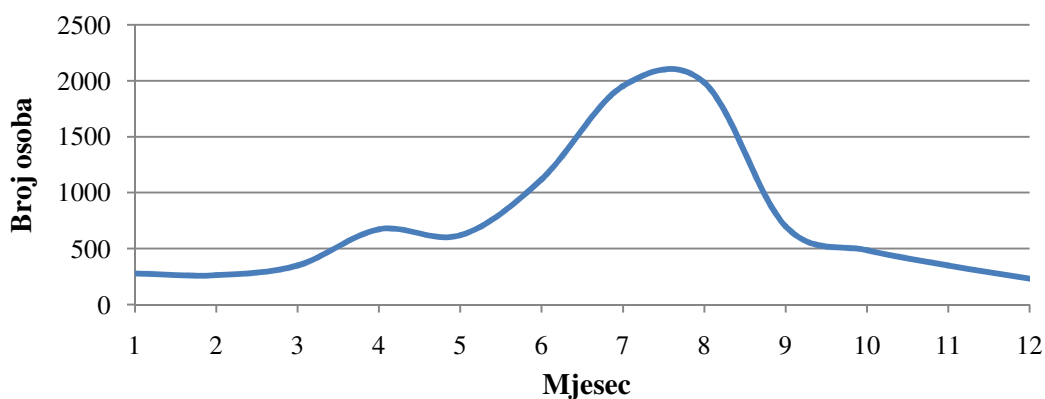
Dijagram 22. prikazuje satno opterećenje dobiveno nakon što je računalni program završio usporedbu krivulja. Dobiveno satno opterećenje još uvijek nije bilo zadovoljavajuće, naime, ukupna godišnja potrošnja električne energije iznosila je 1,12 GWh što je daleko previše za

otok sa 88 stanovnika jer je stvarna očitana godišnja potrošnja 590 MWh. Na otoku postoji 290 brojila električne energije, u „Dodatku“ su prikazana sva brojila prema potrošnji električne energije, radi anonimnosti brojila su obilježena samo sa brojevima od 1 do 290.



**Dijagram 23. Sreden dijagram potrošnja električne energije**

Dijagram 23. prikazuje potrošače električne energije, vidi se da samo mali broj potrošača ima značajnu potrošnju električne energije dok većina ima potrošnju manju od 3000 kWh. Iz tog podatka vidi se da je potrošnja električne energiju 2010. godini iznosila 590 MWh. Također niti vršna mjesečna niti godišnja opterećenja prema skalinarim podacima sa Lošinja nisu odgovarala mjerenjima. Sljedeći podatak koji se mogao koristiti da bi se dobila točnija krivulja opterećenja je podatak o dolascima i odlascima ljudi na otok sa katamaranom.



**Dijagram 24. Dolasci ljudi na otok sa katamaranom**

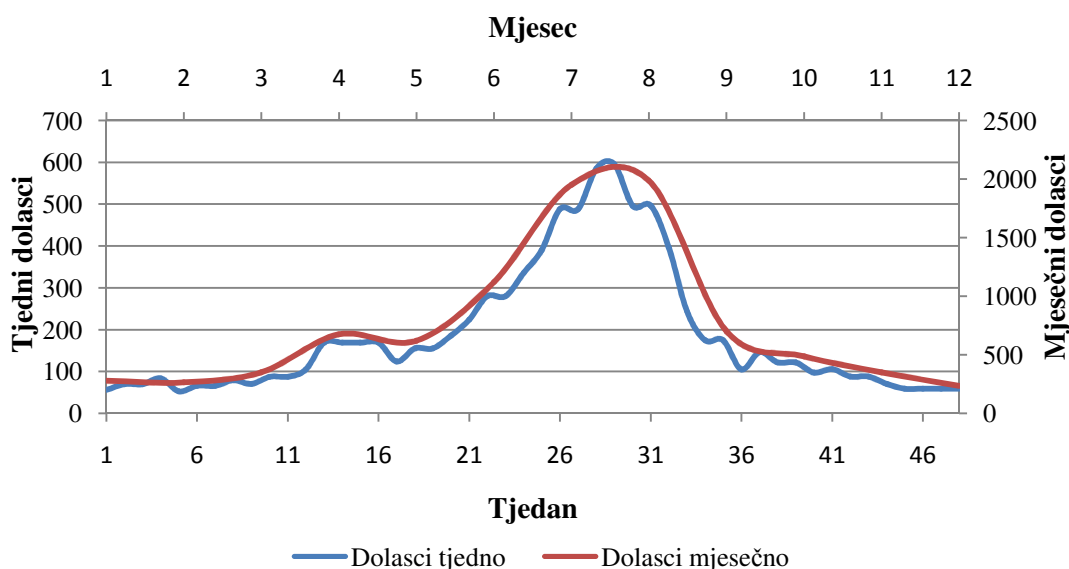
Vidljivo je da na otok najviše ljudi dolazi u ljetnim mjesecima što znači da će tada i potrošnja električne energije biti najveća. Da bi se dobio točniji podatak o dolasku ljudi na otok bilo je potrebno mjesečne dolaske svesti na nivo tjedna, no karakter krivulje morao je ostati nepromijenjen. Dakle potrebno je odrediti korekcijske koeficijente uz uvjet da krivulja ima isti karakter, pri tome se koristila sljedeća formula:

$$D_{tj} = b_{tj} * D_m \quad (2)$$

$D_{tj}$  - tjedni dolasci

$b_{tj}$  - korekcijski faktor

$D_m$  - mjesečni dolasci



**Dijagram 25. Dolasci ljudi na otok sveden na tjedne dolaske**

Dijagram 25. prikazuje da se prethodno navedenim proračunom uspjela dobiti krivulja tjednih dolazaka na otok koja ima isti karakter kao i mjesečni dolasci. Nakon ovog koraka potrebno je odrediti koliko tjedno novih ljudi dolazi na otok, tj. koliko ljudi koji ne borave na otoku konstantno dolazi u tjednu jer oni najviše utječu na porast potrošnje električne energije. Budući na otoku živi svega 88 stanovnika uzeto je da oni u prosjeku tjedno obave 30 odlazaka i dolazaka katamaranom što je sasvim pristojan podatak jer im osnovne namirnice dolaze sa katamaranom. Pretpostavlja se da stanovnici sa otoka putuje samo u slučaju krajnje nužde. Tako je sljedećom formulom dobiven podatak o broju ljudi koji djeluju na porast potrošnje električne energije na tjednoj bazi.

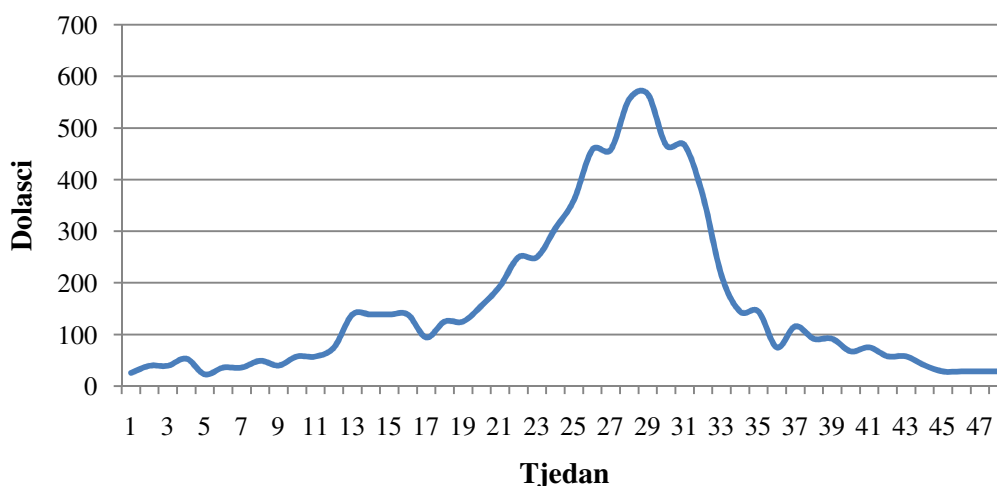
$$D_{po.el}^i = D_{tj}^i - D_{ot}^i \quad (3)$$

$D_{po.el}^i$  - ljudi koji dolaze na otok i uzrokuju porast potrošnje električne energije (vikendaši, turisti)

$D_{tj}^i$  - tjedni dolasci na otok

$D_{ot}^i$  - dolasci stanovnika na otok

i –tjedan (1 do 52)



**Dijagram 26. Dolasci ljudi koji utječu na porast potrošnje električne energije**

Dijagram 26. pokazuje kako se kreću dolasci ljudi koji utječu na porast potrošnje električne energije, to su najčešće ljudi koji dolaze vikendima ili sezonski preko ljeta. Sljedeći korak je određivanje koliko ti ljudi povećavaju potrošnju električne energije. Kao referentni mjesec uzet je srpanj te su se dolasci ljudi na otok u ostalim mjesecima uspoređivali s dolascima ljudi u srpnju na tjednoj bazi, na taj način dobiveni su koeficijenti pomoću kojih će se kasnije dobiti novo opterećenje koje bi trebalo biti znatno točnije.

$$a_i = \frac{D_h^i}{D_7^i} \quad (4)$$

$a_i$  - koeficijent porasta potrošnje

$D_h^i$  - dolasci ljudi koji utječu na porast potrošnje električne energije u određenom tjednu pojedinog mjeseca

$D_7^i$  - dolasci ljudi koji utječu na porast potrošnje u određenom tjednu u srpnju

i- tjedan (1 do 4)

h – mjesec (1 do 12)

Sada su dobiveni koeficijenti koji će poslužiti za dobivanje novog satnog opterećenja. Koeficijenti se odnose na cijeli tjedan stoga je potrošnja kroz cijeli tjedan množena sa istim koeficijentom.

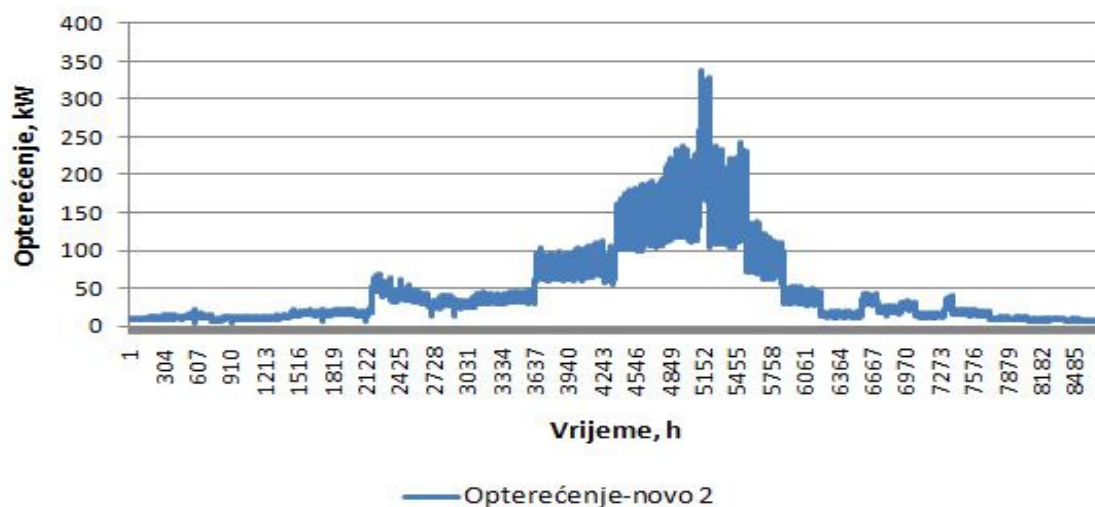
$$L_{Unije} = a_i * L_{Lošnj} \quad (5)$$

$L_{Unije}$  - satno opterećenje za Unije za određeni sat, kW

$a_i$  -koeficijent porasta potrošnje

$L_{Lošinj}$  - satno opterećenje za Lošinj za određeni sat, kW

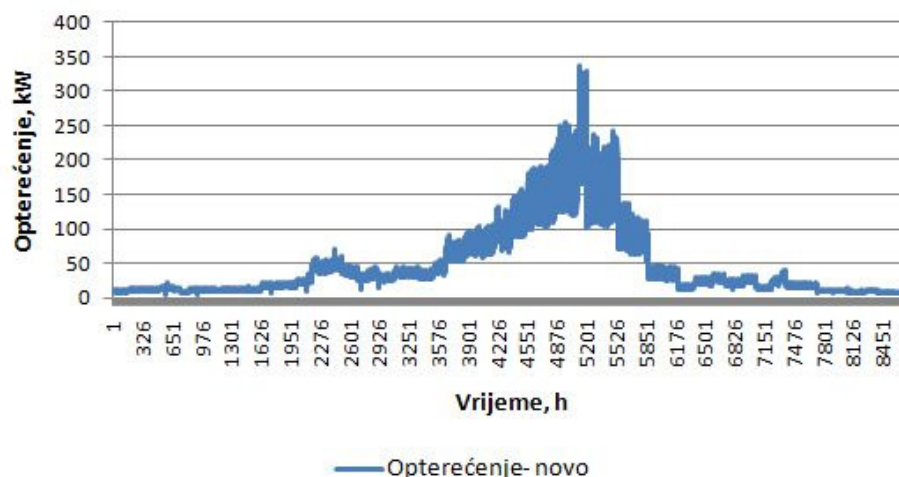
Nakon provedenog postupka dobivena je nova krivulja satnog opterećenja koja daje jako dobre rezultate za ljetne mjesece pa tako potrošnja u periodu travanj-rujan iznosi 324 MWh električne energije što se podudara s podacima dobivenim od HEP-a, ali ukupna godišnja potrošnja iznosi 375 MWh, što je znatno manje od potrebnih 590 MWh. Još je preostalo svesti ukupnu godišnju potrošnju električne energije s 375 MWh na 590 MWh u čemu veliki udio ima i grijanje.



**Dijagram 27. Dobivena krivulja satnog opterećenja**

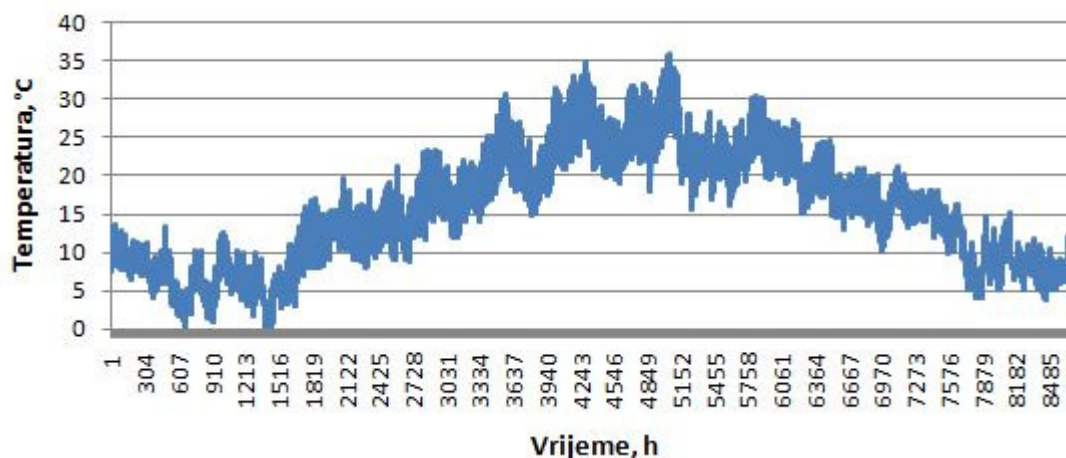
Dijagram 27. pokazuje dobivenu krivulju opterećenja, vidljivo je da je vršno opterećenje oko 320 kW što približno odgovara podacima dobivenim iz HEP-a. Nedostatak ove krivulje je također postojanje prijelaza između pojedinih mjeseci, taj problem se riješio tako da se pristupilo „peglanju“ prijelaza. Smanjenje skokova ostvareno je tako da je na krajevima pojedinih mjeseci povećana potrošnja električne energije zbog čega je na početku mjeseca morala biti smanjena jer ukupna mjesečna potrošnja mora ostati nepromijenjena. Tako je dobiven konačni oblik krivulje koja je sada prilično odgovarajuća s obzirom na ukupnu potrošnju električne energije za ljetne mjesece ali se još mora uključiti i električna energija koja se troši za grijanje prostorija.





**Dijagram 28. Prilagođena krivulja satnog opterećenja**

Budući je dobivena odgovarajuća potrošnja električne energije za ljetni dio godine potrebno je dobiti i točne podatke o potrošnji i zimsko razdoblje. Električna energija se na otoku uz rasvjetu i električne uređaje u velikoj mjeri troši i za grijanje objekata, tako je prema i podacima dobivenim od HEP-a zaključeno da se 15 domaćinstava koja stalno borave na otoku vrlo vjerojatno grije pomoću električne energije jer imaju znatno veću potrošnju električne energije zimi. Taj podatak poklapa se i sa anketom u kojoj se dobiva podatak o 16 kućanstava koja se griju pomoću električne energije. Budući na otoku postoji veliki broj objekata (čak preko 100) koji su često popunjeni samo vikendom radi sigurnost se uzima da se 30 kuća na cijelom otoku grije električnom energijom. Određivanje potrebne toplinske energije vršeno je preko temperatura koje su bile poznate za Lošinj.



**Dijagram 29. Satne temperature [19]**

Poznavajući satne vrijednosti temperatura(2005. godina) može se izračunati i potrebna količina električne energije za grijanje prostorija.

$$\Phi_x = A * U * \Delta T_x \quad (6)$$

$\Phi_x$  - toplinski tok potreban za grijanje u pojedinom satu, W

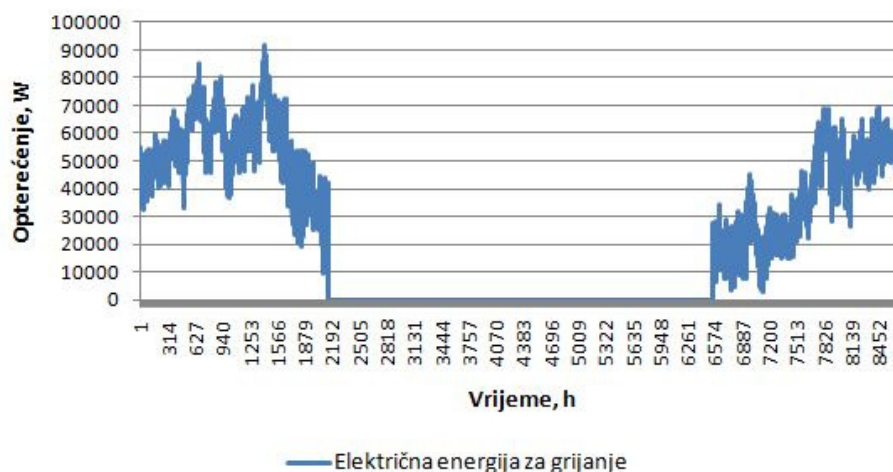
$A$  - površina prozora i vrata, m<sup>2</sup>

$U$  - koeficijent prolaza topline, W/ m<sup>2</sup>K

$\Delta T_x$  - razlika temperature u pojedinom satu, K

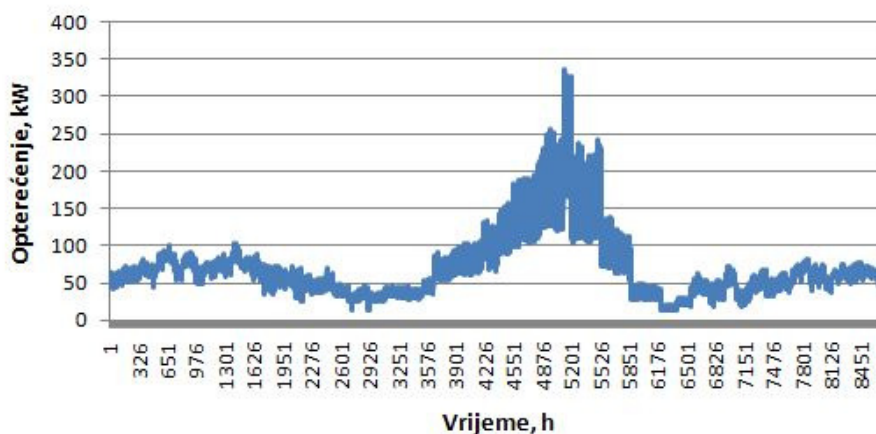
x-1 do 8760

Pomoću gore navedene formule (6) proračunato je koliko je potrebno toplinske energije za grijanje prostorija u zimskim mjesecima. Za vrijednosti površina zidova kao i koeficijent prolaza topline korištena je anketa iz koje su uzete prosječne vrijednosti. Tako je prosječna površina svih vanjskih zidova na objektima 218,4 m<sup>2</sup>, dok je prosječna površina prozora i vrata na objektima 15 m<sup>2</sup>. Koeficijent prolaza topline za vanjske zidove je već prije proračunat prema formuli (1). Uzete su vrijednosti od 1,29 W/m<sup>2</sup>K za vanjske zidove te 2,5 W/m<sup>2</sup>K za prozore i vrata, potrebno je napomenuti da je koeficijent prolaza topline za prozore i vrata pretpostavljen s obzirom na starost stolarije i njeno stanje. Dijagram 30. prikazuje kako se mijenja električno opterećenje za grijanje prostorija koje je dobiveno prije navedenim postupkom kroz zimske mjesece. Na taj način dobiva se ukupna potreba za električnom energijom od 223 MWh.



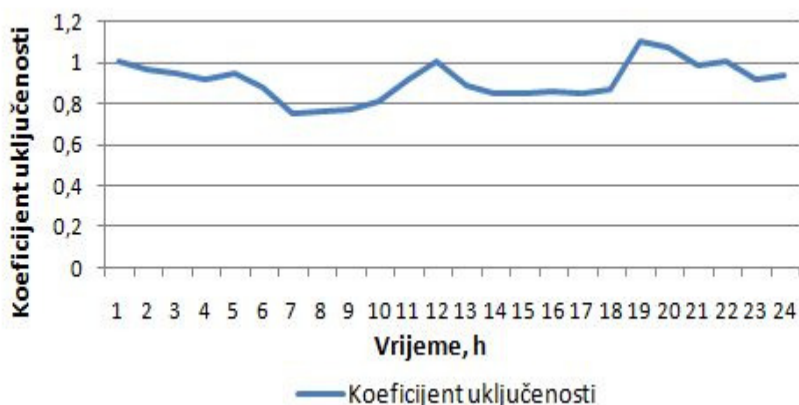
**Dijagram 30. Električna energija za grijanje prostorija**

Ta električna energija može se pribrojiti prethodno dobivenoj krivulji električnog satnog opterećenja te se na taj način dobiva krivulja za cijelu godinu.



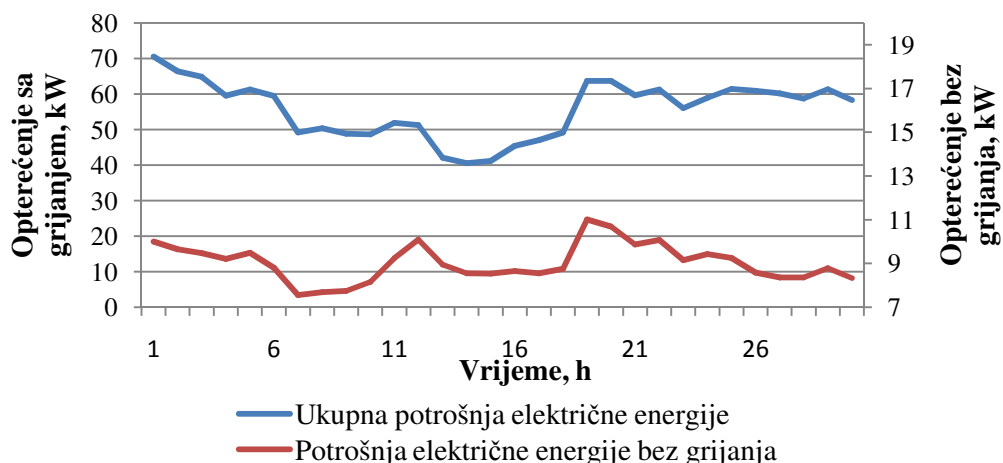
**Dijagram 31. Satno opterećenje kroz period od godinu dana**

Dijagram 31. predstavlja verziju satnog opterećenja električne energije koji još uvijek ne zadovoljava vršna mjesečna opterećenja, ali se na taj način dobiva ukupna godišnja potreba za električnom energijom od 590 MWh što odgovara podacima iz HEP-a. Potrebno je također reći da su pri izračunu potrošnje električne energije u obzir uzeti i koeficijenti uključenosti koji su određivali karakter krivulje grijanja jer tokom dana se mijenja potreba za grijanjem, a i pojedino kućanstvo ima različite zahtjeve za toplinskom energijom.



**Dijagram 32. Koeficijent uključenosti**

Dakle kao što je rečeno dijagramu 32. prikazuje na koji način se pale i gase uređaji za grijanje budući nije uvijek ista potreba za grijanjem, u ovom slučaju uzeto je da se prati karakter krivulje potrošnje električne energije jer ljudi također pale grijanje kada dođu kući sa poljoprivrednih imanja te navečer i ujutro kada se bude da bi zagrijali kuću.



**Dijagram 33. Usporedba profila**

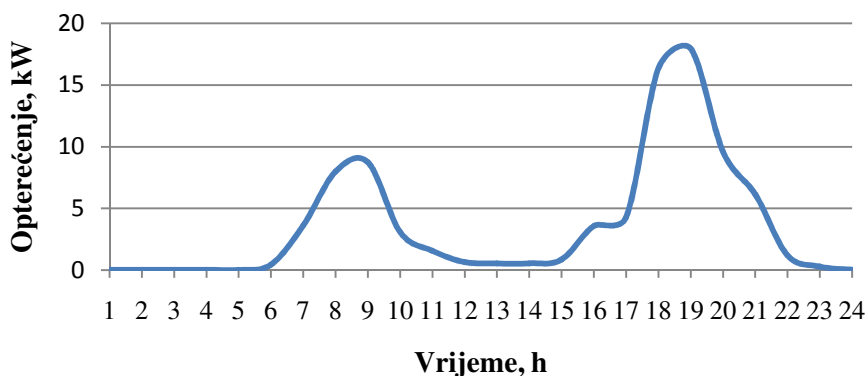
Na dijagramu 33. se vidi da nakon uvođenja koeficijenta uključenosti profil potrošnje električne energije i nakon dodavanja grijanja zadržava svoj karakterističan profil. Kao posljednji korak potrebno je postići mjesečna vršna opterećenja koja su dobivena prema podacima iz HEP-a, vršna opterećenja dobivena su na taj način da su se trenutna najviša mjesečna opterećenja množila sa određenim faktorom da bi se dobilo odgovarajuće opterećenje, smatra se da su ta mjesečna vršna opterećenja dobivena u danima preko vikenda ili u blagdanskim danima kada na otoku boravi najviše ljudi. Tako se na kraju dobiva konačni oblik satnog opterećenja (Dijagram 34.) sa kojim se može ući u proračun. Vršna mjesečna opterećenja se u HEP-u mjere sa analognim uređajem te nije sigurno kolika je točnost tog uređaja, naime vidljivo je koliko su vršna mjesečna opterećenja veća od mjesečnog prosjeka. Takva opterećenja bi mogla biti eventualno ostvarena ukoliko se u zimskim mjesecima broj ljudi koji borave na otoku znatno poveća npr. vikendima ili blagdanima



**Dijagram 34. Konačni oblik krivulje satnog opterećenja električne energije**

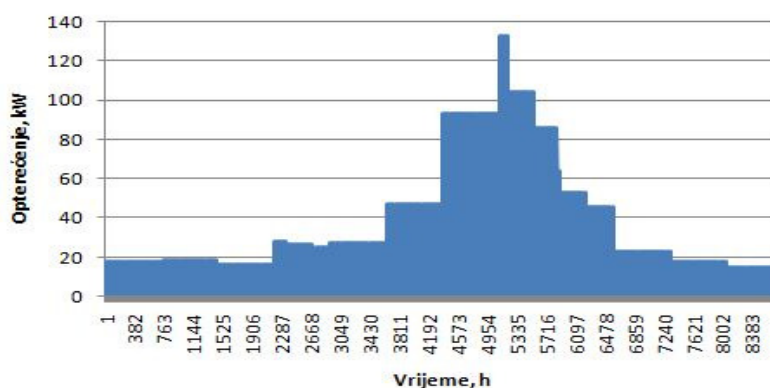
### 2.3.2. Potrošnja toplinske energije za PTV

Potrošnja toplinske energije za pripremu tople vode potrebna je da bi se kasnije moglo odrediti koliko je površine solarnih toplinskih kolektora potrebno ugraditi te koliki je kapacitet toplinskih spremnika potrebno instalirati da bi se osigurale potrebe za PTV. Krivulja potrošnje toplinske energije rađena je prema analizi ankete, te usporedbi otoka Unije i otoka Lošinja [19], na taj način dobivena je krivulja potrošnje toplinske energije za pripremu tople vode.



**Dijagram 35. Toplinska energija (PTV)**

Dijagram 35. prikazuje krivulju satnog opterećenja kroz jedan dan za pripremu tople vode, vidljivo je da krivulja ima dva karakteristična brijega koji se javljaju ujutro kada se ljudi bude i obavljaju jutarnju higijenu te poslijepodne kada ljudi dolaze kući sa svojih poljoprivrednih posjeda te sa plaža i tuširaju se nakon radnog dana, na taj način dobivena je krivulja za cijelu godinu koja se razlikuje ovisno o godišnjem dobu i danima u tjednu. Ukupna godišnja potreba za toplinskom energijom u 2010. godini iznosi 47,111 MWh na 88 stalno naseljenih stanovnika, dok je proračunata godišnja potrošnja toplinske energije za PTV sa turistima 67,016 MWh. Dijagram 36. prikazuje ukupnu godišnju potrošnju toplinske energije za cijeli otok uključujući i dolaske turista tokom ljetnih mjeseci.



**Dijagram 36. Godišnji dijagram toplinskog opterećenja za PTV**

## 2.4. Energetska bilanca

Bilanca potrošnje energije radi se u cilju postizanja boljeg pregleda situacije na otoku što se tiče potrošnje energije. Bilanca energije rađena je uz pomoć ankete koja je provedena na otoku, anketa je provedena na 32 kućanstva (94 osobe, od kojih većina na otoku boravi konstantno), da bi se dobila potpuna slika energetske bilance otoka potrebno je obuhvatiti i ostala kućanstva na otoku. Podatak o potrošnji električne energije od 590 MWh odnosi se na cijeli otok, dok podaci dobiveni anketom ne obuhvaćaju cijeli otok pa ih je potrebno ekstrapolirati za cijeli otok. Budući na otoku postoji 47 stalno naseljenih stambenih jedinica tada se potrošnja energije dobivena anketom mora modificirati na tih 47 objekata, a ne na 25 koji stalno borave na otoku, postupak je rađen pomoću koeficijenata koji su dobiveni jednostavnom usporedbom broja kućanstava.

**Tablica 10. Primarna energija (47 objekata)**

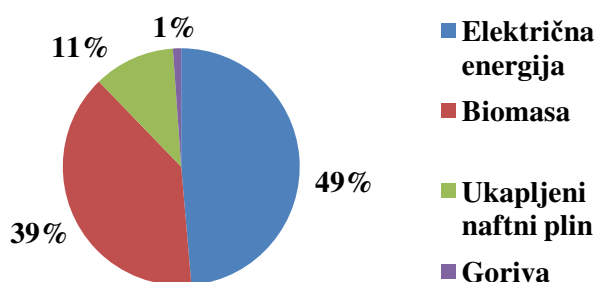
Energent	Potrošnja	Jedinica
Električna energija	2116,8	GJ
Biomasa(drvo)	1705,5	GJ
Ukapljeni naftni plin	370,3	GJ
Goriva	41,2	GJ

Tablica 10. predstavlja potrošnju primarne energije za 47 stambenih jedinica na otoku, još je potrebno odrediti, koliko i na koji energent utječe dolazak turista u ljetnim mjesecima. Budući velika većina anketiranih osoba na otoku boravi tokom cijele godine, a ostatak dolazi najčešće u ljetnim mjesecima može se zaključiti da će potrošnja biomase odnosno drva za ogrjev ostati otprilike ista tj. povećani broj turista preko ljeta neće značajno utjecati na povećanje potrošnje biomase. Uzeto je da će zbog turista doći do povećane potrošnje goriva za 20%, podatak je uzet jer se smatra da će određen dio turista koji dođu na otok koristiti brodice za pomorski promet. Što se tiče ukapljenog naftnog plina tj. plinskih boca uzeto je da će doći do povećanja potrošnje od 30%. Porast od 30% uzet je jer se smatra da se u objektima koji nisu obuhvaćeni anketom troši UNP, ali u manjoj količini budući se kuće koriste samo manji dio godine. Taj podatak uzet je na temelju ankete iz koje se dobiva podatak da 82% štednjaka na otoku koristi ukapljeni naftni plin za rad štednjaka.

**Tablica 11. Primarna energija**

Energent	Potrošnja	Jedinica
Električna energija	2116,8	GJ
Biomasa(drvo)	1705,5	GJ
Ukapljeni naftni plin	481,4	GJ
Goriva	49,5	GJ
<b>Ukupno</b>	<b>4353,2</b>	<b>GJ</b>

Na taj način se dobiva tablica 11. u kojoj je prikazana potrošnja primarne energije za cijeli otok, ukupna potrošnja energije iznosi 4353,28 GJ. Dijagram 37. pokazuje koliki dio potrošnje odlazi na koji energent.



**Dijagram 37. Podjela finalne energije**

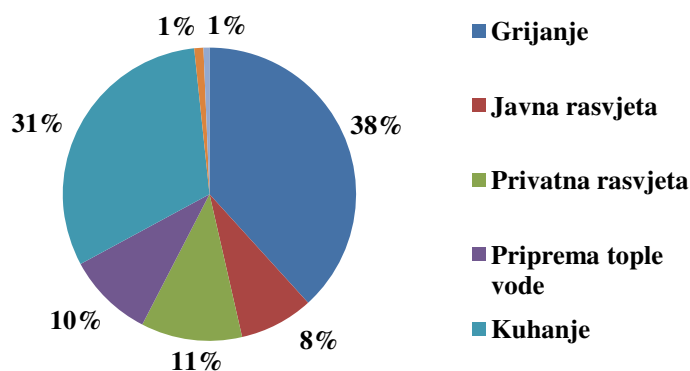
Vidljivo je da najveći dio zauzima električna energija sa 49% udjela zatim slijedi biomasa koja se koristi zimi za grijanje objekata. Na dijagramu se vidi da se u nešto manjoj mjeri koristi i ukapljeni naftni plin kao glavni energent za kuhanje te goriva za transport. Toplinska energija za pripremu tople vode za cijeli otok dobivena je na sličan način kao i određivanje satnog opterećenja električne energije, naime uzeti su koeficijenti za ljetne mjeseci koji se određivali koliko je dolazak turista utjecao na porast potrošnje energije za PTV, tako je dobivena ukupna godišnja potrošnja za cijeli otok. Tablica 12. prikazuje detaljniju podjelu finalne energije tj. korisne oblike energije.

Tablica 12. Procjenjena potrošnja finalne energije za 2010. godinu

<i>Energent</i>	<i>Finalna energija</i>	<i>Potrošnja</i>	<i>Jedinica</i>
Električna energija	Grijanje	809,5	GJ
	Javna rasvjeta	173,2	GJ
	Rasvjeta u kućanstvima	235,9	GJ
	Priprema tople vode	201,5	GJ
	Kuhanje	661,5	GJ
	Hlađenje	20,9	GJ
	Ostalo	14,0	GJ
	Ukupno	2116,8	GJ
Biomasa	Grijanje	1538,4	GJ
	Kuhanje	152,1	GJ
	Ostalo	14,9	GJ
	Ukupno	1705,5	GJ
Ukapljeni naftni plin	Kuhanje	391,1	GJ
	Grijanje	15,0	GJ
	Priprema tople vode	39,7	GJ
	Ostalo	35,4	GJ
	Ukupno	481,4	GJ
Goriva	Pomorski promet	35,7	GJ
	Poljoprivredni strojevi	13,7	GJ
	Ukupno	49,5	GJ
<b>Ukupno-Sve</b>		<b>4353,28</b>	<b>GJ</b>

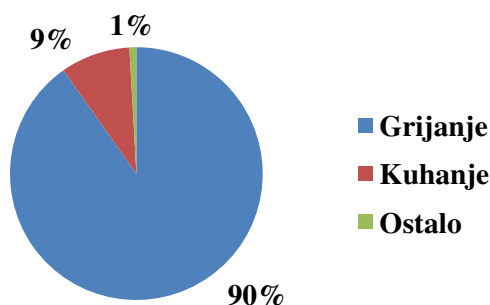
Podjela finalne energije vršena je pomoću ankete i podataka dobivenih od „HEP Elektroprimorja“, pojedini podaci o potrošnji dobiveni su odmah iz tih izvora kao što je potrošnja javne rasvjete dok je neke podatke trebalo odrediti kombinacijom tih podataka. Podaci iz ankete su ekstrapolirani na 47 stalnonaseljenih objekata, a na kraju je još procjenjivan utjecaj turista tokom ljeta na porošnju pojedinog energenta tako su dobiveni podaci o energentima koji se koriste za grijanje, za pripremu tople vode, kuhanje i ostalo.



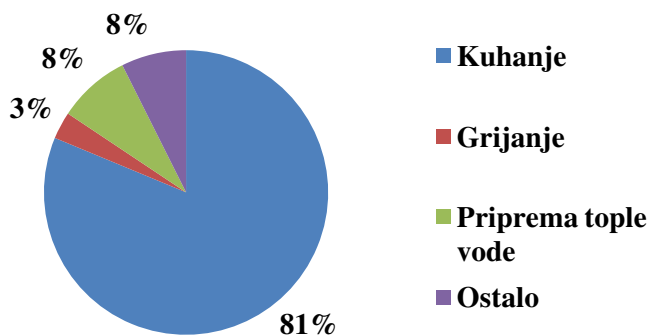


**Dijagram 38. Podjela potrošnje električne energije**

Dijagram 38. prikazuje podjelu potrošnje električne energije na otoku, vidljivo je da se najveći dio električne energije troši na grijanje kako je u anketi i prikazano, znatan dio električne energije odlazi i na kuhanje jer znatan broj štednjaka troši električnu energiju. Dijagram 39. pokazuje podjelu potrošnje biomase, a iz njega se može zaključiti da se najviše biomase troši za grijanje objekata zimi dok ostatak odlazi na kuhanje i popratne sadržaje.

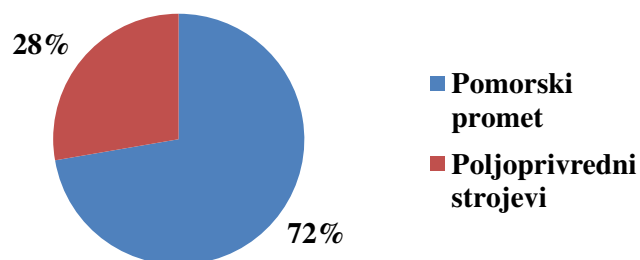


**Dijagram 39. Podjela potrošnje biomase**



**Dijagram 40. Podjela potrošnje UNP-a**

Iz dijagrama 40. je vidljivo da se najveća količina ukapljenog naftnog plina troši za kuhanje, dok se jako mali dio troši za pripremu tople vode i grijanje. Dijagram 41. pokazuje raspodjelu potrošnje goriva, vidljivo je da se goriva troše za poljoprivredne strojeve i pomorski promet jer na otoku ne postoje automobili koji bi trošili gorivo.



**Dijagram 41. Podjela potrošnje goriva**

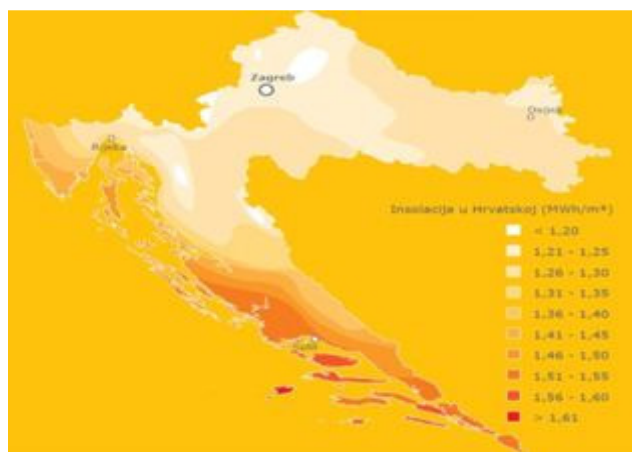
Nakon podjele potrošnje energije prilično je jasnije na što se troši energija na otoku, također uz anketu ovaj podatak daje jako dobar uvid u navike otočana.

Potrebno je naglasiti da su dobiveni podaci uspoređivani sa potrošnjom ostalih otoka u Hrvatskoj [25]. Dobiveni podaci za otok Unije približno se podudaraju sa potrošnjom ostalih otoka u 2010. godini. Tako je potrošnja po kućanstvu na otoku Rabu 1996. godini iznosila 49,46 GJ [25] što je prema prognozama iz istog dokumenta dostignulo razinu potrošnje energije po kućanstvu Unija u 2010. godini od 92,62 GJ.

## 2.5. Meteorološki podaci

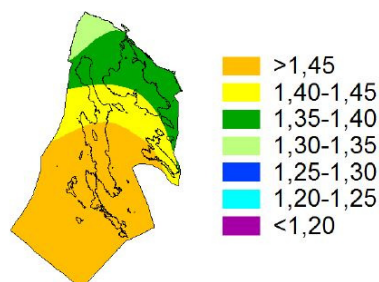
### 2.5.1. Sunčevo zračenje

Podatak o potrebnom sunčevu zračenju potreban je da bi se mogla odrediti potrebna površina solarnih toplinskih kolektora i solarnih fotonaponskih panela za proizvodnju električne energije i toplinske energije za pripremu tople vode. Podaci o sunčevu zračenju za Lošinj dobiveni su za iz računalnog software-a METEONORM, to je program koji sadrži globalne meteorološke podatke za gotovo sve lokacije u Svijetu, zatim su pomoću programa na internetu određivani koeficijenti za usporedbu sa Unijama [26], na taj način dobivena je krivulja satnog sunčevog zračenja za period od godinu dana.



**Slika 4. Globalno sunčevo zračenje u RH [19]**

Iz slike 4. se vidi da otok Unije spada među dijelove Hrvatske koji imaju srednje visoke vrijednosti sunčeva zračenja što ga čini pogodnim za iskorištenje energije sunca, dok sljedeća slika (Slika 5.) prikazuje raspodjelu sunčeva zračenja za otoke Krk, Cres, Lošinj te Unije.



**Slika 5. Srednja godišnja ozračenost na vodoravnoj plohi [27]**

U tablici 13. dana je usporedba zračenja na Unijama i Lošinjju preko kojih su se dobivali potrebni koeficijenti za određivanje zračenja na otoku Unije. Određivanje koeficijenata rađeno je na sljedeći način, uspoređivana su prosječna mjesečna zračenja za Lošinj i za Unije dobivena pomoću PV GIS-a [26], tako su dobiveni određeni koeficijenti za pojedini mjesec, zatim su se pomoću tih koeficijenata dobila približno točna zračenja za Unije iz zračenja od otoka Lošinja. Nakon provedenog postupka na otoku Unije dobiveno je ukupno godišnje zračenje od 1410,4 kWh/m<sup>2</sup>, potrebno je naglasiti da se zračenja dobivena na ovaj način odnose na horizontalnu površinu.

**Tablica 13. Usporedba zračenja za otok Unije i otok Lošinj, Wh [26]**

Lošinj						Unije:					
Mjesec	$H_h$	$H_{opt}$	$H(90)$	$I_{opt}$	$N_{DD}$	Mjesec	$H_h$	$H_{opt}$	$H(90)$	$I_{opt}$	$N_{DD}$
Siječanj	1290	1970	1950	61	402	Siječanj	1420	2390	2440	64	369
Veljača	2020	2820	2510	54	331	Veljača	2190	3240	2970	57	314
Ožujak	3250	4040	3070	43	269	Ožujak	3450	4400	3390	45	246
Travanj	4580	5080	3140	30	92	Travanj	4720	5230	3220	31	79
Svibanj	5470	5500	2790	17	14	Svibanj	5570	5550	2810	17	5
Lipanj	6520	6320	2780	12	4	Lipanj	6690	6390	2810	12	0
Srpanj	6740	6700	3040	16	2	Srpanj	6900	6750	3060	15	0
Kolovoz	5820	6300	3530	27	5	Kolovoz	5960	6430	3570	27	0
Rujan	4240	5210	3740	41	35	Rujan	4460	5560	3990	42	10
Listopad	2540	3460	2960	51	120	Listopad	2740	3910	3410	54	77
Studeni	1480	2200	2120	59	271	Studeni	1610	2580	2550	62	225
Prosinac	1030	1550	1530	61	358	Prosinac	1120	1860	1910	64	312
<b>Godina</b>	<b>3760</b>	<b>4270</b>	<b>2760</b>	<b>33</b>	<b>1903</b>	<b>Godina</b>	<b>3910</b>	<b>4530</b>	<b>3010</b>	<b>35</b>	<b>1637</b>

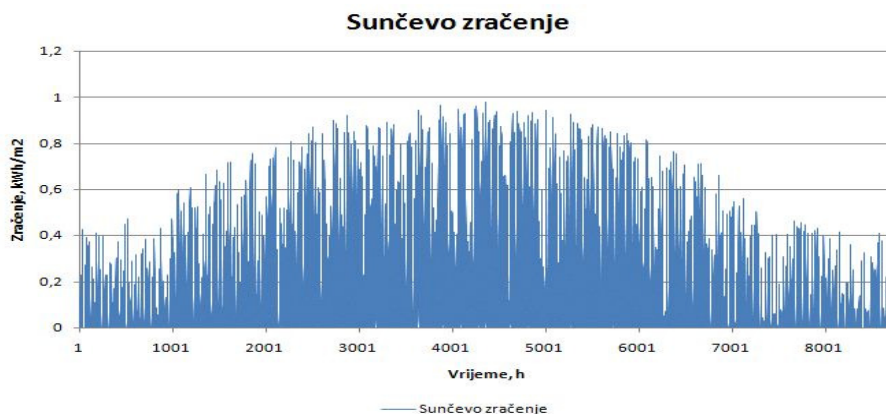
$H_h$ - zračenje na horizontalnu površinu, Wh/m<sup>2</sup>dan

$H_{opt}$ -zračenje na površinu pod optimalnim kutem, Wh/m<sup>2</sup>dan

$H(90)$ - zračenje na površinu pod 90°, Wh/m<sup>2</sup>dan

$I_{opt}$ -optimalni nagib

$N_{DD}$ - stupanj dan grijanja

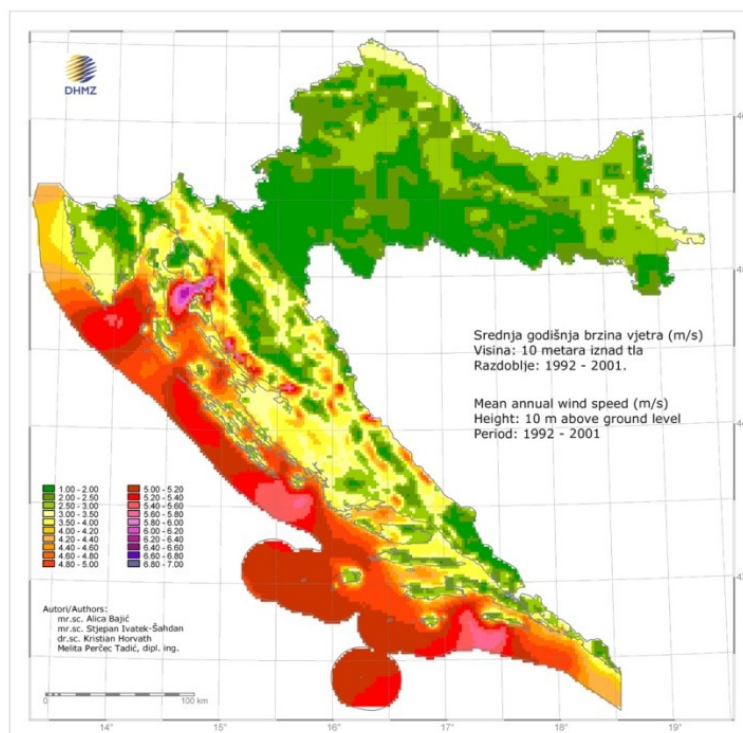


**Dijagram 42.** Ukupno satno sunčevo zračenje na horizontalnu površinu [19]

Potrebno je naglasiti da su proračuni svih scenarija opisanih u poglavljima rađeni sa zračenjem na horizontalnu površinu osim scenarija „PV otok“. Scenariji su rađeni tako radi sigurnosti, da bi se pokazalo koliko se minimalno sunčeva zračenja sigurno može iskoristiti. Za potpuno točne podatke o sunčevu zračenju bilo potrebno izvršiti mjerenja na samom otoku te provesti detaljniju analizu krovova pogodnih za instalaciju solarnih kolektora jer se smatra da bi utjecaj zasjenjenja na određene kuće mogao biti velik. Jedini scenariji koji je proračunat sa zračenjem pod optimalnim kutem od  $35^\circ$  je scenariji „PV otok“ gdje se spominje i fotonaponska elektrana, razlog tomu je smještaj elektrane jer se smatra da kod nje neće biti veliki utjecaj zasjenjenja. Vrijednosti srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe za otoke Primorsko-goranske županije kreću se od  $1,35 \text{ MWh/m}^2$  za sjeverne dijelove otoka Krka i Cresa do  $1,50 \text{ MWh/m}^2$  za južne dijelove otoka Lošinja [27]. Vrijednost ozračenosti od  $1,41 \text{ MWh/m}^2$  uzeta u proračunu za Unije nalazi se u tim granicama te kako je ranije spomenuto mogla bi se točno utvrditi mjerenjem na terenu ili indirektno iz proizvodnje određenih fotonaponskih panela koji bi se instalirali na otoku. Prema [27] optimalni kut nagiba za otok Rab iznosi  $29,35^\circ$  dok je taj kut za Mali Lošinj  $28,8^\circ$ , optimalni kut nagiba kao što je već i rečeno za otok Unije iznosi  $35^\circ$  prema [26].

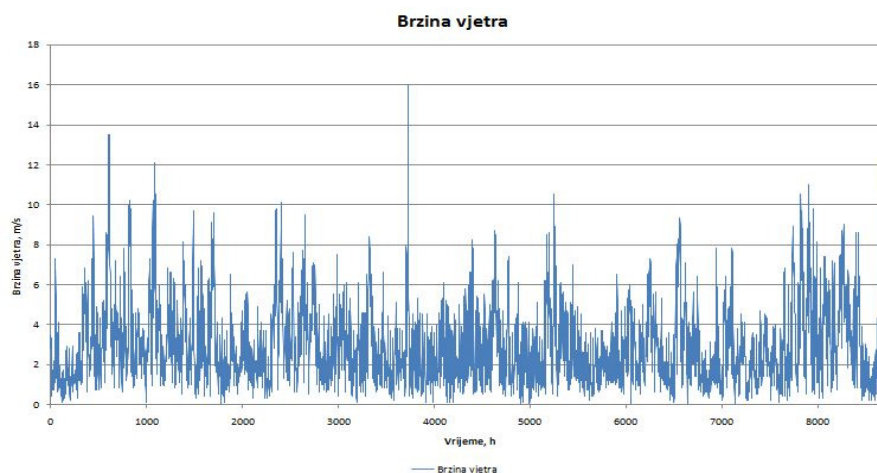
### 2.5.2. Brzina vjetra

Dijagram brzine vjetra dobiven je usporedbama sa brzinama vjetra na otoku Lošinju [19].



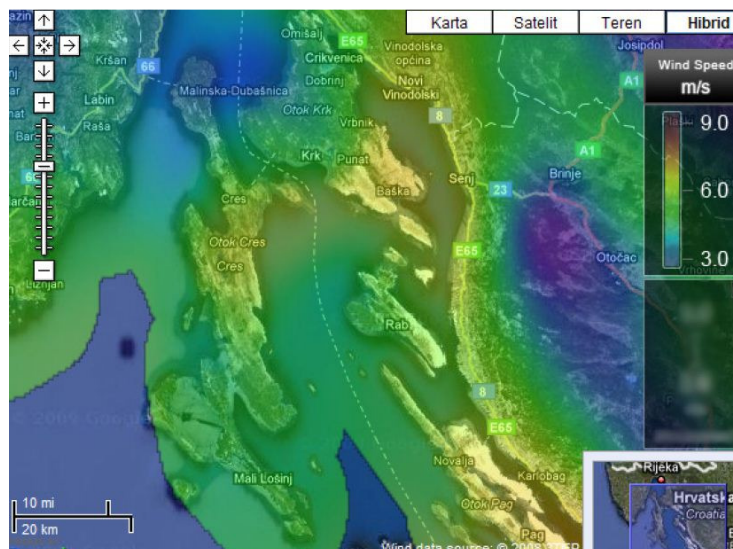
Slika 6. Brzine vjetra u RH [28]

Na slici 6. prikazana je raspodjela prosječnih brzina vjetra u Republici Hrvatskoj, iz slike se vidi da se Unije nalaze na području u kojemu je prosječna godišnja brzina vjetra u području između 5 m/s i 5,5 m/s na 10 metara nadmorske visine, prema provedenim mjerenjima se može zaključiti da je otok Unije smještan na povoljno mjesto što se tiče iskorištenja energije vjetra [27].



Dijagram 43. Brzina vjetra [28]

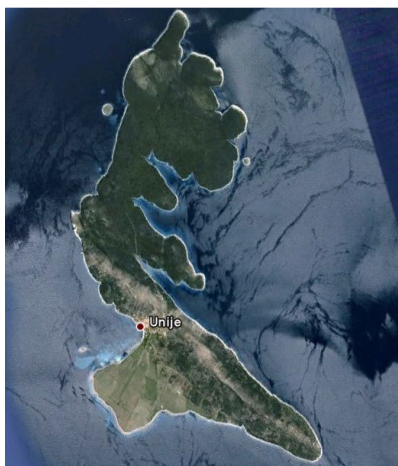
Slika 7. pokazuje prosječne brzine vjetra na visini od 20 metara za otoke Krk, Cres, Lošinj i Unije.



Slika 7. Karta vjetra na visina 20 m od tla [27]

## 2.6. Mogućnost iskorištenja biomase

Otok Unije kao i svi mediteranski otoci ima velik udio makije na otoku, sam otok je obrastao makijom što je čini velikim problemom za stanovništvo. Krčenjem makije otok bi izgledao puno urednije te bi se dobilo i više korisnog područja za neke od projekata razvoja otoka a sama makija mogla bi se koristiti za grijanje kućanstava u zimskim mjesecima.



Slika 8. Otok Unije

Kao što se na satelitskoj slici Unija može vidjeti veliki dio otoka prekriven je zelenom površinom od čega je veliki dio makija. Preliminarni proračuni upućuju da bi se krčenjem otoka i poljoprivrednih površina prikupljalo dovoljno biomase koja se jednostavnim i malim strojevima za usitnjavanje i briketiranje može spremati i koristiti u postojećim pećima za grijanje objekata tijekom zime i slično. Kod loženja briketima ovisno o materijalu za briketiranje treba voditi računa o veličini briketa, ako je briket presitan može doći do prebrzog

izgaranja i propadanja kroz rešetke klasičnih peći. Treba voditi računa da se promijene rešetke na ložištima peći ili da se kod briketiranja koriste krupniji materijali. Nakon krčenja strojevi kasnije mogu poslužiti za briketiranje biljnih ostataka u maslinicima, voćnjacima itd.



**Slika 9. Strojevi za usitnjavanje i briketiranje biomase**

Na slici 9. lijevo je prikazan manji stroj za usitnjavanje biomase, vidljivo je da su mu dimenzije male, moguće ga je staviti na traktor te prevoziti do mjesta na kome je potreban. Desni dio slike prikazuje manji stroj za briketiranje snage 30 kW i dimenzija 1800x900x1750 mm bez trake za dobavu sirovine. Stroj za briketiranje treba nabaviti prema vrsti i dimenzijama sjeckane sirovine i željenoj veličini briketa. Na otoku stoga nije potrebno nikakvo veće postrojenje za preradu biomase čime bi se na okoliš ostavio otisak, potrebno je također naglasiti da bi se za ovakav način obrade biomase na otoku otvorilo nekoliko radnih mjesta za održavanje strojeva te njihove transport.

### **2.7. Mogućnost korištenja geotermalne energije**

Nije poznato da li su vršena geološka ispitivanja na otoku Unije koja bi ukazala na povećanu temperaturu određenih podzemnih formacija tako da se uzima u obzir standardni porast temperature s dubinom za područje tla u Sj. Jadranu. Kao takva geotermalna energija se može koristiti u visoko učinkovitim dizalicama topline tipa zemlja-zrak, zemlja-voda ili voda-voda. Vertikalnim bušotinama vjerojatno bi se došlo do morske vode što može biti jako dobar rashladni spremnik za ljetno hlađenje.

### **2.8. Mogućnost korištenja energije mora**

Jadransko more je zatvoreno more pa glavne pojave kao što su valovi, plima i oseka te morske struje nisu dovoljno energetske intenzivne za korištenje trenutnim tehnologijama za iskorištavanje energije mora i njenu pretvorbu u električnu energiju. Eventualnim ispitivanjem potencijala možda bi se mogli pronaći neki alternativni oblici iskorištavanja prije spomenutih pojava npr. prokapanjem kanala iz uvala Sridnja (na kartama Podkujni) i Vognišća do

zapadne strane otoka. U slučaju razlike potencijala pojava možda bi se mogao ostvariti dovoljan protok u kanalima da bi bio iskorištavan za proizvodnju električne energije.

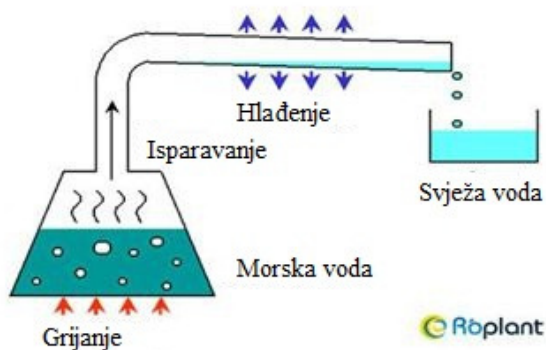
Najisplativije i trenutno najprihvatljivije korištenje energije mora bi bilo iskorištavanje njegove topline za grijanje i hlađenje prostora putem dizalica topline te bi trebalo razmotriti mogućnosti postavljanja centralnih sustava daljinskog grijanja/hlađenja. Preporučuje se da se u prostornom planu Primorsko-Goranske županije predvide područja koja omogućuju izgradnju izmjenjivača topline u uvali Maračol i u samom naselju Unije.

### **2.9.Desalinizacija**

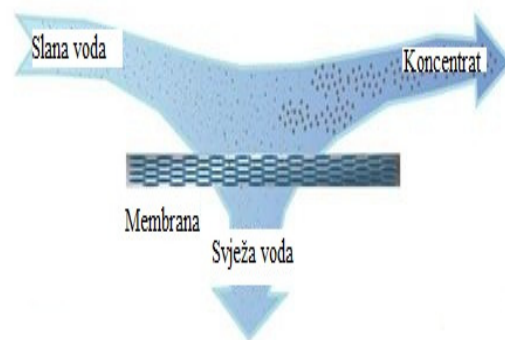
Voda je oduvijek bila ograničeni resurs otoka koji je stoljećima, iz godine u godinu određivao poljoprivrednu proizvodnju i potrošnju. Godišnje padaline iznose 871 mm što je dovoljno u godišnjoj bilanci, ali najviše kiše padne prerano ili prekasno [3].

Već je u prijašnjem dijelu teksta bilo govora o nedostatku pitke vode na otoku, naime otok nema riješeno pitanje vodoopskrbe, pitka voda dovozi se na otok vodonoscima. Na otoku postoji bunar koji koristi vodu iz takozvane vodne leće, a koji je spojen vodoopskrbnim cjevovodom dužine 950 metara (promjera 2'), s cisternom kraj crkve. Razvodna vodovodna mreža duga je 700 m i ima 10 hidranata  $\Phi$  50 mm. Na hidrant se mogu priključivati vatrogasne cijevi tako da se voda može odvesti do kućnih cisterni [3]. Vidljivo je da otok nema vlastiti vodovodni sustav što je u današnje vrijeme gotovo nezamislivo, stoga je potrebno sagledati moguća rješenja po tom pitanju a najbolje rješenje za ovaj slučaj bila bi desalinizacija bočate vode iz tzv. vodene leće ili morske vode. Sama desalinizacija je proces uklanjanja soli i drugih minerala iz vode, tako se može reći da je desalinizacija proces dobivanja pitke vode iz morske vode [29]. Desalinizacija je prvotno korištena na brodovima i podmornicama a s vremenom je našla svoju primjenu i na otocima kao što su Unije, dakle na otocima koji nemaju vlastitih izvora pitke vode. Sam proces desalinizacije može se provoditi na više načina a jedan od njih je i isparavanje vode gdje dolazi do odvajanja krutih minerala i soli od vode.





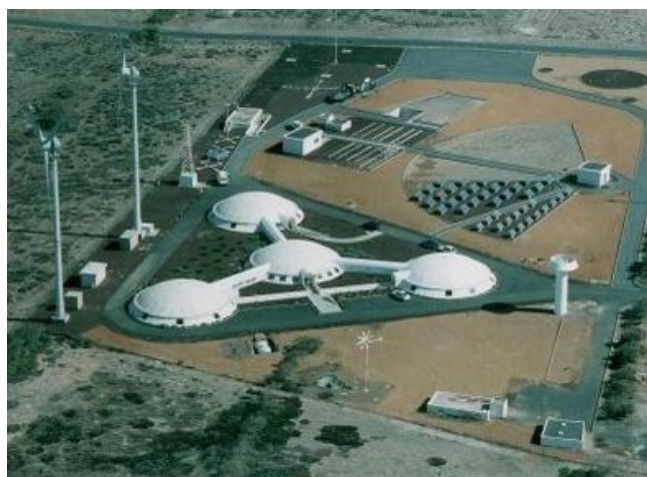
Slika 10. Desalinizacija isparavanjem [30]



Slika 11. Desalinizacija pomoću membrane (Reverzna osmoza) [31]

Proces se također može odvijati i pomoću membrane gdje pod visokim tlakovima voda prolazi kroz membranu te na taj način dolazi do odvajanja vode od soli i minerala tzv. reverzna osmoza.

Jasno je da je za desalinizacijsko postrojenje potreban dodatan dio električne energije za rad no to je zanemarivo s obzirom na mogućnost dobivanja pitke vode na otoku, to znači da bi samo postrojenje povećalo potrošnju električne energije na otoku, no samo postrojenje može raditi i kada je potrošnja električne energije manja pa će time imati manji utjecaj na elektroenergetski sustav otoka. Na slici 12. dat je primjer desalinizacijskog postrojenja koje se nalazi na Kanarima i radi pomoću obnovljivih izvora energije.



Slika 12. Desalinizacijsko postrojenje [32]

Potrebno je naglasiti i tri ključna problema u radu malih desalinizacijskih postrojenja [33]:

- a) Veliki troškovi proizvodnje-ovaj problem se može riješiti na taj način da se u postrojenju sva potrebna energija troši na maksimalno efikasan način čime se smanjuje trošak proizvodnje.
- b) Teško je naći stručno osoblje

c) Promjenjiva potreba za pitkom vodom

### **2.9.1. Desalinizacija u Svijetu**

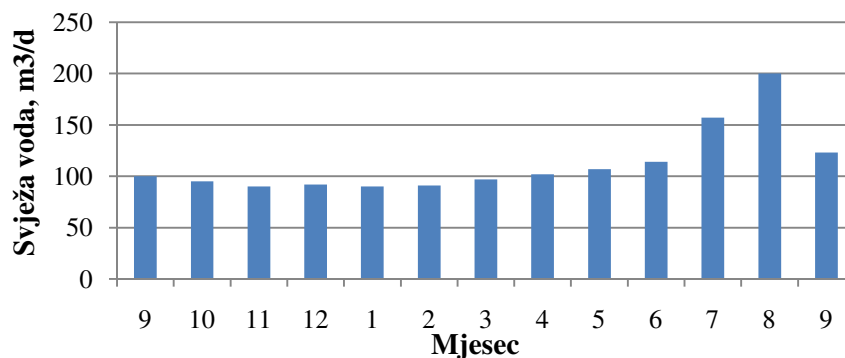
Sada kada su pokazane osnove rada desalinizacijskog postrojenja mogu se navesti i neki primjeri koji se nalaze u Svijetu. Grčka ima puno otoka koji imaju problema sa pitkom vodom te su jako dobri kandidati za gradnju manjih desalinizacijskih postrojenja. Otoci Santorini, Syros te Mykonos su otoci na kojima su građena desalinizacijska postrojenja koja rade na principu reverzne osmoze [33]. Postrojenje na otoku Syros ima dvije jedinice kapaciteta proizvodnje od 1200 m<sup>3</sup>/d te 800 m<sup>3</sup>/d. Samo postrojenje nalazi se na morskoj razini pa se na pumpanje vode troše male količine energije. Postrojenje na otoku Mykonos ima dvije identične jedinice kapaciteta od 1200 m<sup>3</sup>/d. Sva tri prethodno navedena postrojenja rade sa drugačijim karakteristikama. Kao što je prije i navedeno jedan od problema desalinizacijskih postrojenja je velika cijena dobivene vode, no taj problem se može riješiti kao što je prije rečeno. Cijena dobivene vode postaje konkurentna kada ukupna potrošnja energije padne na 2,4 kWh/m<sup>3</sup> [33], to se može postići ukoliko se postigne dobra iskoristivost energije u postrojenju, sa današnjim tehnologijama taj cilj se smatra ostvarivim. Također je potrebno naglasiti da na cijenu dobivene vode najviše utječe trošak izgradnje postrojenja te kvaliteta vode koja se želi postići.

### **2.9.2. Desalinizacija na hrvatskim otocima**

Desalinizacijska postrojenja se najčešće koriste za izolirane otoke koji se nalaze daleko od kopna te nemaju vlastiti vodovodni sustav, ili na otocima koji će morati vlastiti vodovodni sustav čekati 15 do 20 godina. Prvi hrvatski otok na komu je izgrađeno desalinizacijsko postrojenje je Lastovo, otok ima površinu od 41 km<sup>2</sup> te 835 stanovnika prema popisu stanovništva iz 2001. godine. Lastovo ima jako malu količinu godišnjih padalina ali ima mnogo podzemne vode, ideja postrojenja je da se voda pumpa iz 5 izvora u desalinizacijsko postrojenje u kome se vrši obrada vode, kapacitet postrojenja je 300 m<sup>3</sup>/danu. Karakteristike postrojenja su [34]:

- Kapacitet opreme: 302,8±5% m<sup>3</sup>/d pitke vode
- Temperatura vode 25°C
- Radni tlak 10,2-13,6 bar
- Odvojena sol iz vode: 98,6% do 99,1%,
- Protok vode je od 264 l/min do 287 l/min

Postrojenje radi na principu reverzne osmoze, sastoji se od 3 cijevi od staklenih vlakana pod tlakom od kojih svaka ima po 4 spiralne membrane, kasniji tretman se provodi sa UV stelirizatorima te se tako dobiva pitka voda visoke kakvoće. Postrojenje je sa radom počelo 1998. godine.



**Dijagram 44. Dnevni prosjek proizvodnje pitke vode za pojedini mjesec [34]**

Cijena vode koja se na otoke dobavlja vodonoscima dolazi do 7 \$/m<sup>3</sup>(2004. godina) što neprihvatljivo i u pogledu lokalnog stanovništva kao i turizma, jer turisti ne žele plaćati tako visoku cijenu vode [35]. Tablica 14. prikazuje podjelu troškova desalinizacijskog postrojenja.

**Tablica 14. Troškovi desalinizacijskog postrojenja na Lastovu [35]**

		Trošak
<b>Investicijski trošak</b>	Instalacija opreme	125 000 \$
	Građevinski troškovi	541 695 \$
	Po jedinici instaliranog kapaciteta	666 695 \$
<b>Amortizacija</b>	Za prosječnu proizvodnju	1,45 \$
	Za dizajniranu proizvodnju	0,73 \$
<b>Troškovi održavanja(\$/m<sup>3</sup>)</b>	Električna energija	0,21
	Radnici	0,28
	Zamjena membrane (5 godina)	0,05
	Filteri	0,001
	Rezervni dijelovi	0,002
	Ukupno	0,6
	<b>Ukupni trošak proizvodnje vode</b>	Prosječna proizvodnja
	Dizajnirana proizvodnja	1,33 \$/m <sup>3</sup>

(Cijene izražene u američkim dolarima prema [35])

Vidljivo je da se postrojenje s obzirom na vodonosca višestruko isplati jer je cijena 2,05 \$/m<sup>3</sup> značajno manja od cijene vode sa vodonosca od 7 \$/m<sup>3</sup>.

Otok Mljet se nalazi 30 km zapadno od Dubrovnika i južno od Pelješca, površina otoka je 100 km<sup>2</sup>. Otok kao i Lastovo zadovoljava dio potreba za pitkom vodom iz desalinizacijskih postrojenja, štoviše na otok Mljetu postoje tri takva postrojenja [34]:

- a) Postrojenje Sobra-Kapacitet postrojenja: 143,83 l/min(8,63 m<sup>3</sup>/h), spremnik 200 m<sup>3</sup>
- b) Postrojenje Blato-Kapacitet postrojenja: 181 l/min(8,63 m<sup>3</sup>/h), spremnik 80 m<sup>3</sup>
- c) Postrojenje Kozarica- spremnik 40 m<sup>3</sup>



Slika 13. Desalinizacijsko postrojenje na Mljetu-postrojenje Blato (31)

### 2.10. Električna vozila za unutar otočni prijevoz

Na otoku postoji samo jedno naselje stoga nema potrebe da otočani koriste automobile kao prijevozna sredstva te se najčešće koriste traktori i manja motorna vozila. U cilju postizanja energetske neovisnog otoka potrebno je razmatrati i mogućnost uvođenja električnih vozila za unutar otočni prijevoz. Tako bi se u prvoj fazi primjene električnih vozila na otoku ona koristila za prijevoz od poletno-slijetne staze do naselja te za prijevoz turista do „Zelenog“ hotela, također postoji mogućnost iznajmljivanja vozila turistima za prijevoz po otoku [3]. Električna vozila imala bi i značajnu ulogu u skladištenju električne energije, naime vozila koja se ne koriste spojena su sa mrežom te bi na taj način mogla poslužiti za skladištenje električne energije čime bi se smanjila intermitencija obnovljivih izvora energije.



Slika 14. Električni bicikl [36]

Posebno zanimljivi za turiste mogli bi biti električni bicikli, primjer jednog tipa električnog bicikla prikazan je na slici 14., karakteristike pojedinog tipa električnih bicikala su prikazane u tablici 15. Na slici 15. prikazan je izgled karakterističnog električnog poljoprivrednog vozila.



Slika 15. Električno poljoprivredno vozilo [37]

Tablica 15. Karakteristike električnih bicikala [36]

Ime brenda	Snaga (W)	Tip baterije	Mjenjač	Cijena
Charger Bicycles	400	SLA	Promjenjiv	< \$1000
Currie/IZIP/EZIP	400	SLA	Fiksni	< \$1000
Rayos	600	SLA	Fiksni	< \$1500
Ultra Motor	350-500	SLA, LFP	-	\$1000-\$3000
R Martin	350	Li-Ion	Promjenjiv	\$1500-\$2000
Prima Power Bikes	250	SLA, NiMH	-	\$1500-\$2000
Urban Mover Bikes	250	Li-Ion, LFP	Fiksni	\$1500-\$2000
Betterbikes™	500-1200	SLA, LFP	Fiksni	\$1500-\$3500
Currie/IZIP/EZIP	400-750	LFP	Fiksni	\$1500-\$3000
Pedego	500	LFP	-	\$1700-\$1900
DreamE betterbike	350, 500	SLA, LFP	Promjenjiv	\$1700-\$2400
EcoBike	300-360	LFP	Fiksni	< \$2000
eZeebike	300-360	LFP	Fiksni	< \$2000
Shadow Ebike	350	LFP	Fiksni	\$2000
eGO	1500	SLA	Fiksni	\$2000
Giant Twist	600	SLA	Fiksni	\$2000
Hebb E-Bikes	350	Li-Ion	Fiksni	\$2200
OHM Cycles	250-350	Li-Ion	Fiksni	\$2400-\$3500
Pi Mobility	400-750	Li-Ion	Fiksni	\$3000-5000
Electric Motion E+	1000	NiMH	-	\$2500-6500
Optibike	400-850	NiMH, Li-	Promjenjiv	\$5000-

Tablica 15. prikazuje tipove električnih bicikala te snagu njihovih baterija i tip kao i cijenu pojedinog bicikla, naravno da bi se uz bicikle mogli koristiti i ostali tipovi električnih vozila pogodnih za unutar otočni prijevoz. Postupnim uvođenjem električnih vozila na otok s vremenom bi se i poljoprivredna vozila na otoku zamijenila sa električnim te bi na taj način sva vozila na otoku bila na električni pogon.

### 2.11. Mogući projekti navedeni u studiji „Održivi razvoj Unija“

Ovo poglavlje bavi se najzanimljivijim projektima na otoku tj. onima koji se mogu najbrže pokrenuti radi toga se i nazivaju „udarni projekti“. Kao što je rečeno ovaj rad rađen je u cilju „oživljavanja“ otoka i njegova razvitka, tako su analizirani neki od mogućih projekata na otoku i u sljedećem dijelu teksta biti će više govora o tim razvojnim projektima.

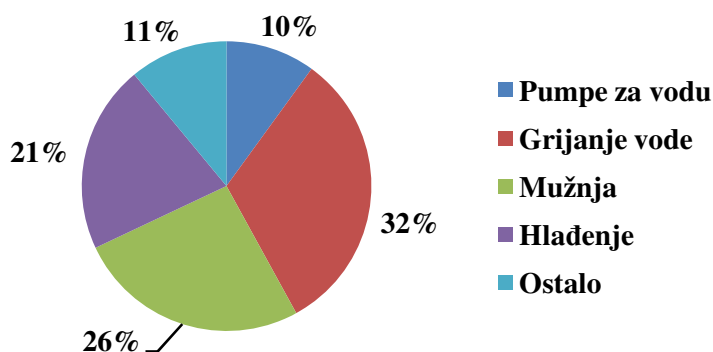
#### 2.11.1. Kozarstvo i proizvodnja sira

Kozarstvo i proizvodnja sira je jedan od mogućih projekata na otoku koji se razmatra zbog unijske poljoprivredne tradicije i trenutnih mogućnosti. Tako se smatra da bi se na samom početku projekta koristilo stado od 200 koza, a kasnije bi to stado raslo do 1000 koza. Vrsta koza koja bi se uzgajala na Unijama bila bi mliječna pasmina Alpina [3]. Budući se ovaj rad bavi više energetsom slikom otoka tako je zanimljivo navesti potrošnju energije za ovaj projekt budući je potrebno osigurati dovoljnu količinu energije za normalan rad farme. Tako se dolazi do sljedećih podataka:

**Tablica 16. Potrošnja energije-kozarstvo [38]**

<i>Potrošnja energije</i>	
Proizvodnja mlijeka	0,1 kWh/l
Proizvodnja sira	5,6 kWh/t

Tablica 16. prikazuje kolika je karakteristična potrošnja energije za proizvodnju 1 litre mlijeka te jedne tone sira, ukupna potrošnja se pomoću ovih podataka može odredit ovisno o kapacitetu proizvodnje. Još je zanimljivo prikazati podjelu potrošnje energije na farmi, tako se u sljedećem dijagramu vidi da se najveći dio energije troši na grijanje vode, mužnju te na hlađenje.



Dijagram 45. Potrošnja energije-kozarstvo [38]

### 2.11.2. Ovčarstvo i proizvodnja sira

Projekt ovčarstva mogao bi početi kada i projekt kozarstva jer postoji dovoljno resursa za ta dva projekta. Početno stado također bi imalo 200 ovaca, a kasnije bi moglo rasti do brojke od 1000 ovaca. Pasma koja bi se uzgajala bila bi Pramenka [3]. Za razliku od kozarstva, ovčarstvo će trebati zasnovati na slobodnoj ispaši i prihrani pa će trebati uložiti i u proizvodnju kukuruza i sijena. Kozarstvo je stoga lakše pokrenuti i u početku mu treba dati prednost. Ovčarstvo bi uz proizvodnju mlijeka i sira također sudjelovalo u proizvodnji janjetine za prehranu.

Tablica 17. Potrošnja energije - ovčarstvo [38]

<b>Potrošnja energije</b>	
Potrošnja električne energije	300 kWh/t
Ukupna potrošnja energije	3500 kWh/t

Prethodna tablica prikazuje potrošnju energije za proizvodnju jedne tone janjetine, vidljivo je da se na jednu tonu janjetine potroši ukupno 3500 kWh energije.

### 2.11.3. Govedarstvo i proizvodnja mesa

Na otok je već dovedeno stado istarskog goveda koje se sastoji od 5 krava, 1 bika te 5 telića [3]. Ukoliko ovaj projekt zaživi veličina stada morati će biti usklađena sa veličinom stada ovaca i koza, ni u kojem trenutku se ne smije dopustiti da jedan projekt ugrožava drugi. Što se tiče proizvodnje mesa u ovom projektu u sljedećoj tablici navedena je potrošnja energije.

Tablica 18. Potrošnja energije-govedarstvo [38]

<b>Potrošnja energije</b>	
Potrošnja električne energije	250 kWh/t
Ukupna potrošnja energije	2700 kWh/t

Vidljivo je da je za dobivanje jedne tone govedine potrebno uložiti manje energije nego za dobivanje jedne tone janjetine budući janjetinu treba znatno bolje obraditi. Ovdje su u obzir uzete i klaonice koje vjerojatno ne bi bile na otoku, dakle specifična potrošnja energije na otoku u tom slučaju bi bila manja.

#### 2.11.4. Maslinarstvo

Projekt maslinarstva podrazumijeva obnovu 28 hektara starih maslinika, potrebno je samo raskrčiti parcele što je također financijski trošak. Projekt će se smatrati uspješnim ukoliko se ostvari doprinos od 10 do 50 kg maslina po stablu. Projekt maslinarstva zahtijeva izgradnju postrojenja za tretiranje ubranih maslina da bi se dobilo maslinovo ulje. Zanimljivo je naglasiti da nakon branja maslina po stablu godišnje ostane oko 25 kg biomase.

**Tablica 19. Iskorištenje biomase-masline [39]**

<b>Potencijal</b>	
Ostatci po stablu godišnje	25 kg
Kalorijska vrijednost	15-21 MJ/kg

Prethodna tablica prikazuje da postoji znatan potencijal za korištenje biomase koja ostaje nakon branja maslina ovisno o broju stabala koja će biti posađena. Iz tablice se jednostavnim računom može doći do podatka o energetske potencijalu biomase, tako se dobiva vrijednost od 1890 Gj što je više od trenutne potrošnje biomase na otoku.

**Tablica 20. Potrošnja energije za maslinovo ulje [40]**

<b>Potrošnja energije</b>	
Potrošnja energije za proizvodnju maslinovog ulja	6,95-14 kWh/l

Dakle vidljivo je da je maslinarstvo zanimljiv projekt, naime za njega je potrebno izdvojiti određenu količinu energije za proizvodnju maslinova ulja ali se isto tako energija dobiva iz biomase koja ostaje nakon branja maslina.

Osim ovih projekata razmatrani su i neki energetske projekti:

- a) **„Zeleni“ hotel** - ovaj projekt razrađen je u scenariju PV otok(poglavlje 4.) te je tamo ovaj projekt detaljnije opisan uz gradnju marine u uvali Maračol
- b) **Fotonaponska elektrana** - ovaj projekt je također detaljnije opisan u scenariju PV otok(poglavlje 4.)
- c) **Unaprjeđenje energetske efikasnosti** - ovaj projekt je razmatran u scenariju PTV,PV,EE(poglavlje 3.)
- d) **Postrojenja za obradu biomase** - mogućnost iskorištenja biomase obrađeno je u prethodnom dijelu teksta(poglavlje 2.7.)



- e) **Poučna staza šetnica** - projekt je uzet u obzir u scenariju PV otok(poglavlje 4.)
- f) **Električna vozila za unutar otočni prijevoz** - projekt je razmatran u sklopu PV scenarija, gdje se vozila mogu koristiti za skladištenje električne energije kada je to potrebno
- g) **Vjetroelektrane na otoku** - projekt je detaljnije opisan u scenariju PV+Vjetar(poglavlje 5.)

Još je potrebno naglasiti da se obrada otpadnih vode na otoku planira u sklopu „zelenog“ hotela te desalinizacijskog postrojenja [3]. Tretman otpada na otoku je prilično nezanimljiv zbog jako male količine otpada, a uz to u Republici Hrvatskoj je trenutno zabranjena obrada otpada na otocima.

### 3. SCENARIJI PTV,PV,EE

Scenariji je zamišljen tako da se na otoku uz postojeće objekte postupno integrira oprema za iskorištavanje obnovljivih izvora energije te da se energija koristi na učinkovit način. Za referentnu godinu je uzeta 2010. jer su za nju iz „HEP Elektroprimorje Rijeka“ dobiveni podaci o potrošnji električne energije pri čemu su ostali podaci dobiveni anketom na terenu te vlastitim proračunima i procjenama (potrošnja električne energije, potreba za toplom vodom, sunčevo zračenje i dr.). Kao što je već rečeno 2010. godina je referentna no odlučeno je prve proračune raditi za 2011. godinu jer se željelo pokazati kako bi relativno mali investicijski projekti u OIE mogli utjecati na dobavu energije

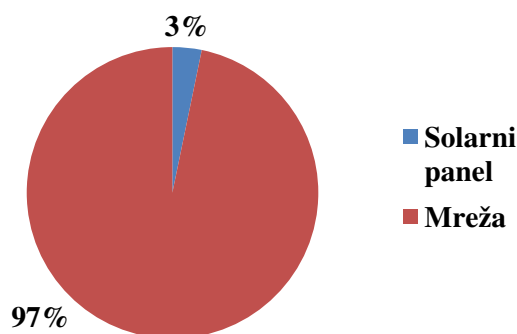
#### 3.1. Stanje u 2011. godini

Za ulazne podatke uzeti su dijagrami potrošnje električne energije koji je modificiran pomoću potrošnje otoka Lošinja i podataka dobivenih od HEP-a, isto tako su uzeti i satni dijagrami sunčeva zračenja i potrebe za toplom vodom [19]. Naime budući je Lošinj svega nekoliko kilometara udaljen od Unija sa priličnom točnošću se može reći da su klimatski uvjeti na ta dva područja podjednaka, a dijagrami potrošnje električne energije i potrošnje toplinske energije za pripremu tople vode su uspoređivani i modificirani prema broju stanovnika na ta dva otoka i navikama stanovnika koje su dobivene anketom. Prilikom računanja stanja u 2011. godini uzete su one pretpostavke za koje se smatra da su ostvarive u bližoj budućnosti do kraja godine. Najprije su proračunate raspoložive površine krovova na kućama na kojima je vršena anketa, isto tako je pretpostavljeno da se na pojedinu kuću instalira 1,5 m<sup>2</sup> solarnih toplinskih kolektora po ukućanu [41], dok se na ostatak površine krova instaliraju solarni fotonaponski paneli. Kolektori i paneli bi se instalirali tek na nekoliko kuća otočana koji na otoku borave konstantno tokom cijele godine, podatak o boravku je dobiven na temelju analize potrošnje električne energije pojedinog kućanstva. Tako se dobivaju sljedeći podaci:

- Instalirana snaga solarnih kolektora: 7,2 kW
- Instalirana snaga solarnih panela: 15,45 kW
- Toplinski spremnik: 450 litara
- Broj kuća na kojima su instalirani solarni paneli i solarni kolektori: 4
- Korisna površina krovova: 112 m<sup>2</sup>
- Površina solarnih fotonaponskih panela: 103 m<sup>2</sup>
- Površina solarnih kolektora: 9 m<sup>2</sup>

Učinkovitost PV panela iznosi 15% dok je stupanj stupanj učinkovitosti invertera 95% a koeficijent gubitaka 94% što dovodi do ukupne iskoristivosti od 13,4%. Konverzijski faktor

za solarne toplinske kolektore iznosi 80% a termalni gubici 45% što daje ukupnu efikasnost kolektora od 36%, ovako niska efikasnost solarnih toplinskih kolektora uzeta jer radi sigurnosti, u literaturi se danas mogu pronaći sustavi i sa iskoristivošću od 55%. Nije za očekivati da će se u narednoj godini instalirati kapacitet veći od navedenog, no uz poticanje instalacije kolektora za PTV mogle bi se ostvariti veće snage. Također su instalirani toplinski spremnici, koji će spremati toplinsku energiju kada nje ima više nego je to potrebno, a tu spremljenu toplinu će koristiti kada zračenje bude slabo ili ga nema. Pretpostavljeno je da u 2011. godini nisu provedene nikakve mjere energetske efikasnosti. Nakon provedenog proračuna dobiveni su sljedeći rezultati, ukupno proizvedena električna energija iz solarnih panela iznosi 19459 kWh dok proizvedena energija za grijanje tople vode dobivena pomoć solarnih kolektora iznosi 3549 kWh, iz toplinskog spremnika dobije se ukupno 234 kWh toplinske energije za grijanje tople vode. Ostatak potreba za toplinom i električnom energijom koji nisu zadovoljeni namirili bi se električnom energijom iz mreže. Potrebno je navesti da u ovom diplomskom nije promatrano upravljanje potrošnjom „DSM-demand side management“, no toplinski spremnici bi se mogli puniti u vrijeme jeftinije tarife te tako smanjivati dnevno opterećenje ali i troškove za električnu energiju vlasnika objekata.



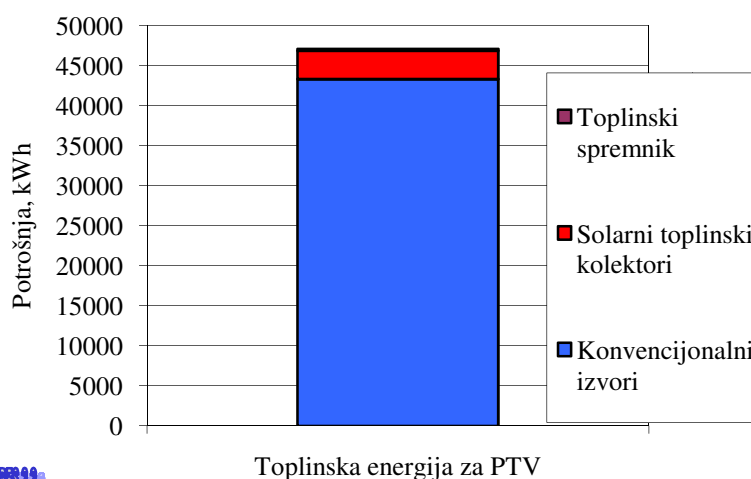
**Dijagram 46. Udio u dobavi električne energije (2011.)**

Dijagram 46. prikazuje dobavu električne energije nakon instalacije solarnih fotonaponskih panela, vidljivo je da se proizvodnjom električne energije iz panela pokrije oko 3% potreba za električnom energijom na otoku.



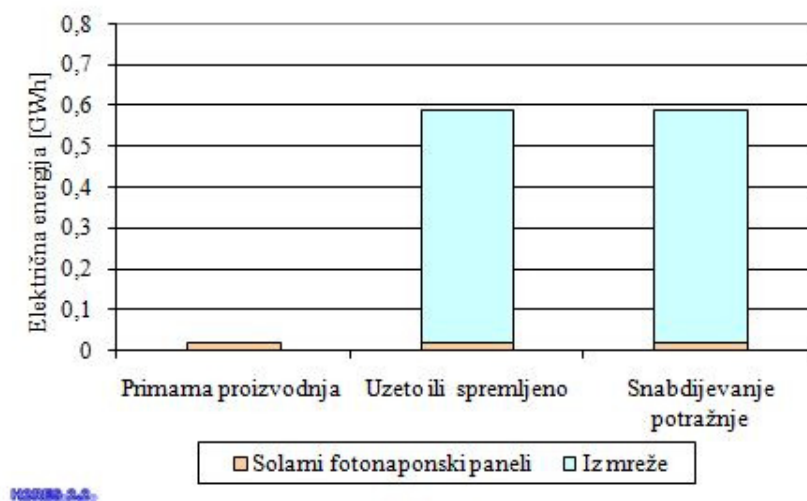
**Dijagram 47. Raspodjela dobave toplinske energije za PTV (2011.)**

Dijagram 47. prikazuje raspodjelu dobave toplinske energije za PTV, vidljivo je da se sa instaliranim solarnim kolektorima i toplinskim spremnikom pokriva nešto veća potrošnja nego kod električne energije, točnije pokriveno je 8% potreba za toplinskom energijom, ostatak toplinske energije za PTV i dalje se dobiva pomoću električnih bojlera, dakle na svega četiri kuće proizvede se 8% potreba za PTV svih anketiranih objekata.



**Dijagram 48. Dobava toplinske energije za PTV (2011.)**

Dijagram 48. prikazuje raspodjelu dobave toplinske energije za pripremu tople vode, vidi se da se i dalje najveći dio toplinske energije za PTV dobiva iz konvencionalnih izvora koji su u ovom slučaju električni bojleri, dok se manji dio toplinske energije dobiva iz solarnih kolektora a gotovo zanemariv dio iz toplinskog spremnika.

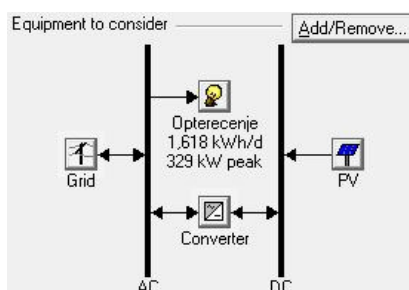


**Dijagram 49. Dobava električne energije (2011.)**

Dijagram 49. Prikazuje na koji se način dobiva električna energija koja se koristi na otoku, vidljivo je da osim električne energije iz mreže postoji i električna energija dobivena iz solarnih panela budući je instaliran određen broj solarnih fotonaponskih kolektora.

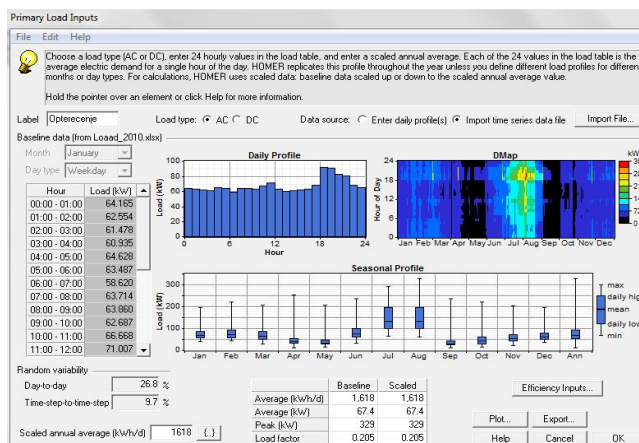
### 3.1.1. Stanje u 2011.godini-Homer

Scenariji je također proračunat i u računalnom programu „Homer“ radi dobivanja financijske slike kao i kontrole dobivenih podataka. Budući u programu ne postoji mogućnost postavljanja solarnih toplinskih kolektora analizirana je samo potrošnja i dobava električne energije. Tako se analizira instalacija solarnih fotonaponskih panela ukupne snage 15,45 kW. Postupak proračuna u „Homeru“ počinje na način da se najprije uključuju pojedini elementi elektroenergetskog sustava koji su bitni za određenu situaciju kao što je prikazano na sljedećoj slici. Vidljivo je da su značajni elementi u ovom slučaju solarni fotonaponski paneli te inverter koji omogućuje spajanje solarnih fotonaponskih panela na mrežu koja osigurava dobavu. Navedene elemente sustava potrebno je i detaljno definirati.



**Slika 16. Elementi elektroenergetskog sustava-Homer**

Prilikom definiranja opterećenja uzeto je satno opterećenje koje je korišteno i u „H<sub>2</sub>RES“-u za otok Unije. Na sljedećoj slici prikazan je izgled sučelja za definiranje opterećenja.



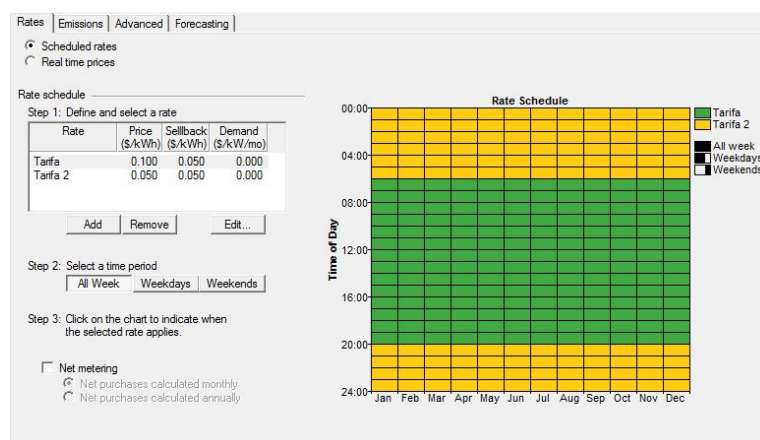
Slika 17. Sučelje za opterećenje-Homer

Nakon opterećenja definirana je mreža koja stoji na raspolaganju, kao što je već prije rečeno na otoku postoji jedna montažna trafostanica nazivne snage 400 kW, otok je sa kopnom spojen jednim podmorskim kabelom. Prilikom definiranja mreže korišteni su podaci sa HEP-ove službene stranice [42] iz koje su izvučene cijene električne energije bez PDV-a za određenu tarifu. Korišteni su podaci za kućanstva niski napon bijeli.

Tablica 21. Tarifni modeli [42]

		Radna energija			Radna snaga	Prekomjerna jalova energija	Naknada za mjernu uslugu i opskrbu	
Kategorija kupaca	Tarifni model	JT (kn/kWh)	VT (kn/kWh)	NT (kn/kWh)	(kn/kW)	(kn/kVarh)	(kn/mj)	
Kućanstvo	Niski napon	Plavi	0,7042	-	-	-	16	
		Bijeli	-	0,7439	0,3769	-	-	16
		Narančasti	0,9224	-	-	-	-	-
		Crni	0,3075	-	-	-	-	5,4

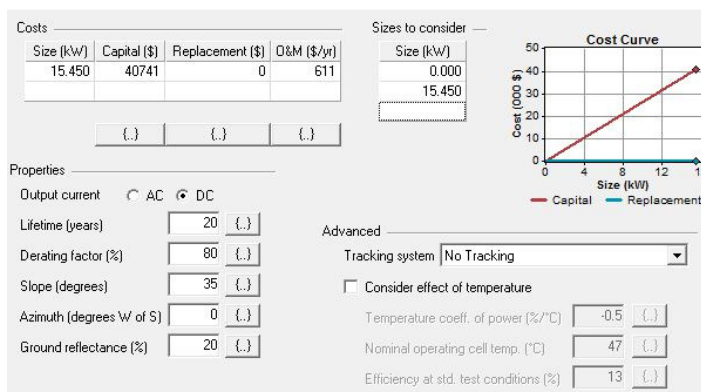
Na Slika 18. prikazan je izgled sučelja za definiranje mreže, vidljivo je da postoje dvije cijene električne energije kao što je i prikazano u prethodnoj tablici za bijeli tarifni model.



Slika 18. Sučelje za definiranje mreže-Homer

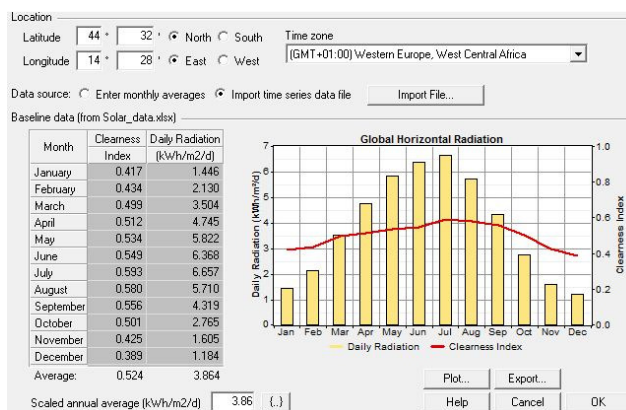
Nakon što je definirano opterećenje i svojstva mreže sljedeći korak je instalacija solarnih fotonaponskih panela određene snage, taj korak provodi se u sučelju za PV. Sučelje zahtijeva Fakultet strojarstva i brodogradnje

poznavanje instalirane snage solarnih fotonaponskih panela kao i određene cijene da bi se dobila zadovoljavajuća financijska slika.



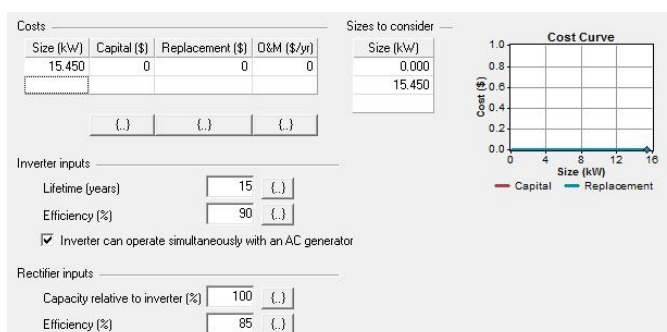
Slika 19. Sučelje za PV-Homer

Solarni fotonaponski paneli proizvode električnu energiju pomoću sunčeva zračenja, dakle potrebno je u program unijeti i podatke o zračenju koji su se koristili i „H2RES“-u.



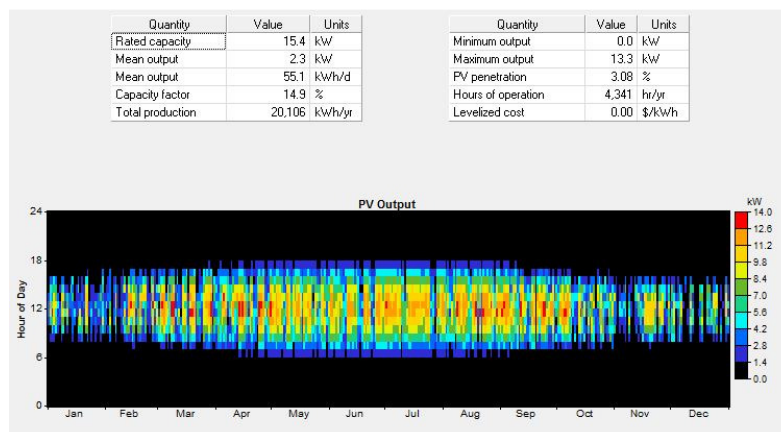
Slika 20. Sučelje za zračenje-Homer

Na samom kraju određivanja ulaznih podataka potrebno je ugraditi inverter koji omogućuje spoj solarnih fotonaponskih panela sa mrežom, inverter pretvara istosmjernu struju dobivenu iz solarnih fotonaponskih panela u izmjeničnu, dakle inverter omogućuje rad sustava. Karakteristike invertera kao i cijene određuju se kao i u prijašnjim koracima u sučelju za inverter.



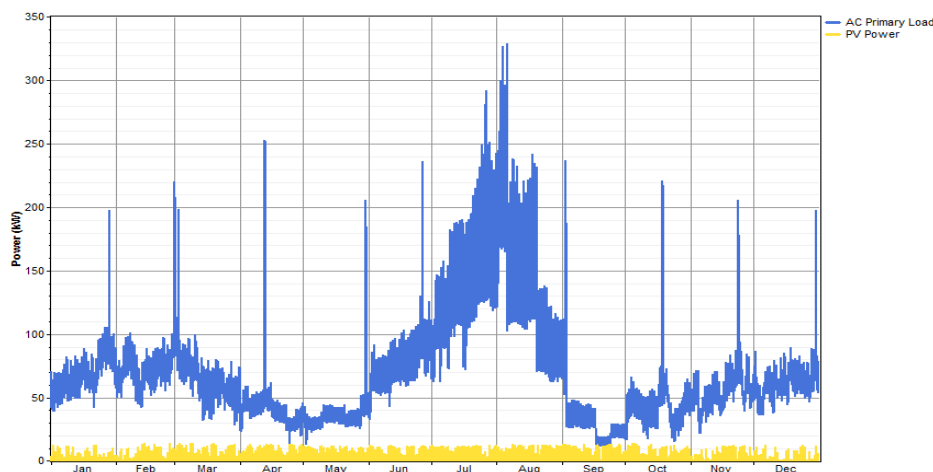
Slika 21. Sučelje za inverter-Homer

Nakon unošenja potrebnih podataka u program moguće je izvršiti proračun. Prve vrijednosti koje su dobivene prilično se dobro poklapaju sa vrijednostima dobivenim u „H2RES“-u.



Slika 22. Dobiveni rezultati za PV-Homer

Na slici 22. prikazano je sučelje za PV u komu se detaljnije prikazuju dobiveni rezultati iz solarnih fotonaponskih panela. Slika 23. prikazuje krivulju satnog opterećenja, isto tako na slici je vidljivo i koliki se dio opterećenja pokriva iz solarnih fotonaponskih panela dok ostatak opterećenja mora biti pokriven iz mreže.



Slika 23. Satno opterećenje-Homer

Kao i u scenariju koji je dobiven u „H2RES“-u 3% električne energije se dobiva iz solarnih fotonaponskih panela dok se ostalih 97% dobiva iz mreže. Cijene instalacije solarnih fotonaponskih panela i invertera prikazane su u tablici 22. Cijena se odnosi na cjelokupni sustav uključujući i ugradnju sustava.



**Tablica 22. Cijena instalacije PV sustava [43]**

2011.	2,63 €/kW
2020.	2,43 €/kW
2030.	1,55 €/kW

Na kraju se dobivaju i godišnji troškovi sustava kao što je prikazano u slijedećoj tablici.

**Tablica 23. Ukupni troškovi scenarija-2011 (PTV,PV,EE)**

<i>Komponenta</i>	<i>Ukupni investicijski trošak, €</i>	<i>Ukupni trošak održavanja, €</i>	<i>Ukupni trošak, €</i>
Solarni fotonaponski paneli	40745	6009	46754

Dakle ukupni diskontirani trošak ovog scenarija bio bi oko 46754 €, gdje se najveći dio novca troši na investiranje u solarne fotonaponske sustave. Ukupna investicija za instalaciju solarnih fotonaponskih panela iznosi 40745 €, u ovu cijenu uračunata je i instalacija invertera. Dok ukupni diskontirani troškovi održavanja solarnih fotonaponskih panela te invertera iznose 6009 €. Budući su poznati svi potrebni podaci može se i izračunati proizvodna cijena električne energije. Diskontna stopa je uzeta 8% dok je životni vijek 20 godina, ova dva podatka uzimaju se i u ostalim scenarijima. Dobivena proizvodna cijena električne energije iznosi 0,24 €/kWh. U tablici 21. prikazane su cijene električne energije u Hrvatskoj, dakle vidljivo je da je dobivena proizvodna cijena od 0,24 €/kWh još uvijek iznad tih cijena ali radi toga se mogu iskoristiti poticajne naknade tzv. “feed in“ tarife koje su navedene u tablici 45.

### **3.2. Stanje u 2020. godini**

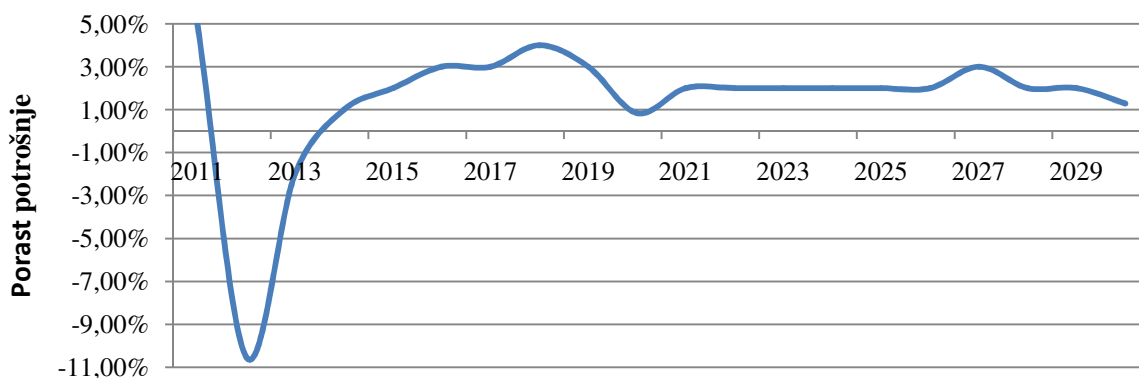
U ovom scenariju će se uzeti u obzir veći instalirani kapaciteti solarnih toplinskih kolektora i fotonaponskih panela kao i provedba energetske efikasnosti na otoku. Do 2020. godine na otoku bi se trebalo postaviti znatno više solarnih toplinskih kolektora i solarnih fotonaponskih panela koji bi trebali povećati udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije. Uzeto je da će 2020. godine gotovo svi objekti čiji vlasnici stalno borave na otoku biti prekriveni sa solarnim toplinskim kolektorima i fotonaponskim panelima, uzet je i neznatan broj kuća čiji vlasnici dolaze samo vikendima, ali su na njih postavljeni samo solarni paneli jer bi se kod kolektora javio problem pregrijavanja. Također bi se i provodile neke od mjera energetske efikasnosti, tu se najprije misli na zamjenu starih potrošača novima energetski efikasnijima. Budući je javna rasvjeta najveći potrošač električne energije jedan od prvih koraka bio bi zamjena starih rasvjetnih tijela novima. Na otoku postoji 49 svjetiljki javne rasvjete gdje se pretpostavlja da je prosječna snaga svake oko 200 W što javnu rasvjetu čini

daleko najvećim potrošačem električne energije na otoku (48125 kWh u periodu od godinu dana), te žarulje mogle bi se zamijeniti sa znatno efikasnijom LED uličnom rasvjetom gdje bi snaga pojedine žarulje bila 56 W [44]. Može se provesti proračun za LED rasvjetu, pa se dobiva godišnja potrošnja od oko 10866 kWh, što je za oko četiri puta manje od trenutne potrošnje javne rasvjete, dakle moguće uštede su jako velike.



Slika 24. LED javna rasvjeta [44]

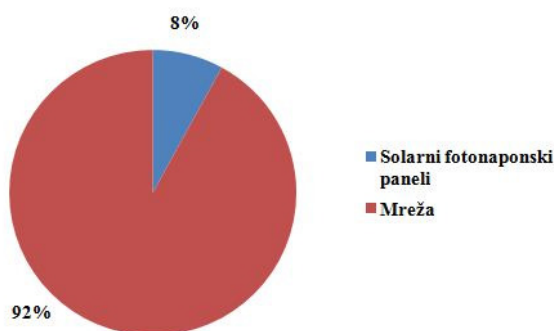
Ostale mjere koje bi se provodile bile bi postavljanje nove stolarije na prozore i vrata, promicanje svijesti o uštedi energije na otoku (gašenje svjetla kada ono nije potrebno, gašenje kućanskih uređaja i dr.)



Dijagram 50. Porast potrošnje električne energije

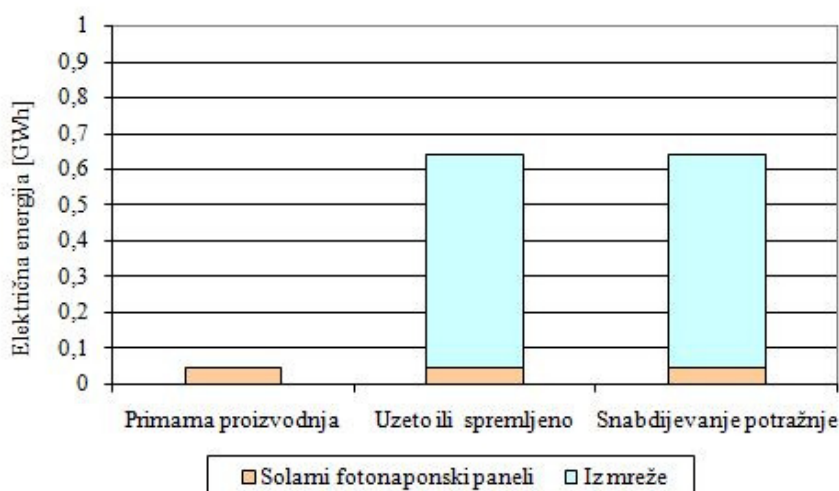
Dijagram 50. prikazuje pretpostavljenu krivulju promjene potrošnje električne energije u periodu od 20 godina. Pretpostavljeno je da između 2011. i 2012. godine na otoku dolazi do naglog pada potrošnje jer bi se provodile prije navedene mjere zamjene rasvjetnih tijela i kućanskih uređaja. Potrebno je naglasiti da je kod određivanja stope porasta potrošnje električne energije u obzir uzet i prelazak sa grijanja tople vode električnom energijom na toplinsku energiju iz Sunca što vodi prema smanjenju potrošnje električne energije. Nakon što bi se provele sve mjere energetske efikasnosti potrošnja električne energije bi se ustalila iako bi tada krenuo lagani porast potrošnje zbog novih ljudi koji bi trebali doći na otok kako je

najavljeno. Takvom pretpostavkom dobiva se potrošnja električne energije u 2020. godini od 641,937 MWh. Pretpostavljeno je da potrošnja toplinske energije za PTV za stanovnike koji stalno borave na otoku raste 2% godišnje do 2020. godine što odgovara jednoj novoj obitelji na otoku svake godine. Tako se dobiva potrebna energija za PTV u 2020. godini od 57428 kWh za stanovnike obuhvaćene anketom. Nakon svih pretpostavki vezanih za promjenu opterećenja do 2020. godine izvršen je proračun u programu H<sub>2</sub>RES. Uzeto je da će na krovovima biti instalirano 41,25 m<sup>2</sup> solarnih kolektora što je ekvivalentno snazi od 33 kW, dok je ukupna površina solarnih panela 285 m<sup>2</sup> što je ekvivalentno snazi od 42,75 kW. Isto tako uzeto je da će na otoku biti instalirani toplinski spremnici ukupnog kapaciteta 2 m<sup>3</sup> (uzima se da na 1m<sup>2</sup> solarnih toplinskih kolektora dolazi oko 50 litara toplinskog spremnika [41]) u koji će se spremati toplinska energija kada je potrošnja mala a sunčevo zračenje veliko. Dobiveni su sljedeći rezultati, solarni fotonaponski paneli proizveli su 49898 kWh električne energije, što je 8% potreba za električnom energijom cijelog otoka.



**Dijagram 51. Udio u dobavi električne energije (2020.)**

Dijagram 51. prikazuje udio električne energije dobiven iz solarnih panela u ukupnoj potrošnji električne energije.



03/2020 2.2.

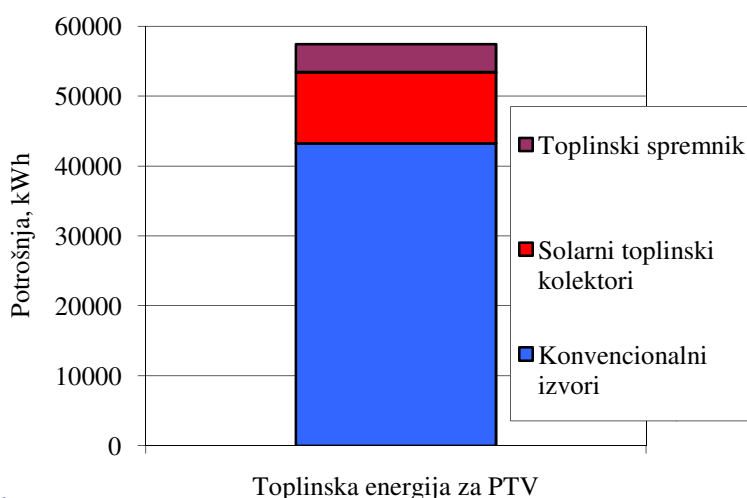
**Dijagram 52. Dobava električne energije (2020.)**

Na dijagramu 52. se vidi da udio električne energije dobivene iz solarnih panela ima veći udio u potrošnji električne energije na otoku nego li je u 2011. godini.



**Dijagram 53. Raspodjela proizvodnje toplinske energije za PTV(2020.)**

Dijagram 53. prikazuje raspodjelu proizvodnje toplinske energije za PTV, vidljivo je da se 75% ili 43239 kWh toplinske energije dobiva iz električnih bojlera, dok se 25% ili 14188 kWh toplinske energije dobiva iz solarnih toplinskih kolektora i toplinskog spremnika koji je za pripremu tople vode dao 3991 kWh toplinske energije. Dakle 2020. godine se ukupno 25% toplinske energije za PTV dobiva iz obnovljivih izvora energije.



**Dijagram 54. Dobava toplinske energije za PTV(2020.)**

Na dijagramu 53. se jasno vidi da toplinska energija dobivena od Sunca ima znatno veći udio u dobivanju energije za PTV nego li je to bio slučaj u 2011. godini. Budući je i volumen toplinskih spremnika povećan tako je i udio toplinskih spremnika u dobivanju toplinske energije za PTV porastao.

### 3.2.1. Stanje u 2020.godini-Homer

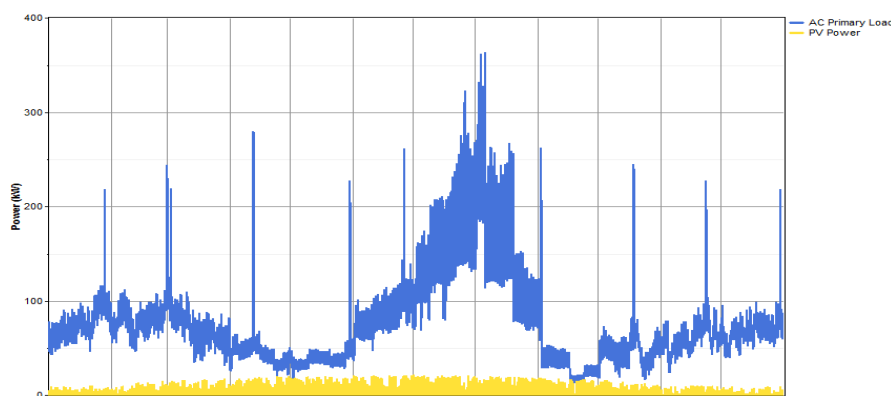
Kao što je i u prethodnom dijelu scenarija 2011. godina bila proračunata u „Homeru“ tako će i 2020. godina biti proračunata u „Homeru“. Ovdje je unešeno novo opterećenje za 2020. godinu koje je dobiveno nakon određenih mjera energetske efikasnosti i povećanja opterećenja u periodu od 10 godina kao što je u prethodnom dijelu teksta bilo riječi.

Nakon što je proveden proračun dobiveni su rezultati koji se približno poklapaju sa rezultatima dobivenim u „H<sub>2</sub>RES“-u. Cijene solarnih fotonaponskih sustava i ostalih tehnologija uzete su prema tablici 24.

**Tablica 24. Raspodjela dobave električne energije 2020.-Homer**

	Dobava električne energije, kWh/god	%
Solarni fotonaponski paneli	48184	7
Mreža	610163	93
Ukupno	658347	100

Prethodna tablica pokazuje da je 48184 kWh električne energije dobiveno iz solarnih fotonaponskih panela što približno odgovara rezultatima dobivenim u „H<sub>2</sub>RES“-u. Na sljedećoj slici prikazana je krivulja satnog opterećenja sa dijelom opterećenja koje pokrivaju solarni fotonaponski paneli. Vidljivo je da je udio solarnih fotonaponski panela u pokrivanju opterećenja povećan u odnosu na 2011. godinu. Također je vidljivo da je maksimalno opterećenje naraslo sa 320 kW na 375 kW što je još uvijek zadovoljeno postojećom trafostanicom.



**Slika 25. Satno opterećenje 2020.-Homer**

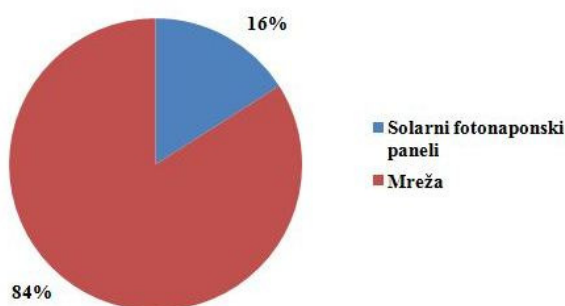
**Tablica 25. Ukupni trošak scenarija-2020. (PTV,PV,EE)**

Komponenta	Ukupni investicijski trošak, €	Ukupni trošak održavanja, €	Ukupni trošak, €
Solarni fotonaponski paneli	66339	9769	76108

Ukupna instalirana snaga solarnih fotonaponskih panela u 2020. godini je 42,75 kW što znači da će u razdoblju između 2011. godine i 2020. godine biti instalirano 27,3 kW novih solarnih fotonaponskih panela. Tako je trošak instalacije novih solarnih fotonaponskih panela te invertera 76108 €, dok ukupna sadašnja vrijednost troškova održavanja iznose 9769 €. Kao i u prethodnom scenariju izračunata je cijena proizvedene električne energije iz novo instaliranih kapaciteta koja iznosi 0,25 €/kWh.

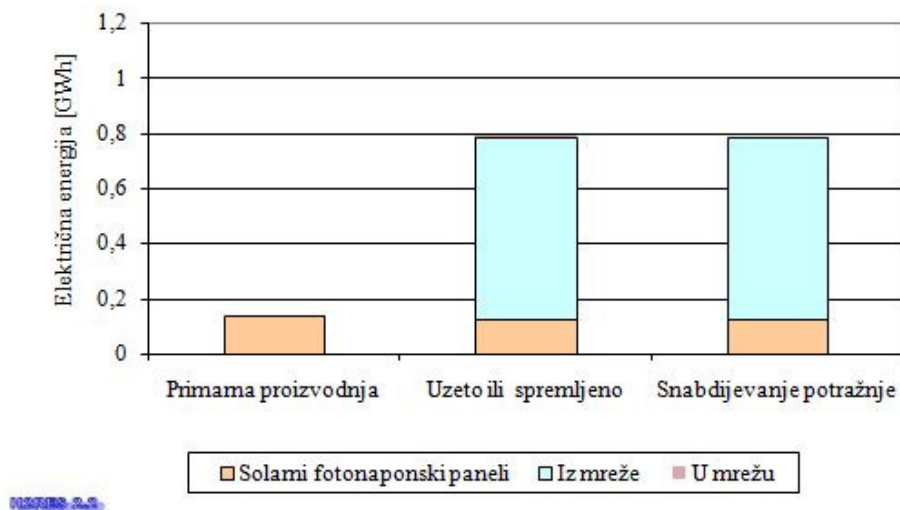
### 3.3. Stanje u 2030. godini

Daljnji razvoj scenarija odnosi se na 2030. godinu, pretpostavljen je lagani porast potrošnje električne energije na otoku uzrokovan porastom životnog standarda i povećanim brojem turista, isto tako uzeto je u obzir i da će se na otok prema planovima Krčke biskupije početi doseljavati mlade obitelji. Pretpostavlja se da će u 2030. godini na gotovo svim kućama koje su bile obuhvaćene anketom biti instalirani solarni toplinski kolektori i solarni fotonaponski paneli, osim na kućama koje su popunjene sezonski, na njima će biti instalirani samo solarni fotonaponski paneli. Dakle 2030. godine biti će instalirano ukupno 725 m<sup>2</sup> solarnih panela što je ekvivalentno snazi od 108,75 kW električne energije, ukupna instalirana površina solarnih kolektora je 50 m<sup>2</sup> (uzimajući podatak da na pojedinu osobu ide oko 1,5 m<sup>2</sup> solarnih toplinskih kolektora te bez ugradnje solarnih toplinskih kolektora na kuće vikendaša) što je ekvivalentno toplinskoj snazi od 40 kW. Također postoje i toplinski spremnici ukupnog volumena 3 m<sup>3</sup> kao što je u prijašnjem tekstu bilo riječi.



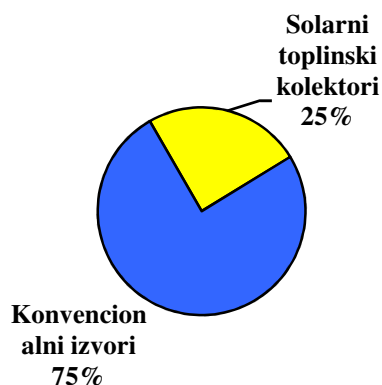
**Dijagram 55. Udio u dobavi električne energije (2030.)**

Dijagram 55. prikazuje raspodjelu dobave električne energije u 2030. godini, iz slike se jasno vidi da se iz solarnih panela pokriva oko 16% potreba za električnom energijom otočana ili 126,053 MWh, od ukupno potrošenih 784,512 MWh električne energije, dakle iz mreže se dobiva 658,435 MWh električne energije.



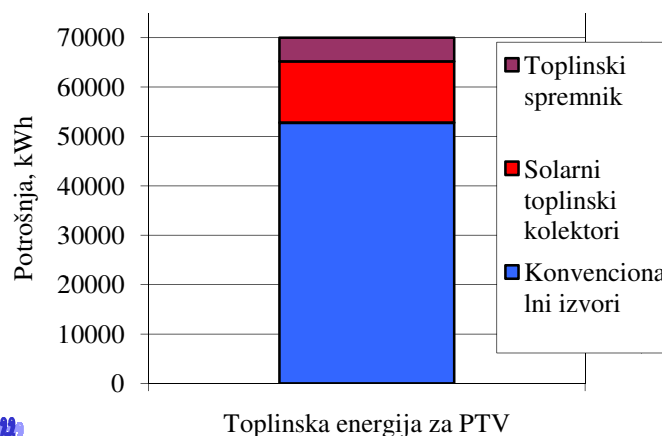
**Dijagram 56. Dobava električne energije (2030.)**

Dijagram 56. prikazuje udio električne energije dobivene iz solarnih panela u ukupnoj potrošnji električne energije.



**Dijagram 57. Raspodjela proizvodnje toplinske energije za PTV (2030.)**

Na dijagramu 57. je prikazana podjela prema kojoj se vidi iz kojih izvora se dobiva toplinska energija za PTV. Vidljivo je da je promjena zanemariva s obzirom na 2020. godinu, to je i logično jer su se solarni kolektori postavljali samo na nekoliko kuća budući u ostalim kućama ljudi borave sezonski pa bi se kolektori mogli pregrijati, iako će se u 2030. taj problem vjerojatno riješiti automatikom ili korištenjem sustava u kojem se mediji može prazniti ili na drugi način regulirati temperaturu kada se ne koristi.



**Dijagram 58. Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030.)**

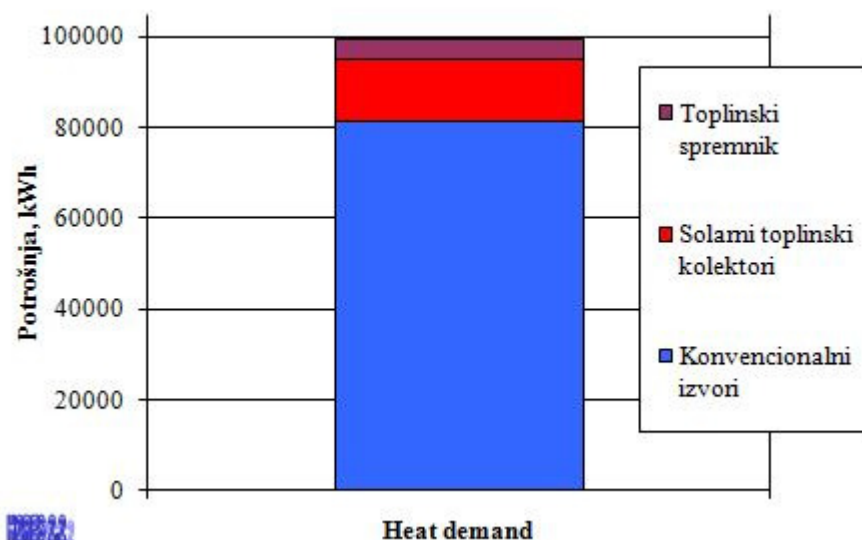
Dijagram 58. prikazuje udio pojedinog izvora u ukupnoj dobavi toplinske energije za PTV i dalje su najzastupljeniji električni bojleri kao konvencionalni izvori energije, zatim slijede solarni kolektori te toplinski spremnik.

Rezultati su sljedeći

- Toplinska energija dobivena iz električnih bojlera : 52795 kWh
- Toplinska energija dobivena iz solarnih kolektora: 12388 kWh
- Toplinska energija dobivena iz toplinskog spremnika: 4822 kWh
- Ukupna potrebna toplinska energija za PTV: 70005 kWh

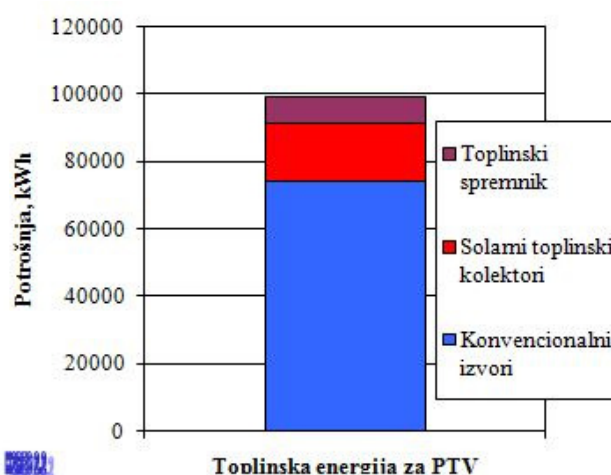
Budući se u svim scenarijima prilikom određivanja toplinskog opterećenja za PTV u obzir uzimaju samo ona kućanstva koja su obuhvaćena anketom ovdje će biti pokazano opterećenje za cijeli otok radi usporedbe potrebe za toplinskom energijom. Kao što je i u prethodnom dijelu rada bilo riječi proračun toplinskog opterećenja za cijeli otok rađen je na sličan način kao i proračun satnog opterećenja električne energije, dakle postojeće opterećenje je modificirano sa određenim koeficijentima koji uzimaju u obzir dolaske turista na otok koji time uzrokuju porast potrošnje toplinske energije za PTV u ljetnim mjesecima. Tako se dolazi do toplinskog opterećenja od 67 MWh u 2010. godini za cijeli otok u odnosu na 47 MWh koji se odnose na anketirana kućanstva, dakle može se reći da turisti uzrokuju porast potrošnje toplinske energije za PTV za oko 50% na godišnjoj bazi. Sada se može pokazati kako bi izgledala raspodjela dobave toplinske energije u 2030. godina sa opterećenjem za cijeli otok. Sljedeći dijagram pokazuje raspodjelu dobave toplinske energije za PTV u 2030. godini za cijeli otok. Vidljivo je da je ukupna potreba za toplinskom energijom 99,58 MWh što je za oko 30 MWh više nego za kućanstva koja su obuhvaćena anketom.





**Dijagram 59. Dobava toplinske energije 2030. cijeli otok**

Pri proračunu stanja u obzir su uzeti samo instalirani kapaciteti na kućama osoba koje su obuhvaćene anketom. Vidljivo je da se na račun toga smanjio udio obnovljivih izvora energije u dobavi toplinske energije za PTV, udio OIE je sa 25% smanjen na 18% jer se opterećenje povećalo a kapaciteti su ostali nepromijenjeni. Zanimljivo je proračunati koliko je potrebno instalirati dodatnih kapaciteta na svim ostalim kućama na otoku da bi se ostvario udio OIE od 25%. Nakon provedenog proračuna dobiva se instalirana snaga solarnih toplinskih kolektora od 56 kW te kapacitet toplinskog spremnika od 5 m<sup>3</sup>, dakle da bi se na cijelom otoku ostvario udio od 25% OIE u dobavi toplinske energije za PTV potrebno je na instalirane kapacitete dodati 16 kW solarnih toplinskih kolektora te povećati kapacitete solarnih spremnika za 2 m<sup>3</sup>. Raspodjela dobave pokazana je na sljedećem dijagramu.



**Dijagram 60. Dobava toplinske energije 2030. cijeli otok-25%**

### 3.3.1. Stanje u 2030. godini-Homer

U 2030. godini instalira se novih 66 kW solarnih fotonaponskih panela čime se dobiva ukupna instalirana snaga solarnih fotonaponskih panela od 108,75 kW.

**Tablica 26. Ukupni trošak scenarija-2030. (PTV,PV,EE)**

<i>Komponenta</i>	<i>Ukupni investicijski trošak, €</i>	<i>Ukupni trošak održavanja, €</i>	<i>Ukupni trošak, €</i>
Solarni fotonaponski paneli	102300	15071	117371

Dakle vidljivo je da je diskontirani trošak 117371 €, gdje najveći dio odlazi na instalaciju novih 66 kW solarnih fotonaponskih panela, te instalaciju dodatnih invertera. Ostatak troškova odnosi se na održavanje novoinstaliranih kapaciteta. Proizvodna cijena električne energije za novoinstalirane kapacitete iznosi 0,14 €/kWh. Ova cijena električne energije pokazuje da će u 2030. godini proizvodnja iz solarnih fotonaponskih panela biti kompetitivna jer će do tada cijena električne energije u Republici Hrvatskoj sigurno porasti sa 10 c€/kWh na veću cijenu koja će vrlo vjerovatno biti veća od 14 c€.

U Homeru su analizirane mogućnosti postavljanja solarnih fotonaponskih panela na krovove kuća. Tablica 27. prikazuje koliko se električne energije dobije iz solarnih fotonaponskih panela pod optimalnim kutem ovisno o njihovoj orijentaciji na krovovima kuća. Prema anketi su dobivena odstupanja krovova od juga, 40° u smjeru jugoistoka te odstupanje u smjeru jugozapada od 49°.

**Tablica 27. Proizvodnja električne energije ovisno o orijentaciji panela**

Azimut	-40°	0°	49°
Scenariji 2011.	19104 kWh	20106 kWh	18696 kWh
Scenariji 2020.	52612 kWh	55634 kWh	57133 kWh
Scenariji 2030.	133838 kWh	141526 kWh	131600 kWh

Tablica 27. potvrđuje podatak koji je već ranije u tekstu spomenut da bi za točnije podatke o zračenju bilo potrebno izvršiti mjerenja na samom otoku jer utjecaj zasjenjenja i položaj panela može imati jako velik utjecaj na proizvodnju električne energije. Radi toga su u ovom radu gotovo svi scenariji rađeni sa zračenjem na horizontalnu površinu, radi sigurnosti, naime na taj način se dobivaju vrijednosti koje bi svakako trebale biti postignute sa instalacijom panela neovisno o azimutu.

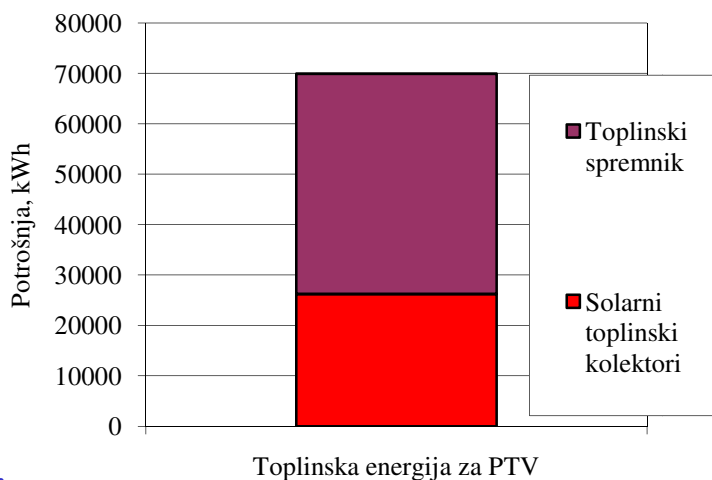
### 3.3.2. 100% obnovljiv otok u 2030. godini

Ovim scenarijem obuhvaća se i mogućnost da otok 2030. bude 100% obnovljiv, tj. da će sve svoje potrebe za energijom zadovoljavati iz obnovljivih izvora energije koji je u ovom

slučaju Sunce. Da bi se potrošnja toplinske i električne energije mogla potpuno pokriti sa obnovljivim izvorima energije potrebno je značajno povećati instalirane kapacitete solarnih toplinskih kolektora, solarnih fotonaponskih panela te toplinskih spremnika na otoku. Već je prije rečeno da bi prema ovom scenariju u 2030. godini potrošnja toplinske energije svih anketiranih otočana za PTV trebala iznositi 70005 kWh. Budući je u prethodnom dijelu teksta pokazano da se 25% toplinske energije za pripremu tople vode dobiva Sunčevim zračenjem, ovaj dio scenarija pokušati će ispuniti značajno teži zadatak od 100% toplinske energije za pripremu tople vode. Nakon provedenog proračuna dobiveni su sljedeći podaci:

- Ukupna potrebna toplinska energija za PTV: 70005 kWh
- Instalirani kapacitet solarnih toplinskih kolektora: 240 m<sup>2</sup>(192 kW)
- Instalirani kapacitet solarnih spremnika:45 m<sup>3</sup>
- Toplinska energija dobivena iz Sunca: 70004,67 kWh

Dakle vidljivo je da se sva potrebna toplinska energija PTV dobiva iz Sunca kao obnovljivog izvora energije. Potrebno je naglasiti da je proračun informativnog karaktera, naime na otoku postoji 292 objekta od kojih se 250 koristi (imaju brojila električne energije) dok su u proračunu za PTV uzeti u obzir samo oni ljudi koji na otoku borave konstantno.



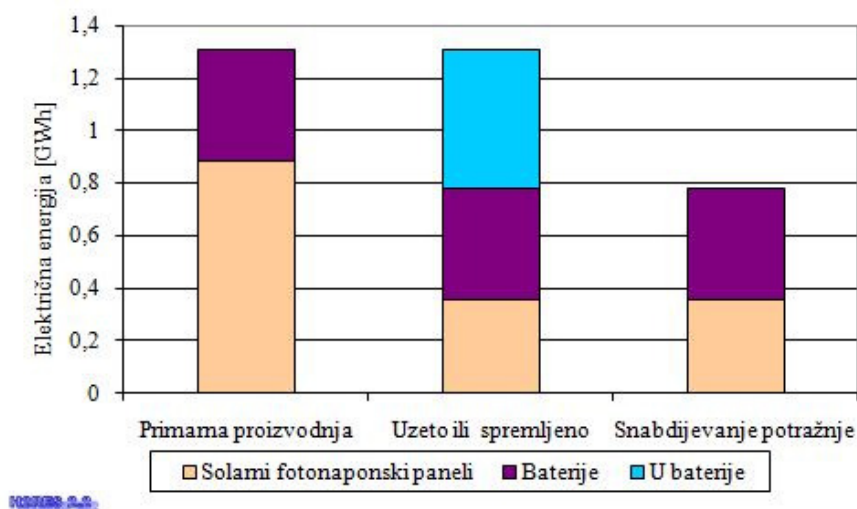
**Dijagram 61. Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030.100%)**

Dijagram 61. pokazuje načine dobivanja toplinske energije za pripremu tople vode kada se 100% toplinske energije za PTV dobiva iz Sunca, tako se iz solarnih toplinskih kolektora dobiva 26286 kWh toplinske energije ili 37,55%, dok se ostalih 62,45% ili 43719 kWh dobiva iz toplinskih spremnika. Nakon zadovoljavanja potreba za toplinskom energijom za PTV vršeno je na zadovoljavanje potreba za električnom energijom. Nakon provedenog proračuna dobiveni su sljedeći rezultati:

- Ukupna potrebna električna energija: 784,612 MWh
- Instalirana površina PV panela: 20000 m<sup>2</sup> (3000 kW)

- Instalirani kapacitet baterija za skladištenje električne energije: 5000 kWh

Na taj način dobivena je električna energija iz Sunca, tj. sva električna energija koja se na otoku troši dobivena je od Sunčeva zračenja. Kao što se na dijagramu 62. vidi iz solarnih PV panela se direktno dobiva 883910 kWh električne energije od čega se 361110 kWh odmah može koristiti na otoku a 522800 kWh električne energije se skladišti u baterije, iz baterija sedobiva 423374 kWh električne energije. Potrebno je također naglasiti da je moguće električnu energiju i prodavati, tj. kada se proizvodi više električne energije nego li se troši moguće je taj višak prodavati u mrežu po povlaštenoj cijeni, na taj način mreža može služiti kao spremnik električne energije, ali se energija prodaje po skupljoj cijeni nego što se kupuje, dakle mreža može osigurati siguran profit.



Dijagram 62. Električna energija (2030. 100%)

### 3.3.3. 100% obnovljiv otok u 2030. godini-Homer

Ovaj scenariji je posebno zanimljivo financijski analizirati jer će se na taj način odrediti cijena 100% obnovljivog otoka što se tiče električne energije na otoku. Da bi se ostvario 100% obnovljiv otok potrebno je ugraditi i baterije koje će se koristiti za skladištenje električne energije.



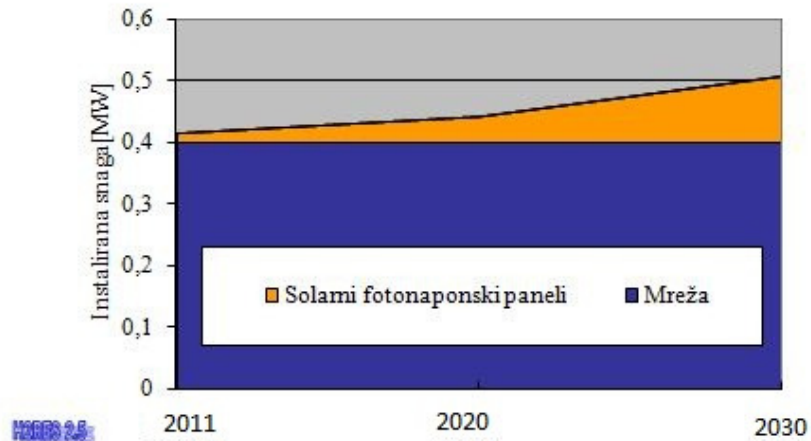
Slika 26. Baterije za skladištenje električne energije [45]

Na prethodnoj slici prikazan je izgled baterija koje se koriste u računalnom programu za skladištenje električne energije, korištene su „Hoppecke 24 OPZS 3000G“ baterije za skladištenje električne energije. Kapacitet jedne baterije je 6 kWh što znači da je potrebno 835 takvih baterija da bi se osigurao već spomenuti potrebni kapacitet baterija od 5000 kWh, uzeto je da je cijena jedne baterije 1000 € [45]. Smatra se da je popunjenost baterija u početku godine 50% te je ista vrijednost postignuta i na kraju godine. Zanimljivo je napomenuti da je težina jedne baterije 170 kg dok su joj dimenzije 215x490x815 mm dakle baterija je manjih dimenzija, za svaku stalno naseljenu kuću je potrebno 10 takvih baterija ili za one koje nisu stalno naseljene 3 takve baterije tako da bi se u svakoj kući trebala osigurati posebna prostorija ili neki drugi sličan prostor za baterije.

Nakon provedenog proračuna dolazi se do zanimljivog rezultata, da bi otok bio 100% obnovljiv što se tiče električne energije potrebno je uložiti 6536752 € što je ukoliko se uzme da na otoku živi 88 stalno naseljenih stanovnika 74281 € po stanovniku, trošak po stanovniku je značajno manji ukoliko se uključe svi ljudi koji borave na otoku tokom godine a ne samo oni koji su stalnonaseljeni. Dakle ukoliko neko kućanstvo na otoku želi svu električnu energiju dobivati iz obnovljivih izvora energije potrebno je investirati oko 75000€. Ukupna investicija za izgradnju potrebnih objekata je 5485000 € dok se na održavanja sustava i objekata troši dodatnih 1051751 € svedeno na sadašnju vrijednost novac. Potrebno je naglasiti da ovdje nisu uzeti svi troškovi u obzir, tako na primjer nije uzet trošak provedbe energetske efikasnosti na otoku tj. zamjena starih uređaja, postavljanje izolacije, nova javna rasvjeta i dr. Na taj način dobiva se proizvodna cijena električne energije od 0,51 €/kWh.

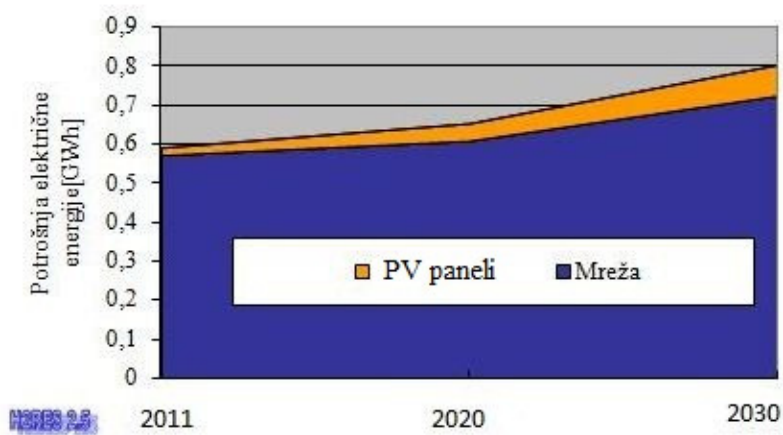
### **3.4. Analiza scenarija**

Ovaj dio pokušati će prikazati kako će se mijenjati situacija na otoku kroz godine sve do 2030. godine. Tako su na dijagramu 63. prikazani instalirani kapaciteti u razdoblju do 2030. godine. Vidi se da će instalirana snaga trafostanice ostati ista dok će se instalirani kapaciteti solarnih fotonaponskih panela povećavati.



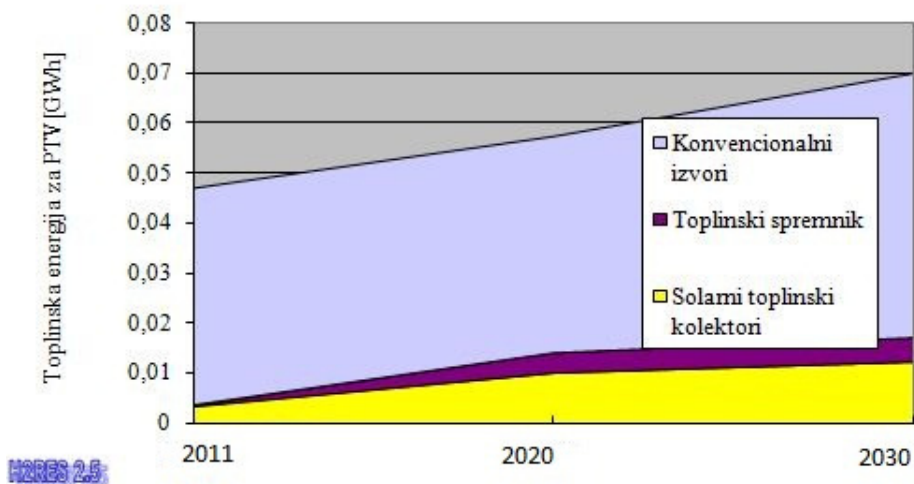
Dijagram 63. Instalirani kapaciteti

Dijagram 64. dobave električne energije, pokazuje da će udio energije dobivene od sunca rasti u ukupnoj potrošnji električne energije.



Dijagram 64. Dobava električne energije

Na dijagramu 65. prikazan je udio toplinske energije dobiven iz solarnih toplinskih kolektora i toplinskih spremnika u ukupnoj potrošnji toplinske energije za pripremu tople vode.



Dijagram 65. Potrošnja toplinske energije za PTV

Sljedeća tablica prikazuje izračunatu proizvodnu cijenu toplinske energije za pripremu tople vode ovog scenarija. Potrebno je naglasiti da je cijena tehnologije i investicije za svaku godinu uzimana prema današnjem stanju na tržištu, isto tako cijene električne energije uzete su bez PDV-a.

**Tablica 28. Proizvodna cijena toplinske energije novoinstaliranih kapaciteta**

	PTV,PV,EE 2011.	PTV,PV,EE 2020.	PTV,PV,EE 2030.
Toplinska energija dobivena iz novoinstaliranih solarnih kolektora , kWh	3549	6648	2191
Toplinska energija dobivena iz novoinstaliranih toplinskih spremnika, kWh	234	3757	831
Ukupno dobivena toplinska energija iz novoinstaliranih kapaciteta, kWh	3783	10405	3022
Izračunata cijena toplinske energije novoinstaliranih sustava, €/kWh	0,11	0,13	0,1

Tablica 28. prikazuje proizvodnu cijenu toplinske energije za novoinstalirane kapacitete u pojedinoj godini. Vidljivo je da se proizvodne cijene kreću negdje između 10 i 13 c€/kWh, već je prije navedeno da je cijena električne energije u nižoj tarifi negdje oko 5 c€/kWh što dovodi do zaključka da se još uvijek isplati puniti električne bojlere po nižoj tarifi. Rečeno je da su proizvodne cijene računane sa sadašnjim cijenama tehnologije, u budućnosti će zasigurno doći do porasta cijene električne energije i smanjenja cijene solarnih toplinskih sustava čime će topla voda dobivena iz solarnih toplinskih kolektora i toplinskih spremnika biti isplativija nego li priprema tople vode električnom energijom. Priprema tople vode je već danas isplativa ukoliko se koriste subvencije koje stoje na raspolaganju u pojedinim županijama pa tako i za otok Unije u Primorskogoranskoj županiji [46].

Zanimljivo je napomenuti da bi proizvodna cijena toplinske energije u ovom scenariju za 100% obnovljiv otok iznosila 0,13 €/kWh.

## 4. SCENARIJI PV OTOK(PV KROVOVI, PV POSTROJENJE, ZELENI HOTEL)

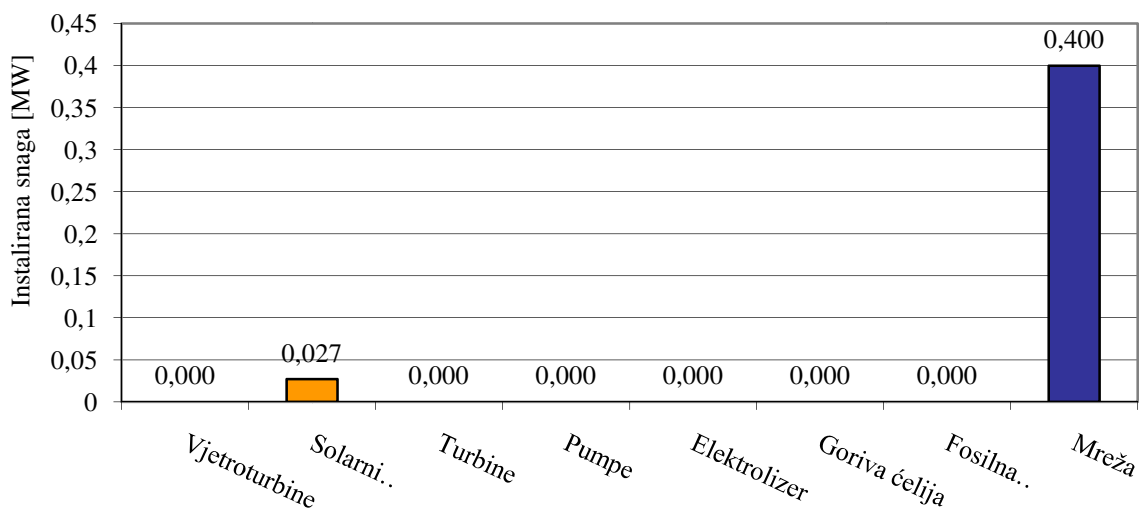
Ovim scenarijem želi se iskoristiti što veći dio sunčeva zračenja za proizvodnju električne energije i toplinske energije za pripremu tople vode. Najprije će nekoliko krovova na otoku biti prekriveno solarnim toplinskim kolektorima i solarnim fotonaponskim panelima, zatim će se u pogon pustiti PV postrojenje od 2 MW te „Zeleni“ hotel koji će značajno povećati potrošnju kako električne tako i toplinske energije za pripremu tople vode na otoku. Kao što je prije i rečeno ovaj scenariji je rađen sa sunčevim zračenjem pod optimalnim kutem.

### 4.1. Stanje u 2011. godini

Bazna godina u ovom kao i u ostalim scenarijima je 2010. godina, budući je proračunata satna potrošnja električne energije i toplinske energije za PTV u toj godini. Ovaj dio scenarija je pokazatelj situacije na otoku uz pretpostavku da je na postojeće stanje, odnosno ono koje je bilo u 2010., instaliran mali broj solarnih fotonaponskih panela i solarnih toplinskih kolektora. Solarni paneli i solarni toplinski kolektori bi se instalirani samo na ona kućanstva gdje stanovnici stalno borave na otoku. Tako bi na otoku bilo instalirano 33 m<sup>2</sup> solarnih kolektora što je ekvivalentno toplinskoj snazi od 26,4 kW te 180 m<sup>2</sup> solarnih fotonaponskih panela što je ekvivalentno električnoj snazi od 27 kW. Efikasnost solarnih panela je 15% dok je konverzijski faktor solarnih toplinskih kolektora 80%, a ukupna učinkovitost 36%, isto tako potrebno je naglasiti da su kolektori i paneli postavljeni na svega četiri kućanstva. Pretpostavljajući da na 1 m<sup>2</sup> solarnih kolektora dolazi i 50 litara toplinskog spremnika uzeti su u obzir i toplinski spremnici ukupnog kapaciteta od 1,65 m<sup>3</sup>. Nakon uvrštavanja potrebnih podataka o opterećenjima i instaliranim kapacitetima u „H<sub>2</sub>RES“ dobiveni su i prvi rezultati:

- Potrošnja električne energije i vršno opterećenje: 590,73 MWh, 320 kW
- Potrošnja toplinske energije: 47,111 MWh

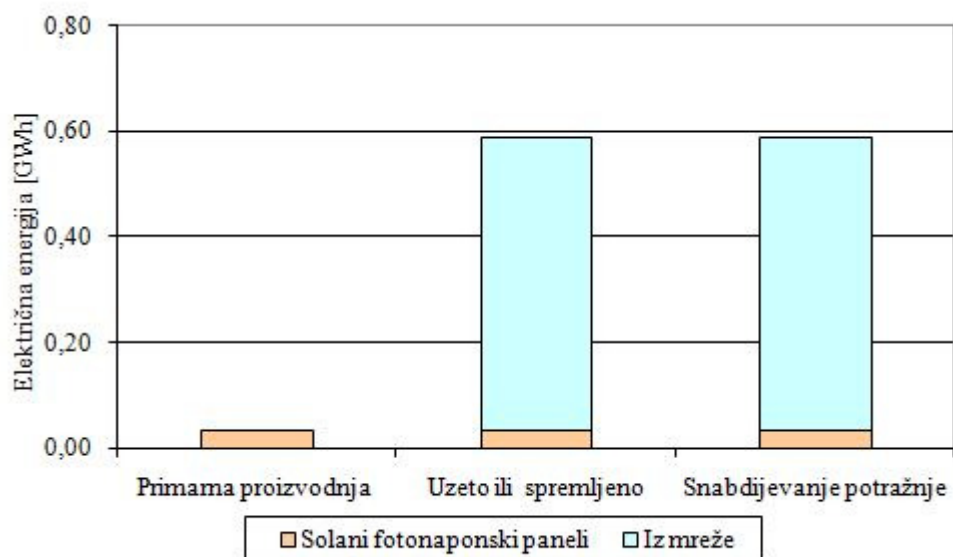




H2RES 2.2

**Dijagram 66. Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2011.)**

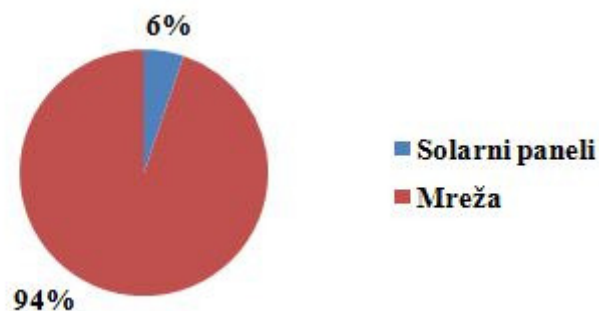
Dijagram 66. prikazuje instalirane kapacitete za proizvodnju električne energije, vidljivo je da je instalirano 27 kW solarnih fotonaponskih panela te postoji trafostanica nazivne snage 400 kW, trafostanica služi da bi se energija dobavljala sa kopna na otok, otok je sa unutrašnjosti povezan jednim podmorskim kabelom.



H2RES 2.2

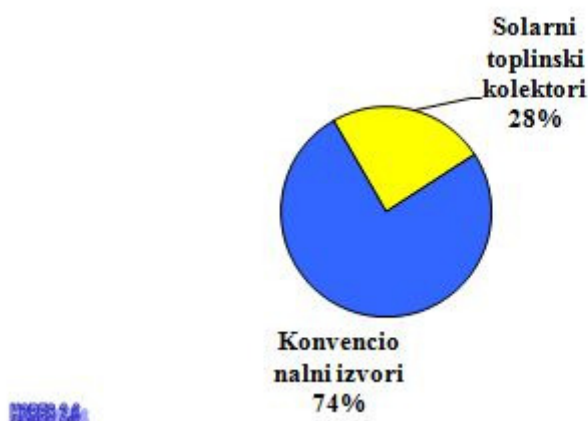
**Dijagram 67. Dobava električne energije 2011.**

Na dijagramu 67. vidljiv je udio potrošnje električne energije dobivene iz solarnih panela u ukupnoj potrošnji električne energije na otoku.



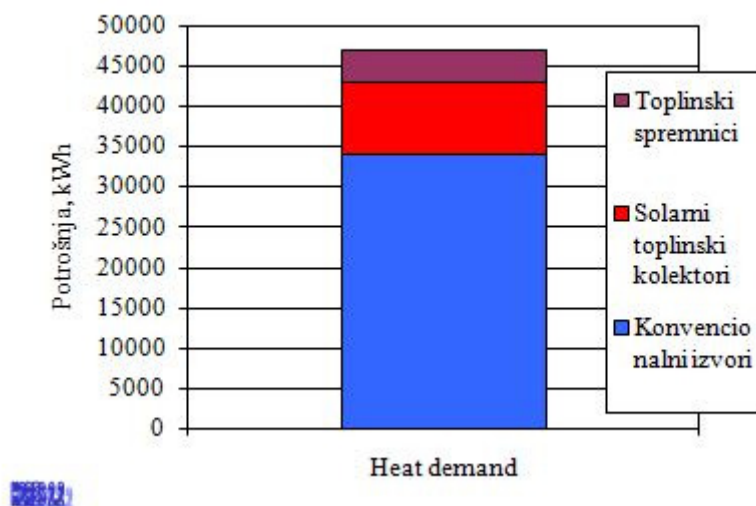
**Dijagram 68. Udio u dobavi električne energije 2011.**

Dijagram 68. prikazuje raspodjelu potrošnje električne energije na otoku, dakle vidljivo je da se iz instaliranih solarnih kolektora proizvodi 5% potreba za električnom energijom ili 34613 kWh električne energije. Na dijagramu 69. prikazan je udio toplinske energije dobivene iz solarnih kolektora za PTV u ukupnoj potrošnji toplinske energije za PTV na otoku.



**Dijagram 69. Toplinska energija za PTV(2011.)**

Dakle, 28% toplinske energije za PTV dobiva se iz solarnih toplinskih kolektora i toplinskog spremnika dok se 74% toplinske energije dobiva iz konvencionalnih izvora energije što su u ovom slučaju električni bojleri. Dijagram 70. prikazuje detaljniju podjelu toplinske energije za PTV.



**Dijagram 70. Podjela potrošnje toplinske energije za PTV(2011.)**

Kao što je rečeno dijagram prikazuje detaljniju podjelu potrošnje toplinske energije, od ukupnih 28% toplinske energije iz sunčeva zračenja, 9% odlazi na toplinski spremnik a 19% na solarne kolektore. Iznos ukupno proizvedene toplinske energije iz solarnih kolektora je 8803 kWh, dok dobivena toplinska energija iz toplinskih spremnika iznosi 4115 kWh, dakle ukupno 12918 kWh te 34193 kWh iz konvencionalnih izvora(električni bojleri).

#### 4.1.1. Stanje u 2011. godini- Homer

Stanje u 2011. godini proračunato je radi dobivanja financijske slike scenarija. Prilikom računanja financijske situacije trebalo je uzeti u obzir instalirane kapacitete solarnih fotonaponskih panela te inverter.

**Tablica 29. Ukupni troškovi scenarija-2011.(PV otok)**

<i>Komponenta</i>	<i>Ukupni investicijski trošak, €</i>	<i>Ukupni trošak održavanja, €</i>	<i>Ukupni trošak, €</i>
Solarni fotonaponski paneli	71199	10476	81675

Vidljivo je da je ukupni diskontirani trošak za instalaciju i održavanje 27 kW solarnih fotonaponskih panela i invertera 81675 € uz godišnju proizvodnju 34613 kWh električne energije te diskontnu stopu 8% i životni vijek 20 godina dobije se cijena proizvedene električne energije sa novoinstaliranim kapacitetima iznosi 0,24 €/kWh.

#### 4.2. Stanje u 2020. godini

Prema nekim planovima smatra se da će do 2020. godine na otoku postojati fotonaponska elektrana od 2 MW. Također će se u obzir uzimati i krovovi prekriveni solarnim kolektorima i panelima kao i sama fotonaponska elektrana.

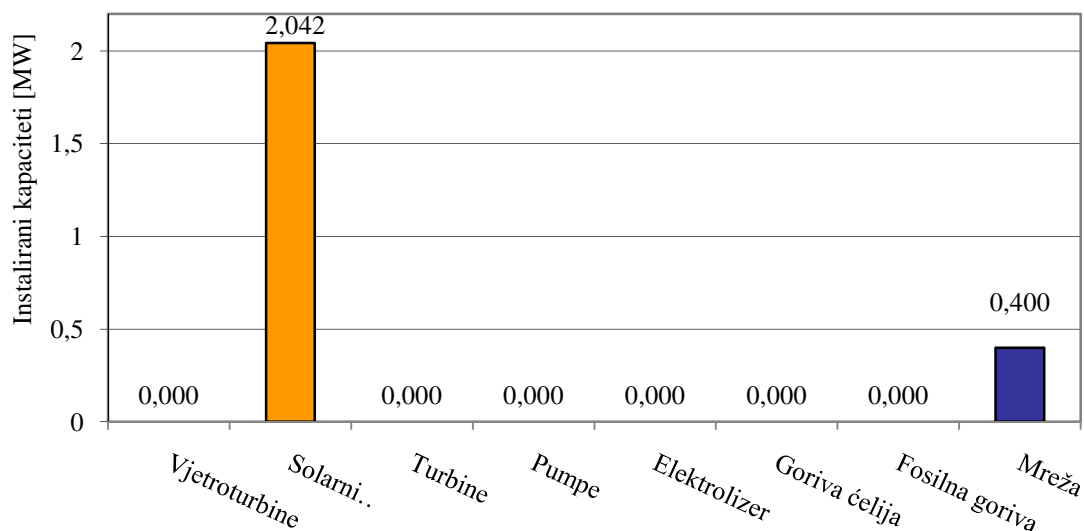


**Slika 27. Primjer PV elektrane u Bugarskoj**

Prilikom planiranja 2020. godine uzeta je stopa porasta potrošnje toplinske energije za PTV od 2%, što će biti utjecaj laganog povećanja broja stanovnika na otoku. Isto tako uzet je u obzir i porast potrošnje električne energije na otoku zbog istog razloga.

- Potrošnja električne energije (2020.):653,3 MWh
- Potrošnja toplinske energije za PTV(2020.):57,43 MWh

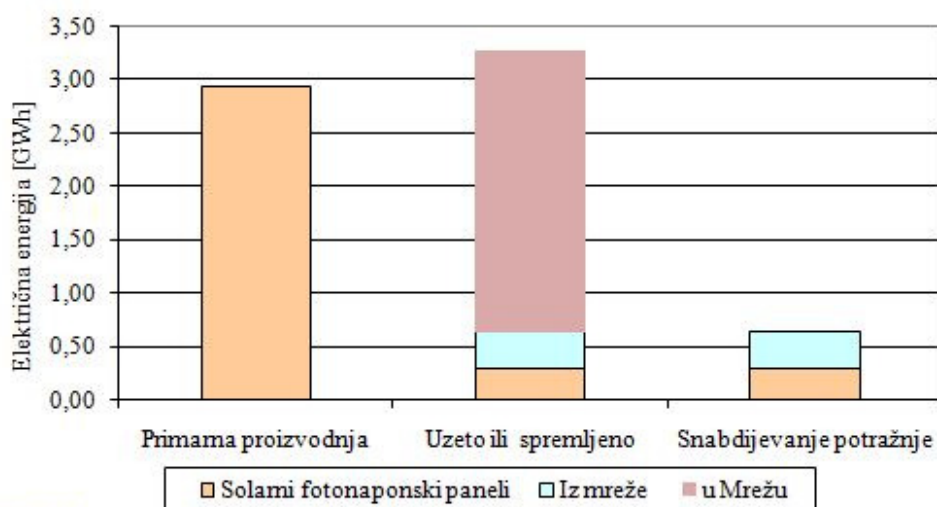
Ukupni porast potrošnje električne energije s obzirom na 2011. godinu je 10,6% dok je porast potrošnje toplinske energije 21,2%. U sustav će ući dodatni solarni toplinski kolektori i fotonaponski paneli na krovovima što će ukupno biti 42 m<sup>2</sup> solarnih toplinskih kolektora ili 33,6 kW toplinske snage te 280 m<sup>2</sup> solarnih fotonaponskih panela ili 42 kW električne snage. Također postoje toplinski spremnici ukupnog kapaciteta 2 m<sup>3</sup>. Potrebno je također napomenuti da solarna elektrana od 2 MW uz prosječnu efikasnost panela zahtijeva površinu zemljišta od minimalno 13 333 m<sup>2</sup> dok ta površina može biti i prilično veća s obzirom na popratnu tehnologiju (jednoosno i dvoosno praćenje kretanja Sunca itd.). Tako je ukupno instalirano sa krovovima i elektranom 13613 m<sup>2</sup> solarnih panela ili 2042 kW. Nakon određivanja polaznih uvjeta krenulo se u proračun i dobiveni su sljedeći rezultati, također je potrebno naglasiti da je proračun rađen bez ograničenja na prihvrat intermitentnih izvora energije, što znači da elektroenergetski sustav svu proizvedenu električnu energiju iz solarnih panela može primiti, za što je potrebno imati dobru regulaciju da bi sustav radio bez poteškoća.



H2RES 2.2

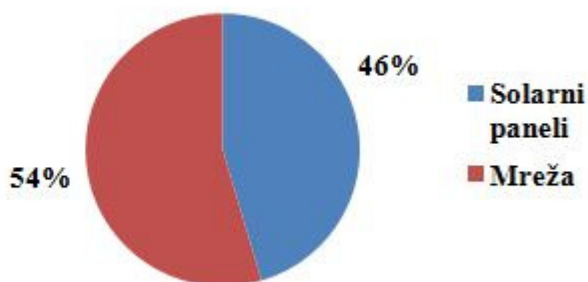
**Dijagram 71. Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2020.)**

Dijagram 71. prikazuje da ukupna instalirana snaga PV panela prilično velika što znači da bi se ukoliko se planira dio električne energije izvoziti na kopno trebali postaviti novi kabeli, trenutni kabeli imaju kapacitet od 10 kV, izgradnjom fotonaponske elektrane mogli bi se pojaviti naponi preko 11 kV za vrijeme godišnjeg maksimuma proizvodnje, potrebno je naglasiti da postoje planovi o postavljanju novih 20 kV kabela [47]. Na dijagramu 72. vidi se raspodjela koliko se električne energije dobije iz kojeg izvora, vidi se da se na otoku proizvede više električne energije pomoću PV postrojenja nego li je to otoku potrebno, no budući je Sunce intermitentan izvor energije nije moguće uvijek pokriti vršna opterećenja, a nekada ima više električne energije nego li je na otoku potrebno pa se taj višak električne energije može spremiti u mrežu i prodavati daljnjim potrošačima kao što je na dijagramu i prikazano. Baterije su također jedno od mogućih rješenja, no ovdje je u obzir uzeta mreža zbog mogućnosti prodaje električne energije.



H2RES 2.2

**Dijagram 72. Dobava električne energije 2020.**



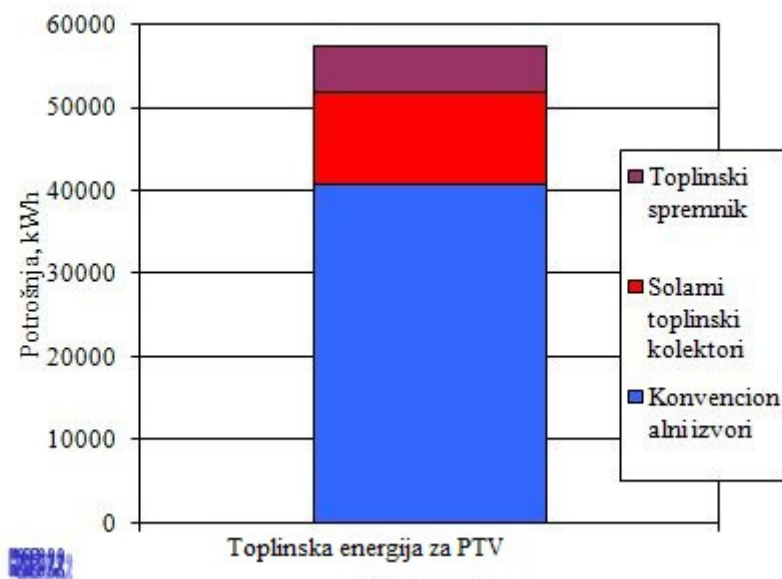
**Dijagram 73. Udio u dobavi električne energije (2020.)**

Dijagram 73. pokazuje da se i dalje većina električne energije dobavlja iz mreže ili 54% što je 347,258 MWh električne energije, a ostalih 46% se dobiva iz Sunca što je 294,679 MWh električne energije, jedini razlog tomu je što je Sunce kao izvor intermitentan pa se mora koristiti električna energija iz mreže. Ukoliko bi se instalirale baterije za skladištenje električne energije, udio električne energije dobivene iz Sunca bi se značajno povećao.



**Dijagram 74. Toplinska energija za PTV (2020.)**

Dijagram 74. pokazuje da je udio toplinske energije dobivene od Sunca za PTV ostao isti kao i u 2011. godini, no ta brojka bila je i očekivana jer je broj novoinstaliranih solarnih kolektora bio mali. Ukupno dobivena toplinska energija iz solarnih kolektora iznosila je 11009 kWh, dok je dobivena toplinska energija iz toplinskih spremnika iznosila 5441 kWh, dakle električni bojleri dobavljaju 40979 kWh toplinske energije za grijanje PTV. Ovo se znatno bolje vidi na dijagramu 75.



Dijagram 75. Podjela potrošnje toplinske energije za PTV (2020.)

#### 4.2.1. Stanje u 2020. godini-Homer

U 2020. instalirana je fotonaponska elektrana snage 2 MW, te je određeni dio solarnih fotonaponskih panela instaliran na ostatak krovova kuća tako da je ukupna instalirana snaga solarnih fotonaponskih panela 2,042 MW, dakle novo instalirano je 2,015 MW. Troškovi instalacije i održavanja iznose:

Tablica 30. Ukupni trošak scenarija-2020. (PV otok)

Komponenta	Ukupni investicijski trošak, €	Ukupni trošak održavanja, €	Ukupni trošak, €
Solarni fotonaponski paneli	4896450	721104	5617553

Ukupni diskontirani trošak instalacije i održavanja novoinstaliranih fotonaponskih panela na otoku u 2020. godini iznosi oko 5617553 €. Ukupno godišnja dobivena električna energija iz solarnih fotonaponskih panela iznosi 2939626 kWh. Uz diskontnu stopu 8% i životni vijek od 20 godina dobiva se cijena proizvedene električne energije iz solarnih fotonaponskih panela od 0,2 €/kWh.

#### 4.3. Stanje u 2030. godini

U 2030. godini će se na stanje iz 2020. godine dodati „zeleni“ hotel uz to će se i ostatak krovova u naselju prekriti solarnim fotonaponskim panelima i toplinskim kolektorima. Potrebno je naglasiti da je na otoku Lošinj rađen sličan projekt na hotelu „Vespera“, taj hotel nije „zeleni“ hotel ali je po zadovoljenju energije za PTV blizu te definicije, tako su na hotel instalirani solarni toplinski kolektori u cilju pokrivanja potreba za PTV sunčevim zračenjem.

Osnovu solarnog sustava hotela čini ukupno 106 solarnih kolektora koji su podijeljeni na tri kolektorska polja pri čemu dva polja imaju 70 kolektora a jedno polje 36 kolektora [48].



Slika 28. Hotel Vespera [48]

Na slici 28. prikazan je izgled hotela „Vespera“, vidljivi su solarni toplinski kolektori na krovu hotela, tablica 30. prikazuje karakteristike instaliranih solarnih toplinskih kolektora na hotel.

Tablica 31. Osnovni tehnički podaci kolektora u solarnom sustavu hotela „Vespra“ [48]

podaci		iznosi
izvedba		pločasti
koeficijenti	apsorpcijski $\alpha$	95%
	emisijski $\varepsilon$	5%
specifični toplinski kapacitet		5,28 kJ/(m <sup>2</sup> K)
površina	bruto	2,5 m <sup>2</sup>
	apsorberska	2,2 m <sup>2</sup>
temperatura mirovanja		215 °C
radni tlak		10 bar
dimenzije	duljina	2356 mm
	širina	1081 mm
	debljina	100 mm
masa		48 kg



Slika 29. Primjer izgleda zelenog hotela

Zeleni hotel u uvali Maračol bi imao 60 soba dok bi se u sklopu hotela nalazila i manja marina. Potrošnja električne energije određena je na temelju tablice 31.



Tablica 32. Potrošnja električne energije po sobi [49]

	Sezonski hoteli					Nesezonski hoteli			
	Broj hotela	Broj hotela	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/sobi	kWh/krevetu	Broj hotela	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/sobi	kWh/krevetu
Dubrovnik 5*-4*	3	1	77,45	5045,18	2522,59	2	125,44	10453,83	5226,91
Dubrovnik 3*	15	11	74,96	3055,66	1544,28	4	113,27	5082,7	2343,49
Dubrovnik 2*	3	3	50,62	2351,76	1175,88	0			
Istra 5*-4*	3	2	127,51	6317,38	3320,6	1	90,99	7285,12	3917,78
Istra 3*	10	10	60,19	2980,78	1539,57	0			
Istra 2*	0	0				0			
Rijeka 5*-4*	4	1	61,34	3627,81	1813,9	3	102,78	7198,21	3819,64
Rijeka 3*	18	5	61,1	2704,44	1359,2	13	54,18	3858,27	2031,4
Rijeka 2*	8	3	41,22	1863,53	875,47	5	50,47	2674,3	1352,75
Split 5*-4*	0	0							
Split 3*	15	12	65,01	3859,68	1943,87	3	96,64	6732,16	3166,82
Split 2*	7	6	44,11	1898,56	950,1	1	45,88	1101,2	550,6

S obzirom na podatke u tablici uzeto je da je hotel koji se gradi na otoku Unije sezonski te da ima potrošnju električne energije po sobi od 5000 kWh/sobi što znači povećanje od 300 MWh električne energije za cijeli otok na godišnjoj razini. Hotel nosi ime „zeleni“ hotel jer sam pokriva svoje potrebe za energijom iz obnovljivih izvora energije što znači da hotel ima instalirane kapacitete dovoljne za pokrivanje svoje potrošnje. Već prije je naveden primjer hotela „Vespera“ koji ne spada u kategoriju „zeleni“ hotel ali je napravljen prvi korak prema ostvarenju 100% održivosti hotela, naravno da je potrebno napraviti značajne pothvate na hotelu kako građevinske tako i energetske da bi se mogao zvati „Zeleni“ hotel [48]. Koncept „zelenog“ hotela opisan je i u prethodnim poglavljima (Mogući projekti). Karakteristika ovih hotela je da su energetske efikasni jer time smanjuju potrebu za energijom te tako omogućuju pokrivanje svih svojih potreba sa obnovljivim izvorima energije [50].

Tablica 33. Potrošnja tople vode po sobi [49]

	Sezonski hoteli					Nesezonski hoteli			
	Broj hotela	Broj hotela	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sobi	m <sup>3</sup> /krevetu	Broj hotela	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /sobi	m <sup>3</sup> /krevetu
Dubrovnik 5*-4*	2	1	1,73	112,58	56,29	1	0,99	129,6	64,8
Dubrovnik 3*	16	12	2,53	102,87	51,53	4	2,7	121,77	56,67
Dubrovnik 2*	3	3	2,45	106,3	53,15	0			
Istra 5*-4*	3	2	2,03	181,1	91,33	1	4,09	327,53	176,14
Istra 3*	10	10	1,82	85,68	44,37	0			
Istra 2*	0	0				0			
Rijeka 5*-4*	4	0	0	0	0	4	1,71	111,54	58,22
Rijeka 3*	9	4	2,69	97,83	48,55	5	3,02	171	97,4
Rijeka 2*	4	3	2,89	126,57	68,54	1	2,4	150,1	75,05
Split 5*-4*	0	0							
Split 3*	13	10	5,32	212,68	101,31	3	0,87	68,57	33,87
Split 2*	7	6	1,74	76,22	950,1	1	9,75	233,9	116,95

Tablica 32. pokazuje prosječnu potrošnju tople vode u hotelima, za ovaj slučaj uzeta je potrošnja tople vode od 100 m<sup>3</sup>/sobi, što povećava potrošnju toplinske energije za PTV na 290,609 MW. Površina zemljišta na kojemu će se hotel graditi otprilike iznosi 53600 m<sup>2</sup> [24], pretpostavljeno je da će 10% te površine biti raspoloživo za ugradnju solarnih fotonaponskih panela i solarnih toplinskih kolektora ta površina iznosila bi 5360 m<sup>2</sup>. Dakle površina za PV

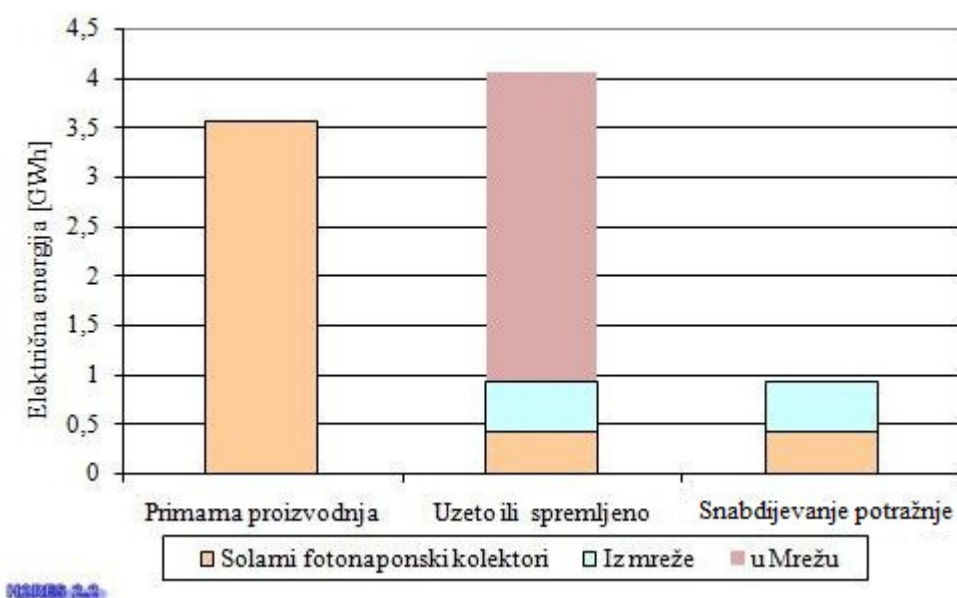
iznosila bi 3750 m<sup>2</sup> što je ekvivalentno 562,5 kW električne snage dok bi površina za solarne toplinske kolektore iznosila 1600 m<sup>2</sup> što je ekvivalentno toplinskoj snazi od 1280 kW. Pokrivanjem ostalih krovova solarnim panelima i kolektorima dobivaju se konačne brojke:

- Površina instaliranih solarnih toplinskih kolektora: 1642 m<sup>2</sup>
- Površina instaliranih solarnih fotonaponskih panela: 17585 m<sup>2</sup>
- Instalirana snaga solarnih fotonaponskih panela: 2640 kW
- Instalirana snaga solarnih toplinskih kolektora: 1315 kW
- Potrošnja električne energije: 933,96 MWh
- Vršno opterećenje električne energije: 520 kW
- Potrošnja toplinske energije za PTV: 290,609 MWh
- Vršno opterećenje toplinske energije: 318 kW

Ugrađuju se i toplinski spremnici ukupnog kapaciteta od 82 m<sup>3</sup>, što je ekvivalentno toplinskoj energiji od 4277 kWh. Nakon provedenog proračuna dobivaju se sljedeće vrijednosti.

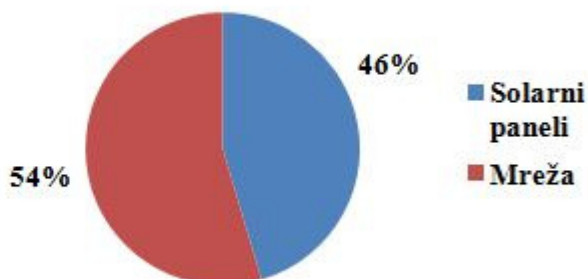


Slika 30. Površina zemljišta „Zelenog“ hotela-zeleni trokut (21)



Dijagram 76. Dobava električne energije 2030.

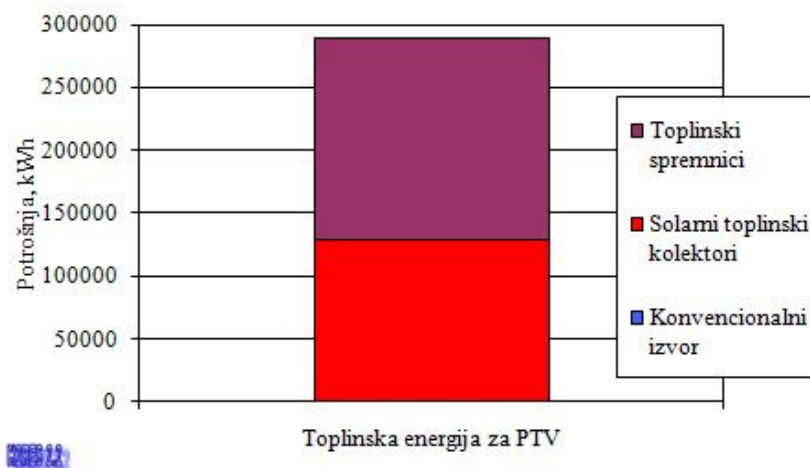
Dijagram 76. pokazuje da se pomoću sunčeva zračenja može proizvesti znatno više električne energije nego li je na otoku potrebno, no budući nije korišten nikakav način skladištenja električne energije velik dio te energije ne može se iskoristiti. Kao što je prije rečeno problem bi se mogao riješiti instalacijom baterija ili desalinizacijskim postrojenjem u sklopu hotela za proizvodnju pitke vode, ali o tome će biti riječi u daljnjem dijelu scenarija, za sada se smatra da će se višak električne energije isporučiti u mrežu.



**Dijagram 77. Udio u dobavi električne energije (2030.)**

Iz dijagrama 77. je vidljivo je da je i dalje udio električne energije dobivene iz Sunca veći od 40% točnije iz solarnih fotonaponskih panela dobiva se 425,301MWh električne energije dok se ostatak mora slati u mrežu radi jer ne postoji nikakav način skladištenja energije. Ukupna potrošnja električne energije iznosi 933,96 MWh čemu je najveći uzrok izgradnja hotela i njegova velika potrošnja električne energije.

Kao što je rečeno u prethodnom dijelu teksta na zemljištu hotela postoji 1600 m<sup>2</sup> zemljišta koje je raspoloživo za instalaciju solarnih toplinskih kolektora. Ovdje je uzeto u obzir da će se na svu tu površinu instalirati solarni toplinski kolektori. Na sljedećem dijagramu se vidi raspodjela dobave toplinske energije za PTV.



**Dijagram 78. Podjela potrošnje toplinske energije za PTV (2030.)**

Vidljivo je da se sa navedenim instalirani kapacitetima solarnih toplinskih kolektora uspijevaju zadovoljiti sve potrebe za toplinskom energijom za PTV. Iz solarnih toplinskih kolektora se dobiva 128,92 MWh toplinske energije ili 44,35% dok se iz toplinskih spremnika dobiva 161,737 MWh ili 55,65 % potreba za toplinskom energijom za PTV. Taj kapacitet zadovoljio bi se i sa manjim instaliranim kapacitetima, dokaz tomu je i velika količina odbijenog sunčevog zračenja.

#### 4.3.1. Stanje u 2030. godini-Homer

Smatra se da će u 2030. na otoku sa radom početi „Zeleni“ hotel koji će dio svog zemljišta koristiti za instalaciju solarnih fotonaponskih panela kojima bi osiguravao pokrivanje vlastite potrošnje. Tako bi u 2030. ukupna instalirana snaga solarnih fotonaponskih panela iznosila 2637 kW.

**Tablica 34. Ukupni trošak scenarija-2030. (PV otok)**

<i>Komponenta</i>	<i>Ukupni investicijski trošak, €</i>	<i>Ukupni trošak održavanja, €</i>	<i>Ukupni trošak, €</i>
Solarni fotonaponski paneli	968750	142667	1111417

Dakle za instalaciju i održavanje novoinstaliranih solarnih fotonaponskih panela potrebno je uložiti 1111417 €. Proizvodna cijena električne energije dobivene iz novoinstaliranih kapaciteta iznosi 0,17 €/kWh.

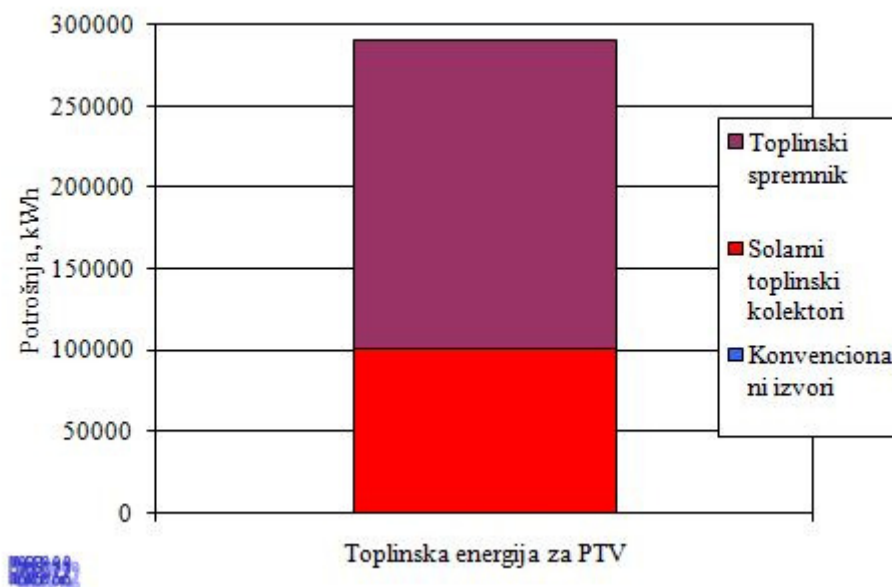
#### 4.3.2. 100% obnovljiv otok u 2030. godini

Kao i u prethodnom scenariju i u ovome će se razmatrati postizanje 100% obnovljivog otoka, tj. pokušati će se postići da se na otoku sva energija koja se potroši dobiva iz Sunca. Budući je u prijašnjem proračunu za 2030. godinu ovog scenarija rečeno da broj instaliranih solarnih toplinskih kolektora može biti i manji da bi se zadovoljila potreba toplinske energije za PTV, ovdje će se pokazati koliko minimalno potrebno instalirati solarnih toplinskih kolektora da bi se zadovoljila ta potreba.

- Ukupna potrebna toplinska energija za pripremu tople vode: 290,609 kWh
- Ukupno instalirana površina solarnih toplinskih kolektora: 712 m<sup>2</sup>(569,6kW)
- Ukupno instalirani kapacitet toplinskih spremnika:82 m<sup>3</sup>
- Toplinska energija dobivena iz solarnih kolektora:101423 kWh
- Toplinska energija dobivena iz toplinskih spremnika:189234 kWh

Vidljivo je da je 100% obnovljiv otok postignut sa površinom instaliranih solarnih toplinskih kolektora od 712 m<sup>2</sup> (569,6 kW) što je velika uštede na prostoru u odnosu na proračun vezan

za 2030. godinu, gdje je rečeno da postoji jako velika količina odbijenog zračenja što ujedno znači da je sustav bio predimenzioniran. Točniji proračuni mogli bi se dobiti detaljnijom optimizacijom. Kapacitet toplinskih spremnika je ostao nepromijenjen, postavljanje toplinskih spremnika moguće je riješiti ukopavanjem ili izgradnjom veće kotlovnice u koju bi ti spremnici bili smješteni.

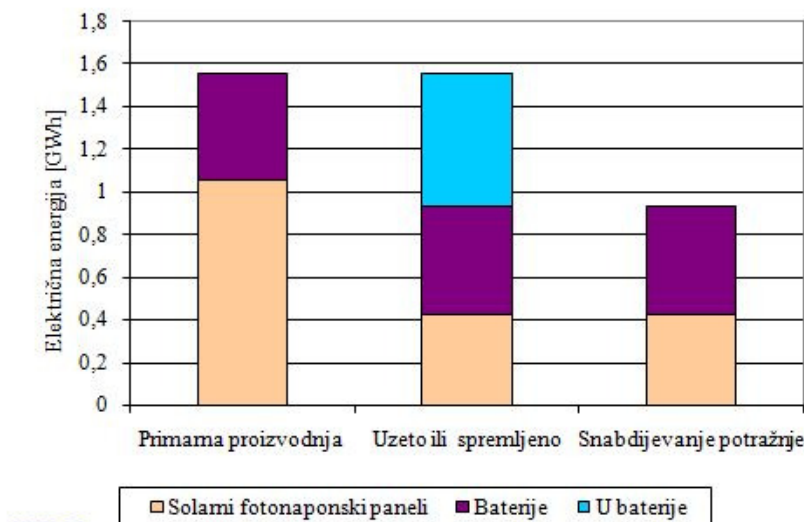


**Dijagram 79. Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030-100%)**

Kao što je već rečeno na otoku postoje dovoljni kapaciteti za ostvarenje 100% obnovljivog otoka što se tiče potrošnje električne energije potrebno je jedino ugraditi baterije za skladištenje električne energije.

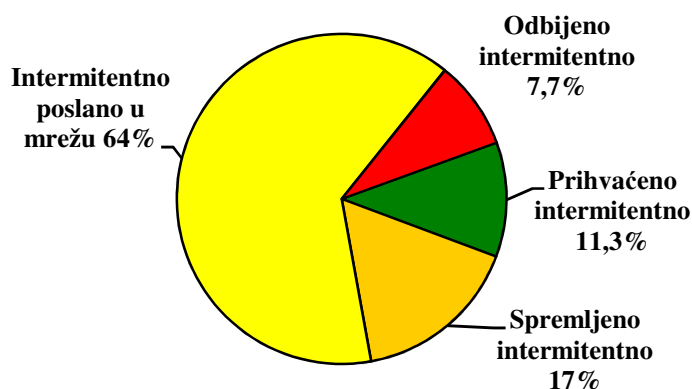
- Potrebna električna energija: 933,96 MWh
- Instalirana površina solarnih PV panela: 20000 m<sup>2</sup> (3 MW)
- Instalirani kapacitet baterija: 9 MWh

Dijagram 80. pokazuje da se električna energija na otoku dobiva iz baterija i iz solarnih fotonaponskih panela, solarni fotonaponski paneli proizvedu 1055781 kWh električne energije od čega 428881 kWh ide u mrežu a 626900 kWh u baterije, tako se ukupna potreba otoka za električnom energijom pokriva sa baterijama i solarnim fotonaponskim panelima.



**Dijagram 80. Dobava električne energije (2030. 100%)**

Dijagram 81. pokazuje da se dio električne energije iz solarnih fotonaponskih panela ne može odmah iskoristiti jer nema potrebe za tolikom potrošnjom električne energije, pa se ta električna energija može koristiti za proizvodnju pitke vode procesom desalinizacije kao što je u prethodnom dijelu teksta bilo govora ili se može slati u mrežu kapaciteta 1400 kW čime bi se osigurala zarada. Ovdje je zanimljivo istaknuti podatak da pod odbijeno intermitentno odlazi 189371 kWh što se može koristiti u desalinizacijskom potrojenju za dobivanje pitke vode. Ukoliko se uzme da desalinizacijsko postrojenje kao što je već rečeno troši 5 kWh električne energije za proizvodnju 1 m<sup>3</sup> pitke vode tada bi se iz obijenog intermitentnog zračenja moglo dobiti 37875 m<sup>3</sup> pitke vode. Jasno je da ta količina vode može pokriti potrebe otočana za pitkom vodom kao i potrebe cijelog zelenog hotela.



**Dijagram 81. Iskorištenje intermitentnih izvora-Sunčevo zračenje**

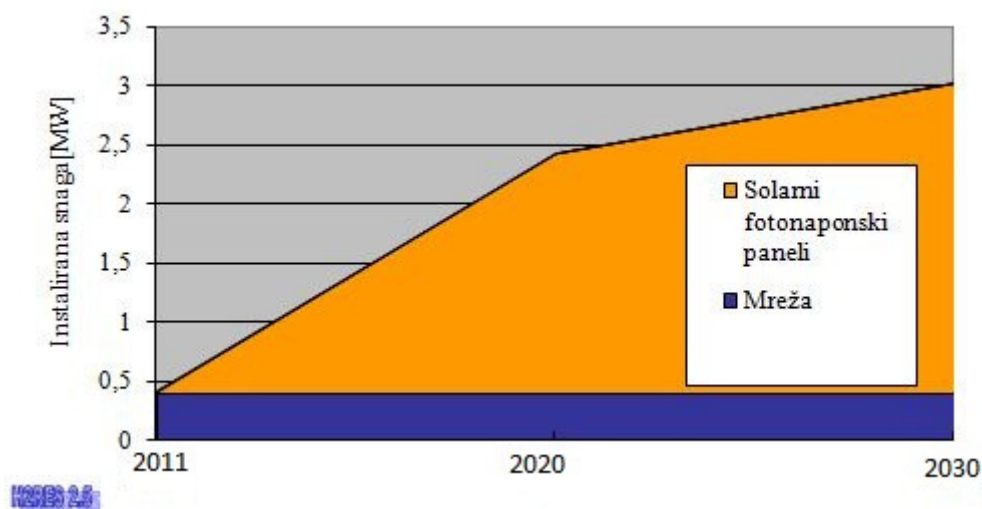
#### 4.3.3. 100% obnovljiv otok u 2030. godini-Homer

Budući se u ovom scenariju gradi „Zeleni“ hotel koji značajno povećava potrošnju električne energije potrebno je imati više instaliranih baterija za skladištenje električne energije čime bi

se pokrila povećana potrošnja električne energije tako je kapacitet baterija u ovom slučaju 9 MWh. Ovaj scenarij nešto je skuplji nego je bio prijašnji, razlog tomu je svakako već spomenuti povećani kapacitet instaliranih baterija za skladištenje električne energije. Tako se dobiva ukupna diskontirana cijena scenarija od 7329266 €. Od ukupnog troška scenarija 6150000 € odlazi na investicijski dio dok ostalih 1179265 € odlazi na diskontirane troškove održavanja. Može se kao i u prošlom scenariju navesti podatak da je cijena 100% obnovljivog otoka što se tiče električne energije 83287 € po stanovniku. Naime ukoliko se zbroje investicijski troškovi za izgradnju potrebnih kapaciteta za postizanje 100% obnovljivog otoka te troškovi održavanja dobiva se ukupna cijena za postizanje 100% obnovljivog otoka po stanovniku. Proizvodna cijena električne energije iznosi 0,48 €/kWh, ova cijena se odnosi na instalirane kapacitete koji su potrebni za postizanje 100% obnovljivog otoka.

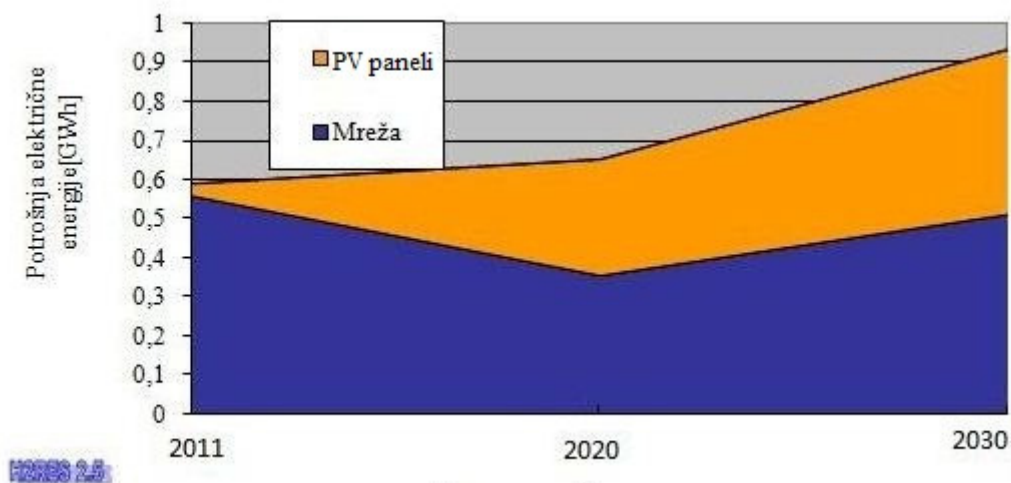
#### 4.4. Analiza scenarija

Kao što su i u prethodnom scenariju prikazani dijagrami za cijeli period do 2030. godine tako će i za ovaj scenarij biti prikazani isti dijagrami. Tako sljedeći dijagram prikazuje instalirane kapacitete, vidljivo je da instalirani kapaciteti solarnih fotonaponskih panela značajno rastu zbog izgradnje fotonaponskog postrojenja kao i „Zelenog“ hotela.



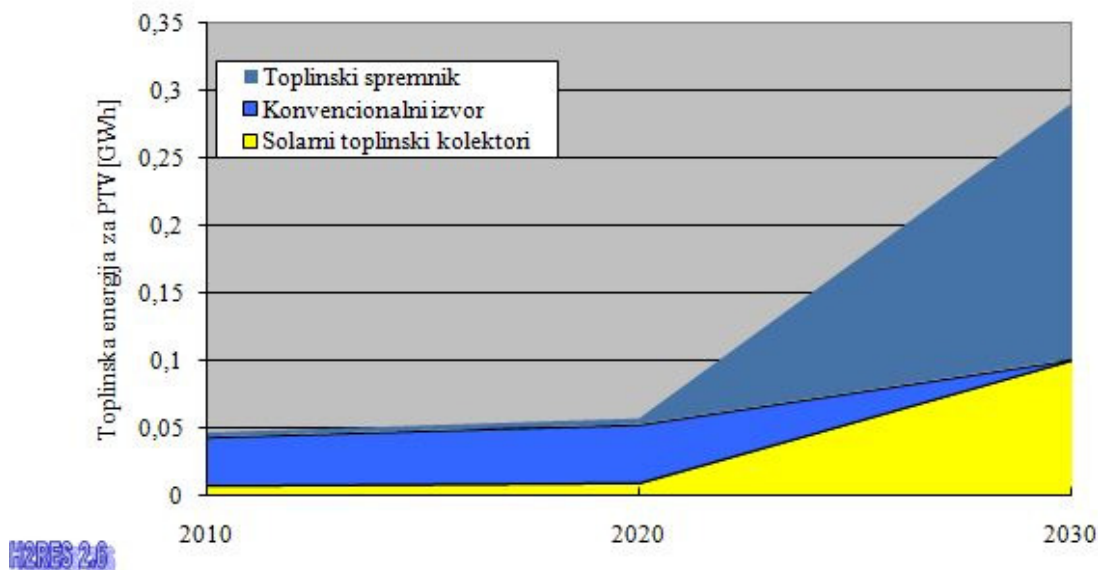
Dijagram 82. Instalirani kapaciteti (PV otok)

Budući je instaliran jako velik kapacitet solarnih fotonaponskih panela tada će i udio električne energije dobivene iz njih biti značajno veći, budući nema baterija za skladištenje električne energije nije ostvarena 100% dobava električne energije iz solarnih fotonaponskih panela no ugradnjom baterija taj cilj bi se postigao bez ikakvih problema.



**Dijagram 83. Dobava električne energije (PV otok)**

Izgradnjom „Zelenog“ hotela značajno će se povećati i instalirani kapaciteti solarnih toplinskih kolektora kao i toplinskih spremnika. Dijagram 83. pokazuje da u 2030. godini otok ni sa tim kapacitetima nije 100% obnovljiv ukoliko se ne koriste baterije za skladištenje električne energije. Na kraju je potrebno naglasiti da će se izgradnjom zelenog hotela na otoku morati postaviti nova trafostanica većeg kapaciteta. Dijagram 84. prikazuje potrošnju toplinske energije za pripremu tople vode.



**Dijagram 84. Potrošnja toplinske energije za PTV (PV otok)**

Vidljivo je da se sa instaliranim kapacitetima cjelokupna potreba za toplinskom energijom za pripremu tople vode u 2030. uspijeva zadovoljiti pomoću solarnih toplinskih kolektora i toplinskih spremnika.



Budući se u scenariju „PV otok“ u 2020. godini planira gradnja fotonaponske elektrane snage 2 MW zanimljivo je pogledati koliko bi se električne energije dobilo ovisno o tehnologiji kojom je elektrana građena tj. dali solarni fotonaponski paneli imaju mogućnost praćenja sunca (jednoosno, dvoosno, i dr.). Tablica 34. prikazuje dobivene rezultate.

**Tablica 35. „PV otok“ proizvodnja električne energije ovisno o tehnologiji**

„PV otok“ 2020. godina		
	Proizvedena električna energija, kWh	kWh/kWp
Bez praćenja (optimalni godišnji kut)	2657441	1301,39
Praćenje po horizontalnoj osi, dnevno	2759313	1351,28
Praćenje po vertikalnoj osi, trenutno	2799139	1370,78
Dvoosno praćenje	3336581	1633,97

Tablica 34. pokazuje očekivane rezultate, naime ukoliko solarna elektrana nema sustav praćenja Sunca ona će proizvesti manje nego li elektrana koja ima praćenje. Vidljivo je da se najviše električne energije može dobiti iz sustava koji ima dvoosno praćenje Sunca što je i očekivano, no pitanje je da li se to isplati jer takvi sustavi su skuplji od običnih te zahtjevaju veću površinu za izgradnju elektrane, da bi se pokazalo da li je isplativa gradnja takvih sustava podrebnno je izvršiti detaljnije proračune.

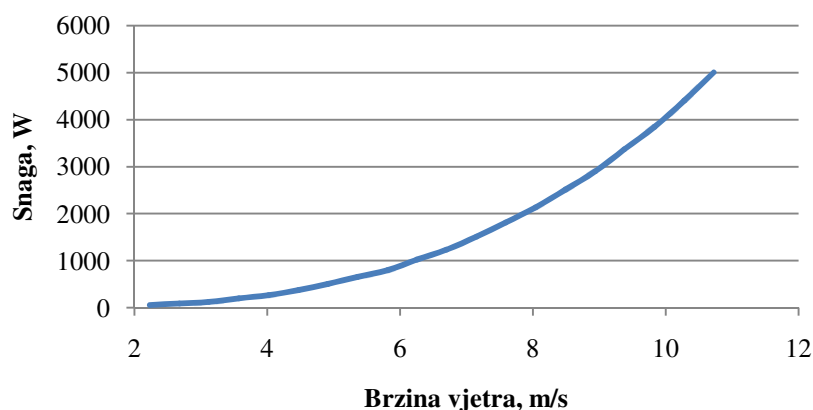
## 5. SCENARIJI PV+VJETAR

Ovim scenarijem analizirati će se mogućnosti iskorištenja potencijala sunčeva zračenja i brzine vjetra na otoku. Otok Unije nalazi se na prilično dobrom geografskom položaju koji mu osigurava značajnu količinu sunčeva zračenja u periodu od godinu dana, uz približno dobre uvjete što se tiče vjetro potencijala. Prilikom analiziranja ovog scenarija pronađena je odgovarajući mali vjetroagregat sa vertikalnom osi vrtnje za otok Unije snage 5 kW [51]. Ovaj vjetroagregat je dobar jer ima male dimenzije što omogućava prilično jednostavnu ugradnju, karakteristike vjetroagregata preuzete su iz literature [51] dok bi za detaljniju analizu vjetroagregata trebalo provesti istraživanje među proizvođačima i dovoljno velikim brojem već ugrađenih vjetroagregata.



**Slika 31. Mali vjetroagregat snage 5 kW (VAWT)**

Vjetroagregat je visok svega 1,5 m dok je 1m širok, rotor ukupno ima 16 lopatica, također je bitno naglasiti da brzina pri kojoj vjetroagregat ulazi u pogon iznosi 2,23 m/s. Dijagram 82. prikazuje krivulju opterećenja za ovaj vjetroagregat, vidljivo je da sa porastom brzine vjetra raste i snaga vjetroagregata što je i logično, tako se najveća snaga dobiva pri brzini vjetra od 10,72 m/s. Sam scenariji će obuhvaćati i solarne fotonaponske panele koji će se instalirati na krovove kuća, kao i solarne toplinske kolektore.



Dijagram 85. Krivulja opterećenja vjetroagregata

### 5.1. Stanje u 2011. Godini

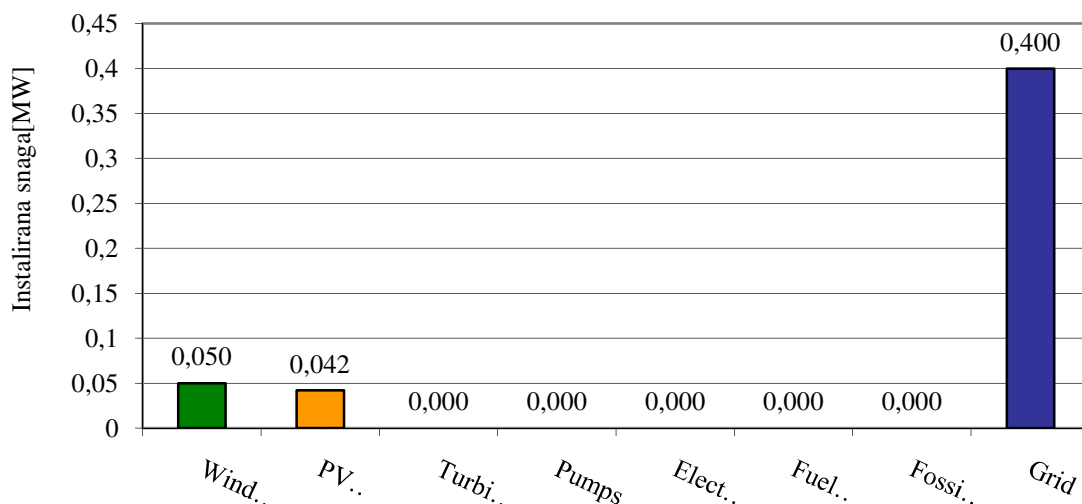
Stanje u 2011. je isto kao i u prijašnjem scenariju (PV otok) stoga se ovdje neće detaljnije opisivati, za detalje pogledati 2011. godinu u tom scenariju.

### 5.2. Stanje u 2020. godini

Smatra se da će u 2020. godini na otoku biti instaliran određen broj prije navedenih vjetroagregata od 5 kW, vjetroagregati mogu biti instalirani na krovove kuća ili na najpovoljniju lokaciju na otoku što se tiče brzine vjeta. U scenariju je uzeta pretpostavka da će na otoku 2020. godine biti instalirano 10 vjetroagregata snage 5 kW. Prilikom planiranja 2020. godine uzeta je stopa porasta potrošnje toplinske energije za pripremu tople vode od 2%, što će biti utjecaj laganog povećanja broja stanovnika na otoku. Isto tako uzet je u obzir i porast potrošnje električne energije na otoku zbog istog razloga.

- Potrošnja električne energije (2020.): 641,937 MWh
- Vršno opterećenje električne energije: 357 kW
- Potrošnja toplinske energije (2020.): 57,43 MWh
- Vršno opterećenje toplinske energije: 63 kW

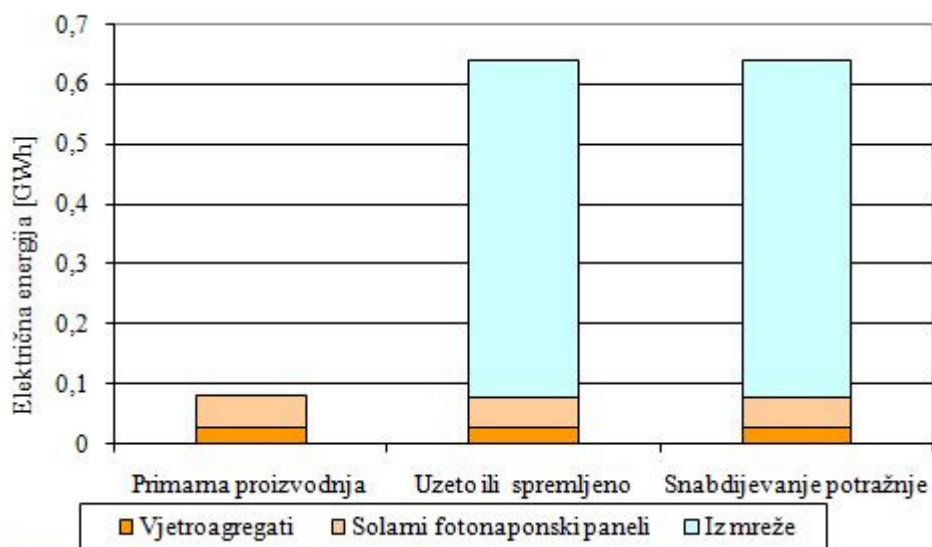
Ukupni porast potrošnje električne energije s obzirom na 2011. godinu je 10,6% dok je porast potrošnje toplinske energije 21,2%. U sustav će ući dodatni solarni kolektori i paneli na krovovima što će ukupno biti 42 m<sup>2</sup> solarnih kolektora ili 33,6 kW toplinske snage te 280 m<sup>2</sup> solarnih panela ili 42 kW električne snage. Također postoje toplinski spremnici ukupnog kapaciteta 2 m<sup>3</sup>.



H2RES 2.2

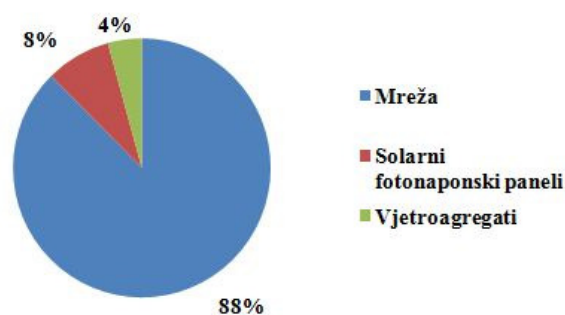
Dijagram 86. Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2020.)

Dijagram 86. prikazuje instalirane kapacitete na otoku za proizvodnju električne energije, dakle postoje mali vjetroagregati i solarni fotonaponski paneli koji služe za proizvodnju električne energije. Na dijagramu 87. se vidi raspodjela koliko se električne energije dobije iz kojeg izvora energije.



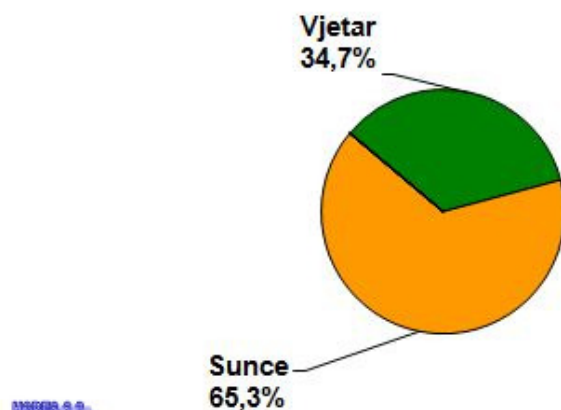
H2RES 2.2

Dijagram 87. Dobava električne energije 2020.

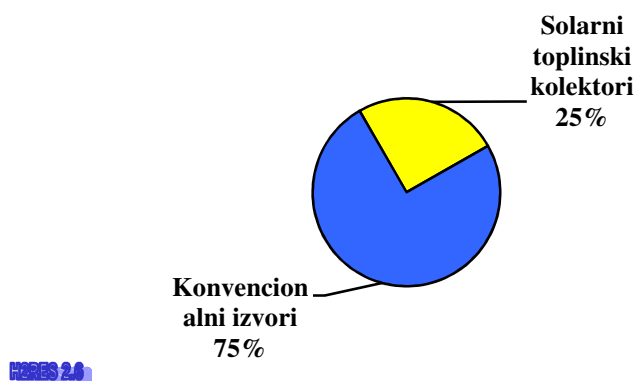


Dijagram 88. Udio u dobavi električne energije

Dijagram 88. pokazuje da se i dalje većina električne energije dobavlja iz mreže ili 88% što je 562,297 MWh električne energije a ostalih 12% se dobiva iz solarnih fotonaponskih panela i vjetroagregata što je ukupno 79,640 MWh električne energije, od toga je 52,480 MWh električna energija dobivena iz solarnih fotonaponskih panela dok je 27160 MWh električne energije dobiveno iz malih vjetroagregata. Dijagram 89. Pokazuje da je Sunce i dalje dominantan obnovljivi izvor energije sa udjelom od 65,3% proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije.

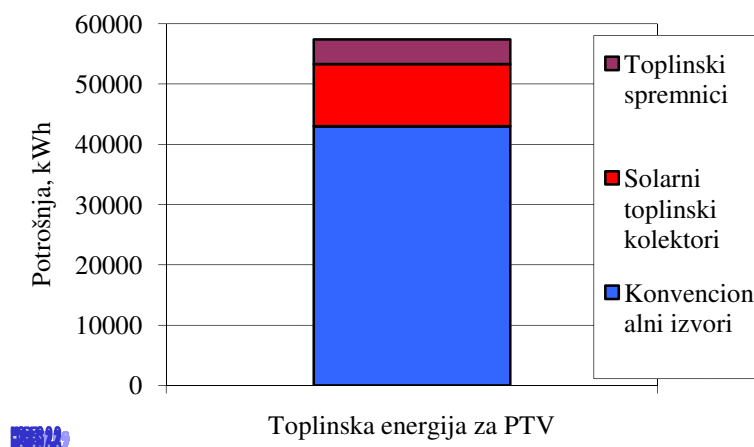


Dijagram 89. Proizvodnja električne energije na otoku



Dijagram 90. Toplinska energija za PTV (2020.)

Dijagram 90. pokazuje da je udio toplinske energije dobivene od Sunca za pripremu tople vode porastao za svega 1%, no ta brojka bila je i očekivana jer je broj novoinstaliranih solarnih toplinskih kolektora bio mali. Ukupno dobivena toplinska energija iz solarnih kolektora iznosila je 10310 kWh, dok je dobivena toplinska energija iz toplinskih spremnika iznosila 4107 kWh, dakle električni bojleri davali su 43011 kWh toplinske energije za grijanje PTV. Ovo se znatno bolje vidi na dijagramu 91.



Dijagram 91. Podjela potrošnje toplinske energije za PTV (2020.)

### 5.2.1. Stanje u 2020. godini-Homer

Uz instalaciju novih solarnih fotonaponskih panela instalira se i dodatnih 50 kW malih vjetroagregata pa ukupni trošak iznosi:

Tablica 36. Ukupni trošak scenarija-2020. (PV+vjetar)

Komponenta	Ukupni investicijski trošak, €	Ukupni trošak održavanja, €	Ukupni trošak, €
Solarni fotonaponski paneli	36450	5361	41811
Vjetroagregati	100000	14727	114727
Ukupno	136450	20088	156538

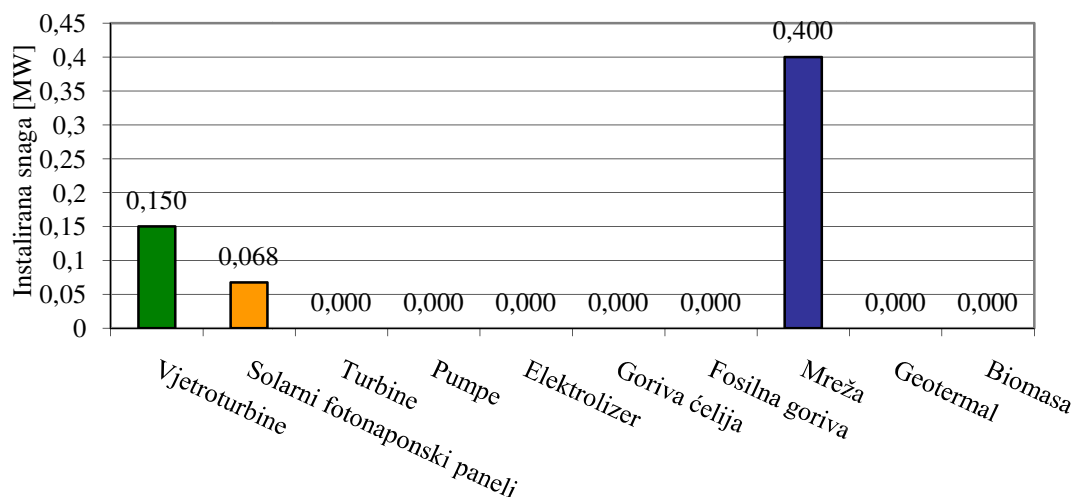
Ukupni diskontirani trošak novoinstaliranih kapaciteta koji obuhvaćaju male vjetroagregate te solarne fotonaponske panele iznosi 156538 €. Cijena proizvedene električne energije iz novoinstaliranih kapaciteta iznosi 0,34 €/kWh.

### 5.3. Stanje u 2030. godini

Pretpostavlja se da će se u 2030. godini nastaviti trend povećanja udjela električne energije dobivene iz obnovljivih izvora energije, tako da će se na otoku budući već postojati razvijena infrastruktura instalirati i veći broj vjetroagregate kao i solarnih fotonaponskih panela i solarnih toplinskih kolektora. Stanje sa kojim se ušlo u proračun:

- Potrošnja električne energije: 860,85 MWh
- Potrošnja toplinske energije za PTV: 70,005 MWh
- Instalirana snaga solarnih fotonaponskih panela: 67,5 kW
- Instalirana snaga solarnih toplinskih kolektora: 33,6 kW
- Instalirana snaga malih vjetroagregata: 150 kW

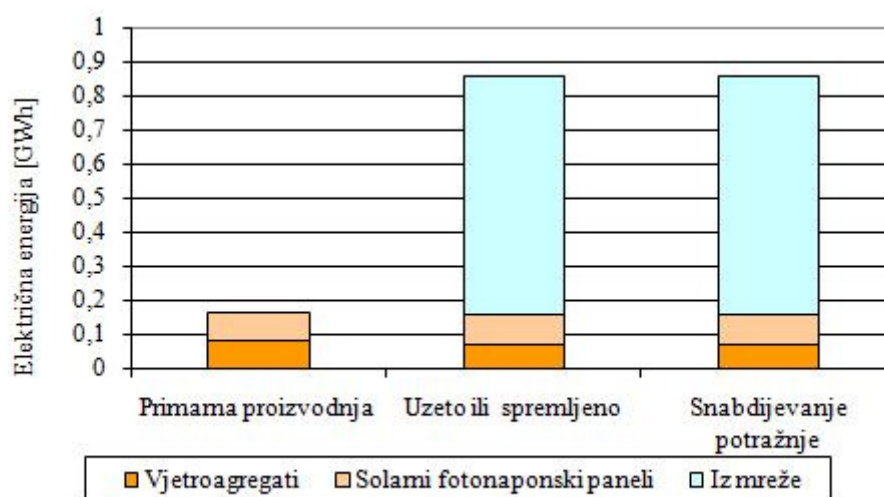
Vidljivo je da je potrošnja električne energije kao i toplinske porasla, isto tako povećani su instalirani kapaciteti vjetroagregata kao i solarnih fotonaponskih panela, novi solarni toplinski kolektori nisu instalirani jer su u 2020. godini instalirani na sve kuće čiji stanovnici borave na otoku konstantno, na prazne kuće se neće instalirati jer sa postojećom tehnologijom može se javiti problem pregrijavanja, ovaj problem bi se u budućnosti mogao riješiti, no za detaljniji prikaz potrebno je izvršiti mjerenja i proračune.



H2RES 2.2

**Dijagram 92. Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije (2030.)**

Dijagram 92. pokazuje da je na otoku instalirano više vjetroagregata nego solarnih fotonaponskih panela, ali to ne mora značiti i da će se iz vjetra dobiti više električne energije jer zračenje na otoku može biti znatno bolje nego potencijal vjetra.



H2RES 2.2

**Dijagram 93. Dobava električne energije (2030.)**

Dijagram 93. pokazuje udio pojedinog izvora električne energije u ukupnoj potrošnji električne energije na otoku. Vidljivo je da solarni fotonaponski paneli i vjetroagregati sudjeluju sa otprilike podjednakim udjelom u proizvodnji električne energije na otoku.

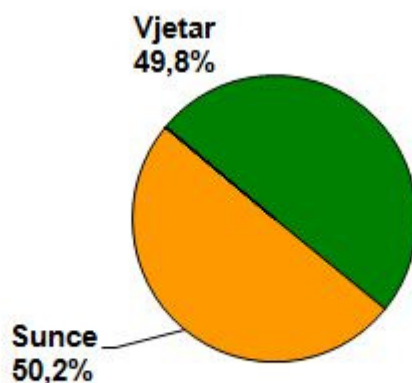
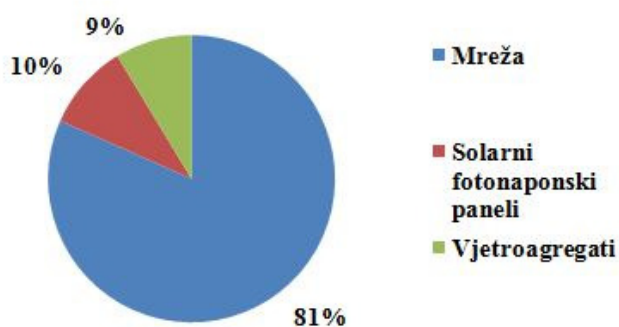


FIGURE 94:

**Dijagram 94. Proizvodnja električne energije na otoku**

Dijagram 94. pokazuje da je udio električne energije dobivene iz vjetroagregata u odnosu na 2020. godinu porastao za 15,1% tomu je razlog i znatno veća instalirana snaga vjetroagregata u tom razdoblju nego li solarnih fotonaponskih panela.



**Dijagram 95. Udio u dobavi električne energije (2030.)**

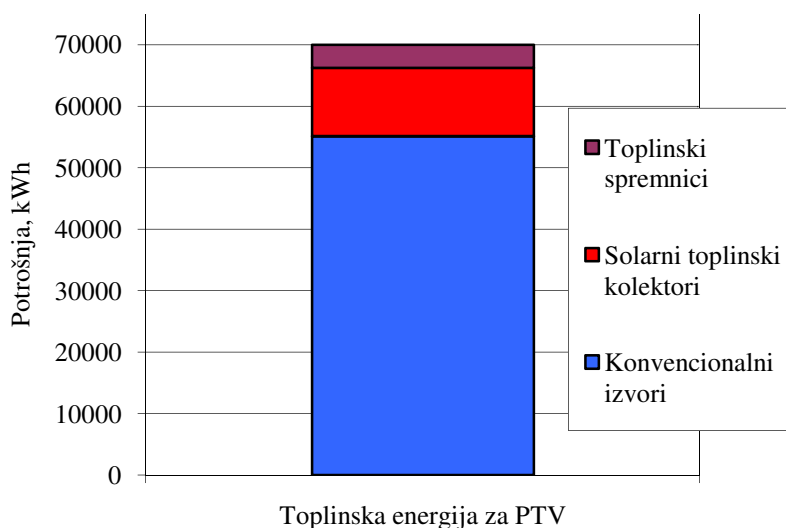
Vidljivo je da je došlo do promjene u struktura dobave električne energije, povećan je udio vjetroagregata u dobavi električne energije za 5% kao i solarnih panela naspram 2020. Godine za 2%. Iz solarnih fotonaponskih panela proizvedeno je 83,729 MWh električne energije dok je iz vjetroagregata proizvedeno 74463 MWh.





**Dijagram 96. Raspodjela dobave toplinske energije za PTV (2030.)**

Dijagram 96. pokazuje da je udio toplinske energije dobiven od sunca za PTV smanjen sa 25% na 21% što je i logično jer nisu instalirani novi kapaciteti solarnih toplinskih kolektora a potrošnja toplinske energije za PTV je rasla. Sljedeći dijagram prikazuje načine na koje se dobavlja toplinska energija za pripremu tople vode, dakle 79% toplinske energije se dobavlja iz konvencionalnih izvora energije koji su u ovom slučaju električni bojleri koji se koriste na otoku, dok ostalih 21% dolazi iz Sunca. Iz solarnih toplinskih kolektora direktno se dobiva 11116 kWh toplinske energije ili 16 % dok se 3758 kWh toplinske energije ili 5% dobiva iz toplinskih spremnika u koje se toplina sprema kada je postoji višak toplinske energije a manjak potrošnje.



**Dijagram 97. Način dobivanja toplinske energije za PTV (2030)**

### 5.3.1. Stanje u 2030. godini-Homer

Nakon analize scenarija u Homeru dobivene su slijedeći troškovi:

Tablica 37. Ukupnitroškovi scenarija-2030. (PV+vjetar)

<i>Komponenta</i>	<i>Ukupni investicijski trošak, €</i>	<i>Ukupni trošak održavanja, €</i>	<i>Ukupni trošak, €</i>
Solarni fotonaponski paneli	39525	5812	45337
Vjetroagregati	200000	29454	229454
Ukupno	239525	50117	274791

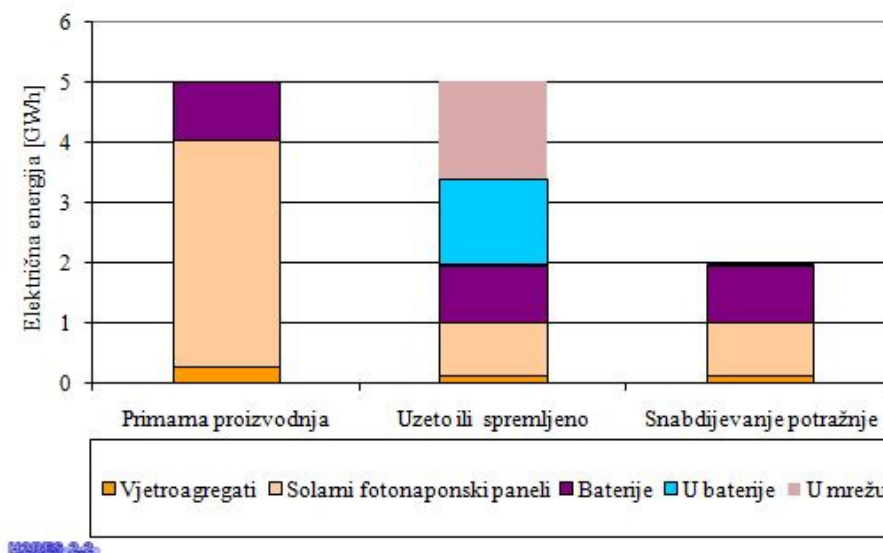
Ukupni diskontirani trošak za instalaciju i održavanje novih kapaciteta iznosi 274791 €, te se tako dobije cijena proizvodnje električne energije od 0,23 €/kWh.

### 5.3.2. 100% obnovljiv otok u 2030. godini

Kao što je i u prethodnim scenarijima 2030. godina modelirana tako da bude 100% obnovljiva tako će se i u ovom scenariju pokazati potrebni kapaciteti za postizanje 100% obnovljivog otoka. Budući je potrošnja toplinske energije u 2030. godini u ovom scenariju jednaka i potrošnji u 2030. godini za prethodni scenariji to ujedno znači i da će instalirani kapaciteti za pokrivanje potreba za toplinskom energijom biti identični, dakle kapacitet toplinskih spremnika biti će 45 m<sup>3</sup> a snaga solarnih toplinskih kolektora 192 kW sa tim kapacitetima se ostvaruje 100% obnovljiv otok što se tiče potreba za toplinskom energijom za PTV. Već sada se može gotovo sa sigurnošću zaključiti da će se smanjiti površina solarnih fotonaponskih panela jer u ovom scenariju postoje i mali vjetroagregati, stoga će se više električne energije skladištiti u baterijama. Tako se dobiva:

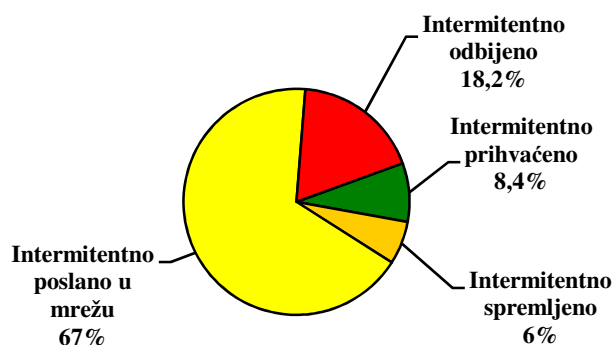
- Ukupna potreba za električnom energijom:784,588 MWh
- Ukupna instalirana snaga solarnih PV panela:3 MW(20000 m<sup>2</sup>)
- Ukupni instalirani kapaciteti baterija za skladištenje električne energije:5 MWh
- Ukupno instalirana snaga vjetroagregata:500 kW

Dakle ukoliko bi na otoku bili instalirani ovi kapaciteti tada bi se sva električna energija na otoku dobivala iz obnovljivih izvora energije tj. iz Sunca i vjetra.



**Dijagram 98. Dobava električne energije (2030. 100%)**

Dijagram 98. pokazuje koji izvori omogućuju otoku da bude 100% obnovljiv, tako se vidi da se iz solarnih PV panela dobiva 858,464 MWh električne energije ili 43,31%, dok se iz vjetroagregata dobiva 146999 MWh električne energije ili 7,4% i na kraju iz baterija se dobiva 955,657 MWh električne energije ili 48,2%. Budući na otoku postoje i vjetroagregati time će se i smanjiti udio neiskorištene električne energije iz intermitentnih izvora energije (Sunce i vjetar) kao što je prikazano na sljedećem dijagramu, vidljivo je da se veliki dio električne energije šalje u mrežu kapaciteta 1400 kW.



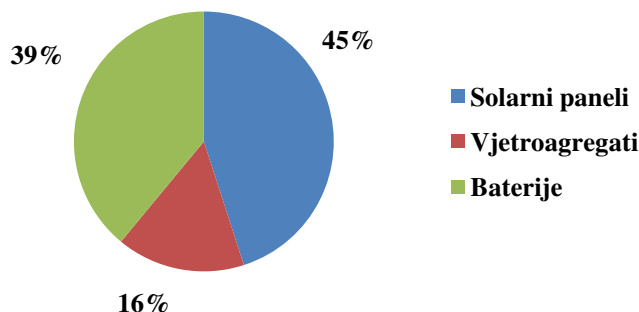
**Dijagram 99. Iskorištenje intermitentnih izvora-Sunčeva energija**

Jedan od mogućih projekata je i gradnja vjetroagregata snaga između 100 kW i 1 MW, to znači da bi se 100% obnovljiv otok mogao postići i sa manjim brojem vjetroagregata ali većih snaga. Tako se umjesto malih vjetroagregata uzimaju u obzir Vestas 660 vjetroagregati nazivne snage 660 kW, ukupna instalirana snaga vjetroagregata je 3,3 MW (5 vjetroagregata).

- Ukupno instalirana snaga vjetroagregata: 3,3 MW
- Ukupno instalirana snaga solarnih fotonaponskih panela: 2,25 MW (15000 m<sup>2</sup>)

- Ukupni instalirani kapacitet baterija za spremanje električne energije: 4 MWh

Uz ove instalirane kapacitete postiže se 100% obnovljiv otok, dijagram 100. prikazuje koliko se električne energije dobije iz kojeg izvora.



**Dijagram 100. Raspodjela proizvodnje električne energije (2030. 100%-1)**

Jasno je da se udio vjetroagregata za proizvodnju električne energije povećao sa 7% na 16%, razlog tomu je taj što iako postoji znatno manji broj vjetroagregata instalirana snaga je znatno veća a samim time i dobivena električna energija. Isto tako potrebno je naglasiti da se kapacitet baterija kao spremnika smanjio sa 5 MWh na 4 MWh.

### 5.3.3. 100% obnovljiv otok u 2030. godina-Homer

Nakon što je pokazano da je 100% obnovljiv otok moguće postići sa različitim kombinacijama instaliranih kapaciteta kako vjetroagregata tako i solarnih fotonaponskih panela i baterija. Računalni program „Homer“ poslužio je za određivanje najekonomičnije kombinacije ponuđene opreme i postrojenja. U tablici 36. prikazane su moguće kombinacije.

**Tablica 38. Moguće kombinacije za postizanje 100% obnovljivog otoka**

Instalirani kapaciteti				
Tehnologija	a)	b)	c)	d)
Baterije	1,5 MWh	3 MWh	5 MWh	6 MWh
Solarni fotonaponski paneli	1 MW	1,5 MW	2,25 MW	3 MW
Vjetroagregat VAWT 5 kW	0,25 MW	0,5 MW	0,75 MW	1 MW
Vjetroagregat Vestas 660	3,3 MW	6,6 MW	9,9 MW	13,2 MW
Inverter	1 MW	1,5 MW	2,25 MW	3 MW

Nakon što su ovi kapaciteti unešeni u „Homer“ program je pokazao da postoji ukupno 1200 mogućih kombinacija za potizanje 100% obnovljivog otoka. Tablica 37. pokazuje koja je kombinacija ekonomski najisplativija.

**Tablica 39. Najisplativija kombinacija**

Tehnologija	Instalirani kapaciteti
Baterije	6 MWh
Solarni fotonaponski paneli	1 MW
Vjetroagregat VAWT 5 kW	0,25 MW
Vjetroagregat Vestas 660	3,3 MW

Instalirani kapacitet solarnih fotonaponskih panela je smanjen a instalirana snaga vjetroagregata je svedena na minimum, radi toga je povećan kapacitet baterija zbog skladištenja električne energije. Cijena ove kombinacije je 4582223 €, dok je proizvodna cijena električne energije 0,569 €/kWh što ovu kombinaciju čini ekonomski najisplativijom. Zanimljivo je pokazati i najskuplju kombinaciju koja je prikazana u tablici 38.

**Tablica 40. Najskuplja kombinacija**

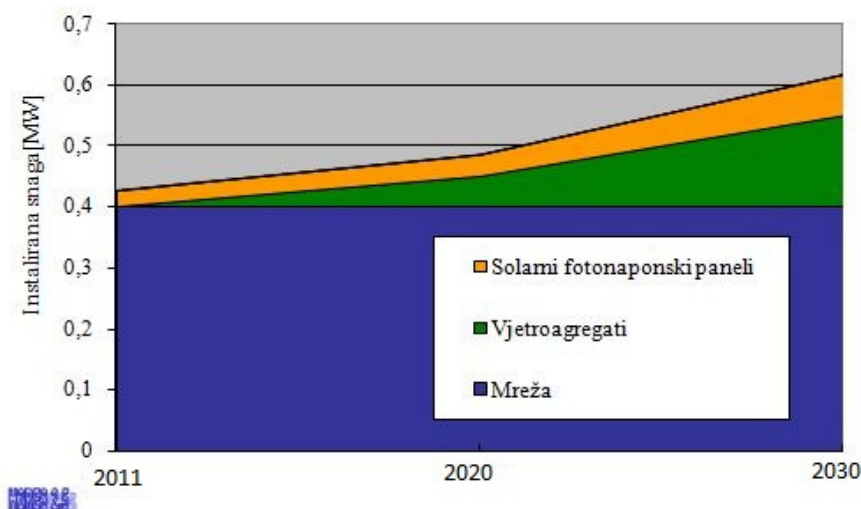
Tehnologija	Instalirani kapaciteti
Baterije	6 MWh
Solarni fotonaponski paneli	1 MW
Vjetroagregat VAWT 5 kW	0,5 MW
Vjetroagregat Vestas 660	9,9 MW

Vidljivo je da najneisplativiji scenariji ima najveći mogući instalirani kapacitet vjetroagregata što je razlog njegove neisplativosti. Cijena ove kombinacije iznosi 7460444 € dok proizvodna cijena električne energije iznosi 0,912 €/kWh što ovu kombinaciju čini daleko naneisplativijom.

Nakon provedenog proračuna moguće je zaključiti da su najskuplji scenariji oni sa velikim instaliranim kapacitetima vjetroagregata što znači da su vjetroagregati na otoku neisplativi s obzirom na solarne fotonaponske panele. Dakle naisplativija je opcija ugradnja velikih kapaciteta baterija te solarnih fotonaponskih panela koji će proizvoditi električnu energiju te će je spremati u baterije kada je ima više nego li je potrebno.

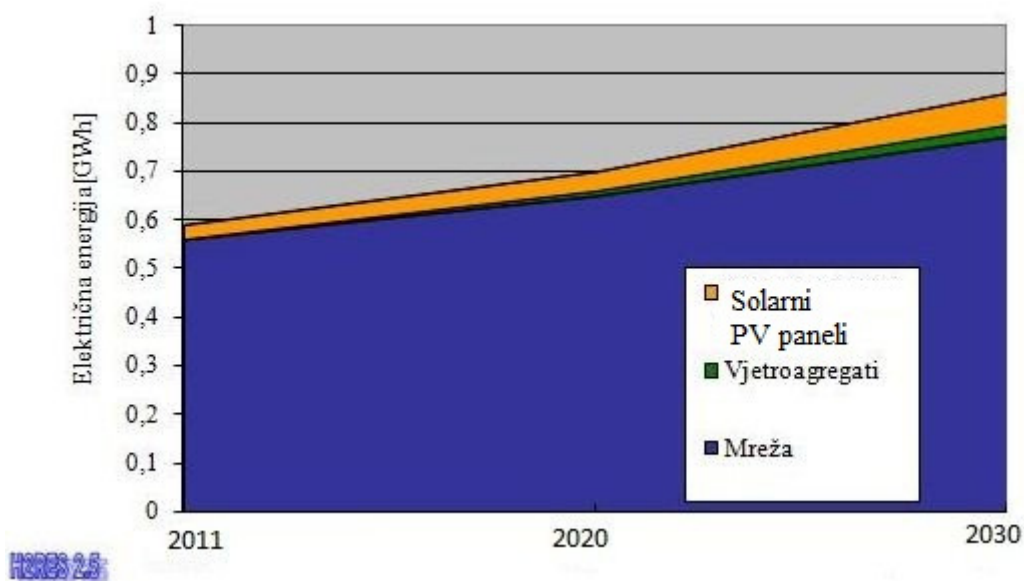
#### 5.4. Analiza scenarija

Dijagram 101. prikazuje instalirane kapacitete u razdoblju do 2030. godine za proizvodnju električne energije.



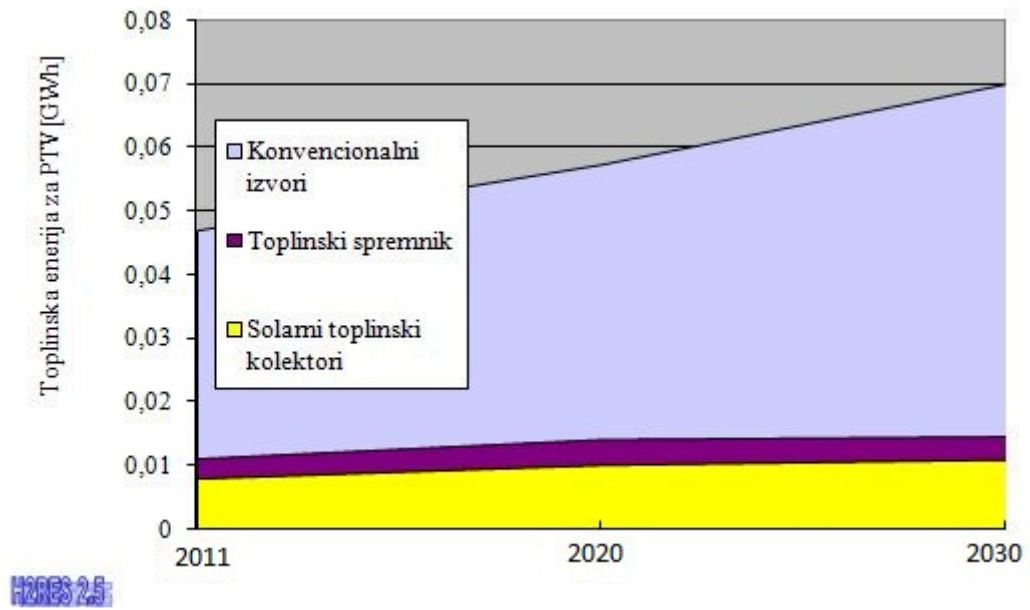
**Dijagram 101. Instalirani kapaciteti za dobavu električne energije (PV+vjetar)**

Tako se sada može prikazati i dijagram 102. koji će detaljnije prikazati koliki je udio pojedinog izvora električne energije u ukupnoj dobavi električne energije.



**Dijagram 102. Dobava električne energije (PV+vjetar)**

Vidljiv je lagani porast udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji električne energije, taj udio mogao bi se značajno povećati sa većim instaliranim kapacitetima.



**Dijagram 103. Toplinska energija za pripremu tople vode (PV+vjetar)**

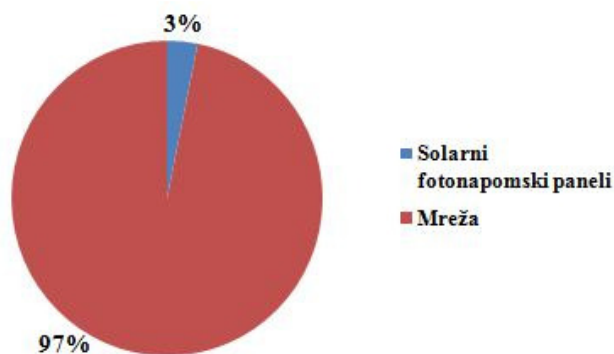
Dijagram 103. prikazuje udio toplinske energije dobivene iz solarnih toplinskih kolektora i toplinskih spremnika u ukupnoj potrošnji toplinske energije za pripremu tople vode.

## 6. MASTER SCENARIJI

Ovim scenarijem želi se analizirati mogućnost izgradnje desalinizacijskog postrojenja na otoku i ostalih projekata koji su navedeni u programu održivog razvoja otoka Unije (kozarstvo, ovčarstvo, govedarstvo te maslinarstvo) [3], naime budući na otoku nema izvora pitke vode potrebno je riješiti problem dobave pitke vode stoga se desalinizacijsko postrojenje smatra nužnim. Desalinizacijsko postrojenje radilo bi kada postoji višak električne energije te bi se na taj način dobivala svježa voda koja bi se spremala u rezervoare za vodu. Također je potrebno naglasiti da ovaj scenarij obuhvaća samo rješavanje problema dobave električne energije a ne toplinske energije za pripremu tople vode jer se u programu o održivom razvoju otoka navodi činjenica da će svaka farma trebati maksimalno zadovoljavati svoje potrebe za energijom, dakle PTV će se zadovoljavati instalacijom solarnih toplinskih kolektora na krovove farmi [3].

### 6.1. Stanje u 2011. godini

Kao i u prethodnim scenarijima za baznu godinu uzeta je 2010. godina sa potrošnjom električne energije od 590 MWh. Smatra se da će u ovoj godini na otoku biti instalirani solarni fotonaponski paneli na svega nekoliko krovova, te će instalirana snaga solarnih fotonaponskih postrojenja iznositi 15,45 kW. Nakon unošenja početnih vrijednosti u računalni program „H2RES“ dobivaju se sljedeći rezultati za 2011. godinu, tako je iz solarnih fotonaponskih panela dobiveno 19459 kWh električne energije što je 3,29 % od ukupno 590728 kWh potrebnih za zadovoljenje potreba otoka, ostatak potrebe za električnom energijom dobiva se iz mreže, to je također prikazano i na dijagramu 104.



Dijagram 104. Udio u dobavi električne energije 2011.

#### 6.1.1. Stanje u 2011. godini-Homer

Scenarij je u „Homeru“ analiziran u cilju dobivanja financijske slike scenarija:



Tablica 41. Ukupni trošak scenarija-2011. (Master scenariji)

<i>Komponenta</i>	<i>Ukupni investicijski trošak, €</i>	<i>Ukupni trošak održavanja, €</i>	<i>Ukupni trošak, €</i>
Solarni fotonaponski paneli	40745	6009	46754

Prethodna slika predstavlja ukupni diskontirani trošak novoinstaliranih kapaciteta na otoku, proizvodna cijena električne energije dobivena iz tih kapaciteta iznosi 0,24 €/kWh.

### 6.2. Stanje u 2020. godini

Smatra se da će u 2020. godini na otoku biti instalirani novi kapaciteti solarnih fotonaponskih panela na krovove kuće te da će se na otoku izgraditi već prije spomenuto fotonaponsko postrojenje snage 2 MW, uz to na otoku se u ovom periodu provode i razne mjere energetske efikasnosti čime se umanjuje potreba za električnom energijom (mjere ušteda navedene su u scenariju PTV, PV, EE). Uz sve navedeno smatra se da će u ovoj godini sa radom početi i desalinizacijsko postrojenje koje će osigurati dobavu pitke vode na otok. Prilikom određivanja karakteristika desalinizacijskog postrojenja na otoku Unije proučavani su podaci za otok Mljet te su uzete sljedeće karakteristike:

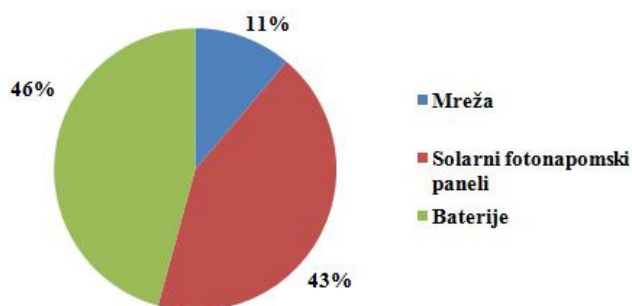
- Broj jedinica: 1
- Proizvodnja vode: 2 m<sup>3</sup>/h
- Potrošnja električne energije po m<sup>3</sup>: 5 kWh/m<sup>3</sup>

Isto tako smatra se da će do 2020. godine u pogon ući i ostala postrojenja navedena u studiji, ti projekti su kozarstvo, ovčarstvo te govedarstvo. Tablica 40. detaljnije prikazuje utjecaj tih projekata na porast potrošnje električne energije, tako projekt kozarstva povećava potrošnju električne energije za 35,028 MWh. Smatra se da će na otoku biti 1000 koza od kojih će svaka godišnje davati oko 700 litara mlijeka, od toga će se pola koristiti za proizvodnju sira. Isto tako se smatra da će se i za projekt ovčarstva biti potrebno dodatnih 1500 kWh električne energije za proizvodnju 5 t sira godišnje. Smatra se da se po jednom hektaru maslinika može dobiti do 2500 litara maslinovog ulja, budući na otoku postoji 28 hektara starih maslinika to znači da se godišnje proizvede 70000 litara maslinovog ulja što povećava potrošnju električne energije za 560 MWh.

Tablica 42. Potreba za električnom energijom mogućih projekata

		Specifična potrošnja električne energije	Ukupna potrošnja električne energije
Kozarstvo	Proizvodnja mlijeka	0,1 kWh/l	35000 kWh
	Proizvodnja sira	5,6 kWh/t	28 kWh
Ovčarstvo	Proizvodnja sira	300 kWh/t	1500 kWh
Govedarstvo	Proizvodnja mesa	250 kWh/t	1250 kWh
Maslinarstvo	Proizvodnja ulja	8 kWh/l	560 000 kWh
		<b>Ukupno</b>	<b>597778 kWh</b>

Smatra se da će na otoku biti instalirano dodatnih 182 m<sup>2</sup> solarnih fotonaponskih panela na krovove kuća što sa već postojećim kapacitetima i fotonaponskom elektranom čini ukupno 13618 m<sup>2</sup> ili 2042,7 kW instaliranih kapaciteta. Također se na otoku instaliraju baterije za skladištenje električne energije. Uzet je kapacitet baterija od 500 kW, postavljanjem 10 takvih baterija dobiva se kapacitet spremnika od 5 MWh za skladištenje električne energije. Nakon što su navedeni projekti koji su uključeni u ovaj dio scenarija proveden je proračun te su dobiveni sljedeći podaci.



Dijagram 105. Udio u dobavi električne energije (2020.)

Iz dijagrama 105. se vidi da se većina potrebe za električnom energijom dobiva pomoću solarnih fotonaponskih panela te baterija dok se manji dio mora i dalje pokrivati sa mrežom. Detaljniji prikaza dobave električne energije prikazan je u tablici 41.

Tablica 43. Raspodjela dobave električne energije (2020)

Izvor	Električna energija, MWh	Udio
Solarni fotonaponski paneli	519,009	43%
Baterije	551,309	46%
Mreža	134,993	11%
Ukupno	1204,625	100%

Vidljivo je da su novi projekti na otoku udvostručili potrebu za električnom energijom. Što se tiče procesa desalinizacije njegova godišnja potrošnja električne energije za dobivanje pitke vode iznosi 32000 kWh čime se dobiva 6400 m<sup>3</sup> pitke vode što je sasvim dovoljno jer se

smatra da godišnja potreba za vodom na otoku iznosi 5500 m<sup>3</sup>, potrebno je naglasiti da se ta količina vode odnosi samo na otočane i turiste tokom godine, novoizgrađena postrojenja nisu uzeta u obzir.

### 6.2.1. Stanje u 2020. godini- Homer

Sljedeća tablica pokazuje financijsku sliku scenarija u 2020. Godini:

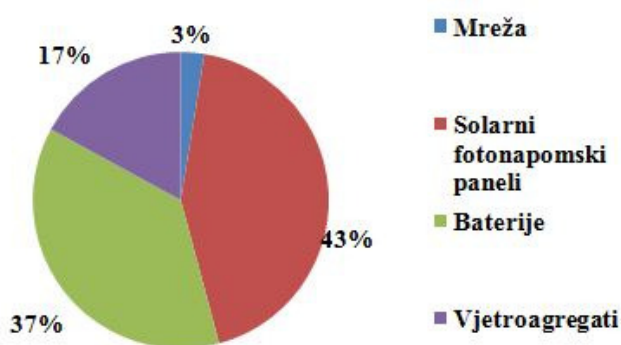
**Tablica 44. Ukupni trošak scenarija-2020. (Master scenariji)**

Komponenta	Ukupni investicijski trošak, €	Ukupni trošak održavanja, €	Ukupni trošak, €
Solarni fotonaponski paneli	4926825	725561	5652386
Baterije	835000	122972	957972
Ukupno	5761825	848533	6610358

Proizvodna cijena električne energije iz ovih novoinstaliranih kapaciteta iznosi 0,22 €/kWh.

### 6.3. Stanje u 2030. godini

Smatra se da će u 2030. godini na otoku biti instalirano nekoliko vjetroagregata od 660 kW čime se dobiva ukupna instalirana snaga vjetroagregata od 3300 kW. Uz instalaciju vjetroagregata smatra se da će na otoku biti izgrađen i „zeleni“ hotel koji bi trebao sam pokrivati svoju potrošnju električne energije te se neće uzimati u obzir kao značajan potrošač električne energije, „zeleni“ hotel detaljnije je opisan u scenariju „PV otok“. Karakteristike desalinizacijskog postrojenja ostaju identične. Nakon unošenja početnih podataka provodi se proračun scenarija, raspodjela dobave električne energije prikazana je dijagram 106.



**Dijagram 106. Udio u dobavi električne energije 2030.**

Na dijagramu 106. se vidi da instalacijom vjetroagregata na otoku dolazi do značajnog smanjenja dobave električne energije iz mreže, tako električna energije dobivena iz mreže ima svega 3% udjela u ukupnoj dobavi električne energije. Detaljnija raspodjela dobave električne energije prikazana je u tablici 43. Da bi se postigao 100% obnovljiv otok potrebno je pokriti

još svega 3% potrebe za električnom energijom što se može postići ugradnjom još nekoliko baterija ili malih vjetroagregata.

**Tablica 45. Raspodjela dobave električne energije 2030.**

Izvor	Električna energija, MWh	Udio
Solarni fotonaponski paneli	635,384	43%
Baterije	545,034	37%
Mreža	37,553	3%
Vjetroagregati	250,386	17%
Ukupno	1464,948	100%

Desalinizacijsko postrojenje i dalje ima iste karakteristike dakle ukupno se dobiva 6400 m<sup>3</sup> pitke vode uz ukupnu potrošnju električne energije od 32000 kWh.

### 6.3.1. Stanje u 2030. godini- Homer

Sljedeća tablica prikazuje trošak scenarija za 2030. Godinu:

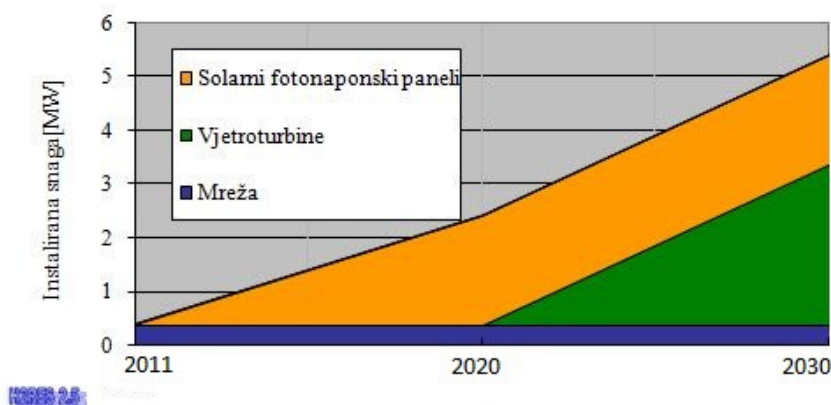
**Tablica 46. Ukupni trošak scenarija**

Komponenta	Ukupni investicijski trošak, €	Ukupni trošak održavanja, €	Ukupni trošak, €
Solarni fotonaponski paneli	922250	135490	1057740
Baterije	0	0	0
Vjetroagregati	4950000	728997	5678997
Ukupno	5872250	864487	6736737

Proizvodna cijena električne energije sa ovim instaliranim kapacitetima je 0,34 €/kWh.

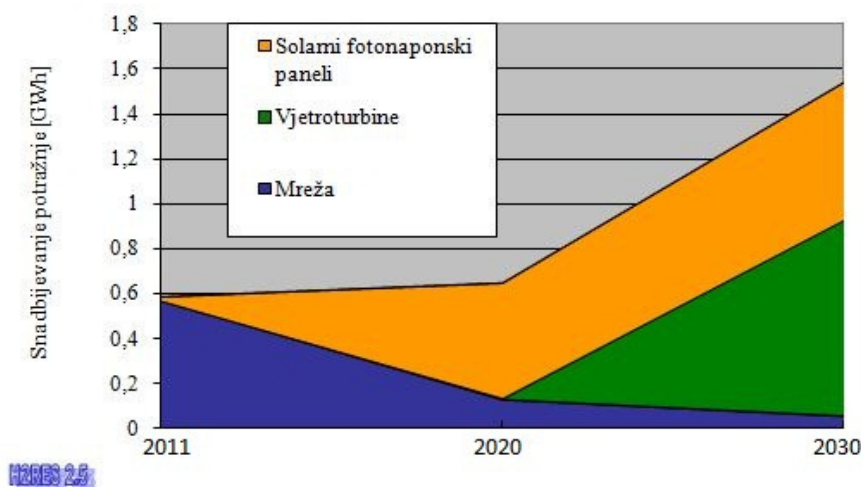
### 6.4. Analiza scenarija

Na sljedeća dva dijagrama prikazani su instalirani kapaciteti od 2010. do 2030. godine te dobava električne energije u istom tom periodu.



**Dijagram 107. Instalirani kapaciteti-Master scenariji**

Dijagram 107. prikazuje instalirane kapacitete kroz period od 20 godina, vidljivo je da je udio instaliranih kapaciteta obnovljivih izvora energije u 2011. zanemariv dok 2030. instalirani kapaciteti obnovljivih izvora energije čine gotovo cijeli elektroenergetski sustav otoka.



**Dijagram 108. Snabdijevanje potražnje-Master scenariji**

Dijagram 108. jasno pokazuje da je udio obnovljivih izvora energije u snabdijevanju potražnje za električnom energijom sve veći dok je u 2030. udio električne energije dobivene iz mreže gotovo zanemariv. Razlog tomu su veliki instalirani kapaciteti obnovljivih izvora energije.

## 7. ZAKLJUČAK

Kao što je na samom početku ovog rada rečeno cilj ovog projekta je poticanje održivog razvoja otoka Unije kao i očuvanje života na otoku. Kroz ovaj rad navedeno je nekoliko scenarija energetskog razvoja otoka, u njima je prikazana situacija koja se može očekivati do 2030. godine ovisno o scenariju koji se promatra.

Prije proračuna scenarija u radu su rađene razne analize koje su omogućile kvalitetniji proračun. Na samom početku rada obrađena je anketa koja je dala uvid u navike otočana i potrebne podatke za procjenu potrošnje energije. Također je rađena SWOT analiza da bi se dobila bolja slika o prilikama i slabostima otoka, zatim je rađena Renewislands metodologija koja je dala bolju sliku o potrebama otoka kao i mogućnosti kako zadovoljiti te potrebe. Energetska bilanca dala je detaljniji opis na što se i koliko energije troši na otoku, također su analizirani mogući projekti (zeleni hotel, PV postrojenje, projekti kozarstva, ovčarstva, maslinarstva, i dr.) na otoku sa gledišta potrošnje energije. Prije početka proračuna scenarija razvijena je metodologija dobivanja krivulja satne potrošnje električne energije i potrošnje toplinske energije za pripremu tople vode, nakon čega je pristupljeno proračunavanju scenarija.

Prvi scenariji koji se opisuje u radu „PTV,PV,EE“(Poglavlje 3.) pokazuje mogućnost instalacije solarnih toplinskih kolektora te solarnih fotonaponskih panela na krovove kuća mještana u periodu od 2011. godine do 2030. godine. Uz instalaciju solarnih toplinskih kolektora i solarnih fotonaponskih panela ovaj scenariji obuhvaća i mjere energetske efikasnosti koje smanjuju potrošnju električne energije na otoku. Vidljivo je da je ovim scenarijem u 2030. godini moguće postići udio od 16% obnovljivih izvora energije za dobivanje električne energije te 25% toplinske energije za pripremu tople vode iz obnovljivih izvora energije. Isto tako u scenariju je prikazana i mogućnost postizanja 100% obnovljivog otoka 2030. što se tiče potrošnje električne energije dok je za PTV u obzir uzimane samo stalnonaseljene kuće. U ovom slučaju za postizanje 100% obnovljivog otoka potrebno je instalirati 240 m<sup>2</sup> solarnih fotonaponskih panela kao i 45 m<sup>3</sup> toplinskih spremnika. Za potpunu dobavu električna energija iz Sunca na otok je potrebno instalirati 3MW solarnih fotonaponskih panela te 5 MWh baterija koja služe za skladištenje električne energije, ukupna diskontirana investicija za postizanje 100% obnovljivog otoka što se tiče potrošnje električne energije tako iznosi 6536752 €.

Drugi scenariji koji je u radu proračunavat je „PV otok“ (Poglavlje 4.), ovaj scenariji kao i prethodni podrazumijeva instalaciju solarnih toplinskih kolektora i solarnih fotonaponskih panela na krovove kuća. Smatra se da će na otoku 2020. godine u pogon ući fotonaponska elektrana snage 2 MW dok će 2030. godine sa radom započeti „Zeleni“ hotel koji bi bio turistička atrakcija budući bi bio jedan od rijetkih hotela u Europi koji bi sve svoje potrebe za energijom namirivao vlastitom proizvodnjom iz obnovljivih izvora energije. Tako bi u 2030. godini na otoku bilo instalirano 1313 kW solarnih toplinskih kolektora te 2637 kW solarnih fotonaponskih panela. Ovim scenarijem u 2030. godini 46% električne energije bi se dobivalo iz obnovljivih izvora energije dok bi se sva potreba za toplinskom energijom za PTV namirivala pomoću Sunca. Također je analizirana mogućnost postizanja 100% obnovljivog otoka, budući su sve potrebe za toplinskom energijom što se tiče pripreme tople vode već zadovoljene u sustav ne ulaze novoinstalirani kapaciteti solarnih toplinski kolektora, dok bi za dobivanje 100% električne energije iz obnovljivih izvora energije na otoku bilo potrebno imati 3 MW instaliranih solarnih fotonaponskih panela te 9 MWh instaliranih kapaciteta baterija za skladištenje električne energije. Procjenjuje se da će ukupni diskontirani trošak za postizanje 100% obnovljivog otoka u ovom scenariju iznositi 5277452 €.

Budući su u prva dva scenarija analizirane mogućnosti pokrivanja potreba za energijom isključivo iz Sunca rađen je i scenariji koji je na otoku podrazumijeva instalaciju vjetroagregata za iskorištavanje energije vjetra (Poglavlje 5). Korišteni su manji vjetroagregati od 5 kW koji bi mogli biti instalirani i na mali površinama (npr. ravni krovovi kuća) jer ne zahtijevaju mnogo prostora, kasnije u scenariju je analizirana i mogućnost korištenja nešto većih vjetroagregata snage 660 kW. Tako bi u 2030. godini na otoku bilo instalirano 150 kW malih vjetroagregata 33,6 kW solarnih toplinskih kolektora te 67,5 kW solarnih fotonaponskih panela. U 2030. godini postigla bi se vrijednost dobivene električne energije iz obnovljivih izvora energije od 19% od čega bi 9% odlazilo na vjetroagregate a 10 na solarne fotonaponske panele. Toplinska energija dobivena iz Sunca činila bi 21% potreba za pripremom tople vode na otoku. Kao i za ostale scenarije analizirana je mogućnost postizanja 100% obnovljivog otoka, tako se smatra da je za 100% obnovljiv otok potrebno imati 3 MW solarnih fotonaponskih panela, 5 MWh baterija koje služe za skladištenje električne energije te 500 kW malih vjetroagregata. Na samom kraju scenarija analizirana je mogućnost postavljanja većih vjetroagregata na otok ukupne snage 3,3 MW, te je zaključeno da bi se instalacijom tog kapaciteta vjetroagregata također postigao 100% obnovljiv otok.

Posljednji scenariji koji je rađen u ovom radu obuhvaćao je predviđene projekte za otok, naime u scenariji su uvršteni projekti koji su mogući na otoku (kozarstvo, ovčarstvo, maslinarstvo te govedarstvo). Ovaj scenariji također podrazumijeva instalaciju malog desalinizacijskog postrojenja na otoku koje bi otočanima osiguralo pitku vodu budući na otoku ne postoji vodovodni sustav a pitka voda na otok se dobavlja vodonoscima. Desalinizacijsko postrojenje bi koristilo električnu energiju za dobivanje pitke vode te bi ju spremalo u spremnike. Nakon što su određeni projekti koji će se graditi bilo je potrebno osigurati dovoljne kapacitete koji bi osigurali dovoljnu količinu energije za njihov neometan rad. Tako se u scenariju analizira mogućnosti instalacije solarnih toplinskih kolektora i solarnih fotonaponskih panela na krovove kuća, uz to se pretpostavlja da će se na otoku instalirati 5 vjetroagregata od 600 kW, uz sve to postavljene su i baterije za skladištenje električne energije ukupnog kapaciteta od 5 MWh. Dobiveni rezultati za 2030. godinu su sljedeći: svega 3% električne energije uzima se iz mreže dok se ostalih 97% dobiva iz obnovljivih izvora energije (42% solarni fotonaponski paneli, 37% baterije, 17% vjetroagregati). Desalinizacijsko postrojenje godišnje proizvodi 6400 m<sup>3</sup> pitke vode za što je potrebno 32000 kWh električne energije.

**Tablica 47. Usporedba proizvodnih cijena novoinstaliranih kapaciteta**

Scenariji	Diskontna stopa, %	Životni vijek, godina	Izračunata proizvodna cijena, H2RES €/kWh	Cijena-Homer, €/kWh	Feed in solar 2011., kn/kWh	Feed in vjetar 2011, kn/kWh	Feed in solar, €/kWh	Feed in wind, €/kWh	Niski napon bijeli VT, €/kWh
PTV 2011	8	20	0,24	0,27	3,84	0	0,51	0	0,1
PTV 2020	8	20	0,25	0,25	0	0	0	0	0,1
PTV 2030	8	20	0,14	0,16	0	0	0	0	0,1
PV otok 2011.	8	20	0,24	0,24	3,84	0	0,51	0	0,1
PV otok 2020.	8	20	0,20	0,22	0	0	0	0	0,1
PV otok 2030.	8	20	0,17	0,14	0	0	0	0	0,1
PV+vjetar 2011.	8	20	0,27	0,27	3,84	0,72	0,51	0,09	0,1
PV+vjetar 2020.	8	20	0,34	0,36	0	0	0	0	0,1
PV+vjetar 2030.	8	20	0,32	0,33	0	0	0	0	0,1
Master scenariji 2011.	8	20	0,25	0,27	3,84	0	0,51	0	0,1
Master scenariji 2020.	8	20	0,22	0,25	0	0	0	0	0,1
Master scenariji 2030.	8	20	0,37	0,34	0	0	0	0	0,1



Tablica 46. prikazuje usporedbu izračunatih proizvodnih cijena za sve scenarije, također su prikazane i poticajne cijena tzv. „Feed in“ tarife u 2011. za instalirane snage postrojenja manje od 1MW [52]. Navedene cijene se odnose samo na novoinstalirane kapacitete pa je prosječna cijena u 2020. i 2030. ipak nešto veća. Vidljivo je da je proizvodna cijena električne energije i dalje veća od cijene energije iz mreže ali uz „Feed in“ tarife proizvodnja električne energije iz OIE postaje isplativa, tako se dolazi do zaključka da će još neko vrijeme biti potrebne poticajne tarife za razvoj OIE no s vremenom kada tehnologija postane jeftinija te tarife će se moći ukinuti jer će cijena OIE biti dovoljno niska da može konkurirati cijeni električne energije iz mreže. Za postizanje 100% obnovljivog otoka trebat će ipak pokriti veće investicijske troškove i plaćati dosta skuplju energiju pa kod takve analize projekta treba uzeti u obzir i druge dobiti koje nastaju instalacijom OIE, a to su prvenstveno nova radna mjesta, smanjenje zagađenja okoliša te sigurnost dobave energije i izbjegavanje dodatnih podmorskih kabela i trafostanica. Također umjesto zabrane gradnje vjetroelektrana na otocima, poticanje korištenja obnovljivih izvora energije moglo bi postati izvor prihoda lokalnoj zajednici i stanovništvu.

Na samom kraju je rađena i usporedba zračenja za Unije u „Homeru“ da se pokaže da Unije imaju proizvodnju električne energije sličnukao i otok Rab 1254,71 kWh/kWp te Mali Lošinj 1283,23 kWh/kWp budući se nalaze u neposrednoj blizini [27]. Scenariji prikazuju da se sa svakim instaliranim kW solarnih fotonaponskih panela na otoku Unije može proizvesti oko 1300 kWh električne energije što približno odgovara Rabu i Lošinju. Potrebno je naglasiti da je uspoređivana dobivena električna energija iz solarnih fotonaponskih panela koji su smješteni pod optimalnim kutem, na taj način se mogu vidjeti razilke između proračuna sa horizontalno postavljenim panelim te panelima postavljenim pod optimlnim kutem, proizvodnja električne energije također ovisi o odabranim tehnologijama te učinkovitosti PV sustava.

Scenariji jasno pokazuju da je postavljanje solarnih fotonaponskih panela, solarnih toplinskih kolektora kao i vjetroagregata na otoku dobro rješenje jer je otok Unije kao što je prije rečeno povezan sa samo jednim podmorskim kabelom sa kopnom pa se ti navedeni izvori energije mogu koristiti za izradu vlastitog elektroenergetskog sustava otoka. Na taj bi se način otok mogao učiniti i 100% obnovljivim što je i navedeno u pojedinom scenariju. Kada bi otok uistinu postao 100% obnovljiv to bi značilo veliki gospodarski razvitak otoka uz brojna novootvorena radna mjesta i nove ljude na otoku čime bi se popravila demografska slika

otoka, dok bi otok sa turističke točke gledišta postao jako zanimljiva lokacija za posjet svih ljubitelja tehnologije i prirode jer bi time postao jedan od rijetkih primjera 100% obnovljivih otoka u Svijetu. Otok bi za očuvanje jake turističke pozicije uvijek trebao pratiti nove zanimljive trendove, tako u bližoj budućnosti sve kuće na otoku mogu postati „Zero energy“ što je svakako zanimljivo za sve ljude koji potiču održiv razvoj. Naravno da bi uz energetske plan razvoja išli i drugi projekti za razvitak otoka (kozarstvo, maslinarstvo, ovčarstvo te govedarstvo) kao što je u tekstu i navedeno, time je zadatak energetskih projekata još dodatno zahtjevniji jer je potrebno osigurati dovoljnu količinu energije za svaki od tih projekata. Na samom kraju potrebno je reći da je ovaj rad ponajprije rađen u cilju očuvanja života na otoku, a zatim razvoja njegova gospodarstva s ciljem dovođenja novih stanovnika na otok, ovim radom pokazano da otok Unije ima potencijal za razvitak, tj. ima jako dobre uvjete za instalaciju novih postrojenja i obnovljivih izvora energije koji mogu poduprijeti ostale projekte za razvitak maslinarstva, kozarstva te ovčarstva. Sinergijskim djelovanjem ovih projekata otok bi se uspio „oživjeti“ te na taj način postati poželjna lokacija za život s mogućnošću zaposlenja, a uz to bi postao i atraktivna turistička lokacija.

**LITERATURA**

- [1] Wikipedia-Global warming. [Online]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming), (2011.)
- [2] Commission of the European Communities, "Decision of the European Parliament and of the council on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020 ," Brussels, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0017:FIN:EN:pdf>, 2008.
- [3] Starc, N.: Program održivog razvoja Unija. Zagreb: Ekonomski institut Zagreb, 2011.
- [4] Vlada Republike Hrvatske. (2004.) Narodne novine-službeni članci. [Online]. <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/312931.html>
- [5] Wikipedia-Wind power in Denmark. [Online]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_power\\_in\\_Denmark](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_Denmark), (2011, rujan)
- [6] Wikipedia-Wind power in Germany. [Online]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_power\\_in\\_Germany](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_Germany), (2011.)
- [7] Ministarstvo razvoja gospodarstva i poduzetništva-interaktivna karta. [Online]. <http://oie-aplikacije.mingorp.hr/InteraktivnaKarta/>, (2011, listopad)
- [8] Program ujedinjenih naroda za razvitak Ministarstvo gospodarstva, Prilagodba i nadogradnja strategije energetskeg razvoja Republike Hrvatske. Zagreb, 2008.
- [9] Greif, J., Scharmer, K.: "THE EUROPEAN SOLAR RADIATION ATLAS," Paris, 2000.
- [10] Solarbuzz.org. [Online]. <http://solarbuzz.com/facts-and-figures/retail-price-environment/module-prices>, (2011, listopad)
- [11] Intelligent Energy Europe, "Maximization of the penetration of RES in Islands roadmap," 2010.
- [12] Hoić M., Petrić J., Herold Z., Deur J. Pavković D.: "An Overview of Energy Storage Systems Considering Renewable Energy Applications," SDEWES11 Conference CD Proceedings , 2011.
- [13] Martins R., Busutti. A., Duić, N., Carvalho, M. G., Krajačić, G., "Hydrogen as an energy vector in the island's energy supply," International Journal of Hydrogen Energy, 2008.
- [14] Krajačić., G., Duić, N.,Alves, L. S. R.: Increasing the penetration of renewable energy

- resources in S. Vicente, Cape Verde.: Applied energy, 2011.
- [15] Duić, N., Carvalho M. G., Krajačić, G.: "H2RES Energy planning tool for island of Mljet," International Journal of Hydrogen Energy, 2009.
- [16] Duić, N., Carvalho M. G., Krajačić G.: Maximization of renewable energy sources in energy supply of the Island of Mljet.: Proceedings of ENERGEX 2006, The 11th International Energy Conference and Exhibition., 2006.
- [17] Wind-works.org. [Online]. <http://www.wind-works.org/articles/SamsoeRenewableEnergyIsland.html>, (2011, listopad)
- [18] www.aeroeisland.org. [Online]. [http://www.aeroeisland.com/about\\_aero.php](http://www.aeroeisland.com/about_aero.php), (2011, listopad)
- [19] Hametek, B.: Planiranje energetskog sustava otoka Lošinja primjenom RenewIslands metodologije. Zagreb, 2007.
- [20] www.wikipedia.org. [Online]. [http://hr.wikipedia.org/wiki/Unije\\_\(otok\)](http://hr.wikipedia.org/wiki/Unije_(otok)), (2011, srpanj)
- [21] www.wikipedia.org. [Online]. [http://hr.wikipedia.org/wiki/SWOT\\_analiza](http://hr.wikipedia.org/wiki/SWOT_analiza)
- [22] Krajačić, G. Carvalho M. G., Duić, N.: "RenewIslands methodology for sustainable energy," vol. Zagreb, p. 31, srpanj 2007.
- [23] "Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama,(2008.)," Zagreb, 2008.
- [24] Arkod. [Online]. <http://preglednik.arkod.hr>, (2011, srpanj)
- [25] Kinderman, A.: "Report on energy system and waste management on Croatian islands," vol. Energetski institut Hrvoje Požar, 1996.
- [26] PV GIS. [Online]. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/MRcalc.php>, (2011, srpanj)
- [27] Bačan, A., Horváth, L., Knežević, S., Karadža, N.: "Mali vjetroagregati i fotonaponski moduli za autonomne aplikacije na otocima Primorsko-goranske županije," Zagreb, 2009.
- [28] Državni hidrometeorološki zavod. [Online]. [http://klima.hr/klima.php?id=karta\\_vjetra](http://klima.hr/klima.php?id=karta_vjetra), (2011, srpanj)
- [29] Ravi, J., Chittaranjan, R.: Dringing water tretment. Honolulu: Springer, 2011.
- [30] Reoplant. [Online]. [http://www.roplant.org/w\\_english/center/conversion\\_01.htm](http://www.roplant.org/w_english/center/conversion_01.htm)
- [31] Edwards Aquifer. [Online]. <http://www.edwardsaquifer.net/desalination.html>
- [32] Comenius Project IES La Minilla. [Online].

- <http://comeniusprojectieslaminilla.blogspot.com/2009/04/renewable-energy-in-canary-islands.html>, (2011, listopad)
- [33] Avlonitis, S. A.: "Operational water cost and productivity improvements for," Science Direct, 2011.
- [34] Ivic, J., Sambrailo, D.: "First land-based plant for RO desalination in Croatia," Science Direct, 2000.
- [35] Ivic, J., Krstulovic, A., Sambrailo, D.: "Economic evaluation of the first desalination plant in Croatia," Science Direct, 2004.
- [36] Electric-Bikes., (2011, rujan)
- [37] Alke:agriculture-vehicles. [Online]. [http://www.alke.com/agriculture-vehicles.html#g\\_148\\_0](http://www.alke.com/agriculture-vehicles.html#g_148_0), (2011, rujan)
- [38] Reindl, D., Reinemann, D., Sun, A.: Energy Use in Wisconsin's Dairy Industry and Options for improved energy efficiency.
- [39] Brkić, K.: "Ostatci nakon prerade maslina-stanje u Hrvatskoj," 2008.
- [40] Antioni, A., Guzmán, G.: "A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain," Agricultural systems, 2007.
- [41] Gradimo. [Online]. <http://www.gradimo.hr/Solarni-kolektori-za-toplu-vodu-i-grijanje/hr-HR/11341.aspx>, (2011, srpanj)
- [42] Internetska stranica Hrvatske elektroprivrede. [Online]. <http://www.hep.hr/ods/kupci/tarifni.aspx>, (2011, kolovoz)
- [43] European Commission. (2011, listopad) SETIS Strategic energy technologies information system/Energy calculator. [Online]. <https://odin.jrc.ec.europa.eu/SETIS/SETIS1.html#app=9a5c&73f1-selectedIndex=0&3dd2-selectedIndex=1>
- [44] Telektra. [Online]. <http://www.telektra.hr/led-rasvjeta/16-led-rasvjeta.html>, (2011, srpanj)
- [45] PMA Solar. [Online]. <http://www.pmasolar.eu/batteries/hoppecke-opzs/>, (2011, rujan)
- [46] Regionalna energetska agencija. (2011, studeni) Zelena energija u mom domu-natječaj. [Online]. <http://www.reakvarner.hr/hr/zelena-energija-u-mom-domu-natjecaj/>
- [47] Capuder, T., Cerovečki, T., Kuzle, I., Milković, A., Pandžić, H., Petranović, D., Škrlec, D., Švarc, N., Bošnjak, D.: "Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključenja na

- elektroenergetsku mrežu(Fotonaponska elektrana Unije 2000 kW)," Zagreb, 2010.
- [48] Labudović, B.: Osnove primjene solarnih toplinskih sustava. Zagreb: Energetika Marketing d.o.o., 2010.
- [49] Zanki Alujević, V.: Energy Use and Environmental Impact from Hotels on the Adriatic Coast in Croatia- Current Status and Future Possibilities for HVAC Systems. Sweden , 2006.
- [50] Kennedy, C. Alexande, S.: "GREEN HOTELS:Opportunities and resources for success," 2002.
- [51] Masteringgreen. [Online]. <http://masteringgreen.com/5-kw-wind-turbine.html>, (2011, srpanj)
- [52] Hrvatski operator tržišta energije-poticajne cijene. [Online]. [http://www.hrote.hr/hrote/obnovljivi/OIE do i ukljucivo 1 MW 25 01 2011.pdf](http://www.hrote.hr/hrote/obnovljivi/OIE_do_i_ukljucivo_1_MW_25_01_2011.pdf), (2011, listopad)
- [53] Hrvatska elektroprivreda. [Online]. <http://www.hep.hr>
- [54] "Vestas," V47-660 kW, 2010.
- [55] Water-technology. [Online]. <http://www.water-technology.net/projects/israel/israel9.html>
- [56] Dović, D., Hrs Borković, Ž., Soldo, V., Sučić, B., Švaić, S., Zanki, V., Bukarica, V.: Priručnik za energetske savjetnike. Zagreb: Program Ujedinjenih naroda za razvoj(UNDP)u Hrvatskoj, 2008.

**DODATAK**

Lista potrošnja energije po mjerilima

Potrošnja se odnosi na period: travanj-rujan, listopad-ožujak 2010.

Ukupna godišnja potrošnja električne energije: 590 MWh

Redni broj mjerila	Potrošnja električne energije u kWh	
	Ljeto	Zima
1	18748	29377
2	16860	16758
3	13761	14377
4	11858	9474
5	11392	7063
6	9239	5747
7	7765	5298
8	6290	5094
9	6059	4943
10	5622	4920
11	4866	4842
12	3809	4268
13	3664	4236
14	3367	4168
15	3276	4157
16	3247	4020
17	3138	3978
18	3071	3577
19	3011	3234
20	2965	3120
21	2912	2928
22	2820	2886
23	2741	2862
24	2736	2796
25	2723	2640
26	2695	2610
27	2682	2526
28	2508	2496
29	2438	2460
30	2381	2398
31	2347	2382
32	2340	2352
33	2316	2262
34	2310	2226
35	2251	2058
36	2141	1962
37	2100	1956
38	1992	1950
39	1914	1848



---

40	1896	1686
41	1861	1667
42	1806	1656
43	1806	1652
44	1785	1638
45	1758	1590
46	1722	1590
47	1691	1574
48	1667	1560
49	1663	1539
50	1620	1422
51	1610	1398
52	1609	1393
53	1554	1284
54	1506	1266
55	1506	1248
56	1494	1248
57	1453	1188
58	1448	1164
59	1445	1152
60	1443	1110
61	1416	1095
62	1333	1092
63	1332	1089
64	1308	1044
65	1305	999
66	1296	996
67	1290	948
68	1277	924
69	1260	918
70	1231	912
71	1230	906
72	1212	906
73	1182	876
74	1170	846
75	1152	834
76	1146	828
77	1146	774
78	1136	756
79	1123	750
80	1098	714
81	1092	714
82	1086	672
83	1056	636
84	1056	630
85	1032	624
86	1032	602

87	1026	570
88	1002	566
89	996	562
90	984	554
91	948	548
92	948	528
93	948	516
94	936	510
95	930	498
96	924	492
97	888	468
98	888	456
99	875	450
100	852	450
101	850	438
102	846	432
103	840	432
104	840	426
105	840	408
106	822	408
107	822	408
108	804	396
109	792	390
110	792	390
111	786	390
112	762	378
113	726	371
114	726	360
115	720	354
116	714	348
117	708	312
118	702	310
119	690	306
120	684	287
121	684	285
122	684	282
123	672	270
124	660	270
125	656	270
126	642	258
127	624	252
128	623	246
129	618	245
130	618	228
131	612	228
132	606	228
133	600	228

---

134	594	222
135	588	222
136	582	204
137	582	202
138	570	198
139	564	192
140	558	186
141	546	186
142	546	186
143	540	182
144	522	180
145	516	180
146	510	176
147	510	174
148	510	168
149	498	160
150	492	157
151	486	150
152	480	150
153	480	144
154	480	138
155	474	138
156	474	138
157	468	138
158	462	132
159	462	126
160	456	117
161	444	108
162	444	108
163	440	98
164	438	96
165	420	96
166	414	96
167	402	84
168	402	78
169	402	72
170	402	72
171	390	72
172	378	70
173	372	66
174	372	66
175	366	60
176	348	60
177	342	58
178	330	54
179	330	54
180	324	54

181	324	54
182	324	53
183	318	48
184	312	48
185	312	48
186	312	44
187	306	42
188	288	36
189	288	36
190	288	36
191	285	36
192	276	35
193	264	30
194	258	24
195	252	24
196	252	24
197	240	22
198	240	20
199	240	18
200	240	18
201	228	18
202	228	18
203	210	18
204	210	15
205	210	12
206	210	12
207	210	12
208	204	12
209	192	12
210	190	12
211	186	12
212	186	6
213	186	6
214	180	6
215	180	6
216	168	6
217	168	6
218	156	5
219	150	2
220	138	0
221	132	0
222	120	0
223	120	0
224	114	0
225	114	0
226	114	0
227	102	0

---

228	102	0
229	102	0
230	96	0
231	90	0
232	89	0
233	84	0
234	72	0
235	72	0
236	66	0
237	60	0
238	60	0
239	60	0
240	54	0
241	54	0
242	51	0
243	50	0
244	48	0
245	48	0
246	48	0
247	42	0
248	36	0
249	36	0
250	30	0
251	21	0
252	21	0
253	18	0
254	18	0
255	12	0
256	12	0
257	12	0
258	12	0
259	1	0
260	0	0
261	0	0
262	0	0
263	0	0
264	0	0
265	0	0
266	0	0
267	0	0
268	0	0
269	0	0
270	0	0
271	0	0
272	0	0
273	0	0
274	0	0

275	0	0
276	0	0
277	0	0
278	0	0
279	0	0
280	0	0
281	0	0
282	0	0
283	0	0
284	0	0
285	0	0