

Analiza ograničenja u primjeni obnovljivih izvora energije na hrvatskim otocima i provedbe aktivnosti za izradu plana energetske tranzicije otoka Lastova

Vučković, Mirko

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:235:097004>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mirko Vučković

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Izv.prof.dr. sc. Goran Krajačić, dipl. ing.

Student:

Mirko Vučković

Zagreb, 2023.

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

Zahvaljujem se svom mentoru Izv.prof. dr. sc. Goranu Krajačiću na savjetima i pomoći tijekom izrade ovog rada. Također velika zahvala i asistentu Goranu Stunjeku na stručnim savjetima i pomoći bez kojih izrada ovoga rada ne bi bila moguća.

Zahvaljujem se projektu INSULAE sufinanciranom iz programa za istraživanje i razvoj Obzor 2020., (broj ugovora o sufinanciranju 784966) na ustupljenim podacima i informacijama te projektu NESOI u sklopu kojeg je izrađen i ovaj diplomski rad.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, prijateljima, kolegama i profesorima koji su mi bili potpora za vrijeme studiranja.

Za kraj posebno se zahvaljujem roditeljima: majci Kati i ocu Marinu na velikom razumijevanju i bezuvjetnoj potpori kako za vrijeme studiranja tako i kroz cijeli život.

Mirko Vučković



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:



Procesno-energetski, konstrukcijski, inženjersko modeliranje i računalne simulacije i brodstrojarski

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 23 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 23 -	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Mirko Vučković** JMBAG: 0035200848

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza ograničenja u primjeni obnovljivih izvora energije na hrvatskim otocima i provedbe aktivnosti za izradu plana energetske tranzicije otoka Lastova**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of limitations in the application of renewable energy sources on Croatian islands and the implementation of activities for the creation of an energy transition plan for the island of Lastovo**

Opis zadatka:

Primjena obnovljivih izvora energije na hrvatskim otocima je postala sve popularnija u posljednjih nekoliko godina. Zbog izoliranosti otoci su tradicionalno ovisili o uvozu fosilnih goriva za proizvodnju energije. Međutim, sada su mnogi otoci prepoznali prednosti obnovljivih izvora energije, koji su pouzdaniji, održiviji i manje štetni za okoliš. Uporabom obnovljivih izvora energije na hrvatskim otocima, otoci mogu smanjiti svoju ovisnost o fosilnim gorivima i smanjiti svoj ugljični otisak. Osim toga, primjena obnovljivih izvora energije za proizvodnju električne energije donosi financijsku i ekonomsku dobit, a pogotovo kada se potiče njeno iskorištavanje za potrebe vlastite potrošnje. Ukratko, upotreba obnovljivih izvora energije na hrvatskim otocima predstavlja značajan korak prema održivijoj i čistijoj budućnosti.

U okviru zadatka potrebno je izraditi plan energetske tranzicije otoka Lastova.

U radu je potrebno provesti:

1. Analizu trenutnih zakona i odredbi primjene OIE u Hrvatskoj, dodatne zakone i propise koji definiraju korištenje OIE na hrvatskim otocima.
2. Analizu trenutnih ograničenja u primjeni OIE u Hrvatskoj.
3. Analizu trenutnog energetskeg sustava otoka Lastova.
4. Analizu potencijala proizvodnje energije na otoku koristeći OIE i mogućnosti energetske uštede.
5. Proračun koristeći dostupne modele u kojem je potrebno prikazati različite scenarije energetske tranzicije otoka Lastova ovisne o korištenim tehnologijama za proizvodnju električne energije i njeno skladištenje.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan: Datum predaje rada: Predvideni datumi obrane:

4. svibnja 2023. 6. srpnja 2023. 17. – 21. srpnja 2023.

Zadatak zadao: Predsjednik Povjerenstva:

Izv.prof.dr.sc. Goran Krajačić Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS KRATICA	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY	VII
1. UVOD.....	1
1.1. Otoki kao poligon za testiranje novih sustava.....	1
1.2. Hrvatsko otočje	1
2. Trenutni zakoni i odredbe primjene obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj.....	3
2.1. Europski zakoni i direktive	3
2.1.1. Deklaracija o pametnim otocima	5
2.2. Hrvatske strategije i zakoni.....	7
2.2.1. Strategija niskougličnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu	7
2.2.2. Integrirani nacionalni energetska i klimatski plan Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030. godine.....	9
2.2.3. Zakon o energiji	10
2.2.4. Zakon o tržištu električne energije.....	11
2.2.5. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji	12
2.2.6. Zakon o otocima	13
2.2.7. Nacionalni plan razvoja otoka 2021.-2027.	14
2.3. Ograničenja u primjeni OIE u Hrvatskoj	17
2.3.1. Pravni okvir.....	17
2.3.2. Spoj na elektroenergetsku mrežu	18
2.3.3. Usklađenost s propisima	18
2.3.4. Prostorno planiranje	18
2.3.5. Utjecaj na prirodu i okoliš.....	19
2.3.6. Glavne prepreke prijelazu na čistu energiju na otocima	20
3. Otok Lastovo	21
3.1. Geografske karakteristike otoka.....	21
3.2. Promet i gospodarstvo.....	22
3.3. Prostorni plan uređenja Općine Lastovo	23
3.3.1. Promet	23
3.3.2. Vodoopskrba	24
3.3.3. Odvodnja otpadnih voda i odlagalište otpada	24
3.3.4. Elektroopskrba i plinoopskrba	25
3.3.5. Zaštićena prirodna baština	26

3.3.6. Obnovljivi izvori energije – iskorištavanje energije Sunca	26
4. Energetski sustav otoka Lastovo	29
4.1. Javni sektor	29
4.1.1. Zgrade u vlasništvu općine	29
4.1.2. Vozila u vlasništvu općine	30
4.1.3. Vodovod i javna rasvjeta	31
4.1.4. Ukupno javni sektor	31
4.2. Društveni sektor	32
4.2.1. Sektor kućanstva	32
4.2.2. Uslužni sektor- gospodarstvo.....	33
4.2.3. Sektor prometa	34
4.2.4. Ukupno društveni sektor	35
4.3. Ukupna potrošnja energije	36
5. Primjeri dobre prakse.....	38
5.1. Otok Tilos	38
5.2. Projekt Insulae h2020.....	42
5.2.1. Otočje Madeira.....	42
5.2.2. Otok Unije.....	43
6. Modeliranje energetske tranzicije otoka Lastovo	45
6.1. Potencijal za proizvodnju solarne energije	46
6.2. Referentna godina	48
6.3. BAU (eng. Business As Usual) scenarij	49
6.4. Uvođenje pametne javne rasvjete	50
6.5. Prijelaz na električna vozila i elektrifikacija cestovnog prometa	51
6.6. Integracija proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava	52
6.6.1. Scenarij za 2030. godinu	52
6.6.2. Scenarij za 2050. godinu	54
6.6.3. Lokacija sunčeve elektrane	55
6.7. Skupni scenarij.....	55
7. ZAKLJUČAK.....	57
LITERATURA.....	58

POPIS SLIKA

Slika 1.	Europski zeleni plan [7]	4
Slika 2.	Tehnologije za iskorištavanje energije iz obnovljivih izvora na moru [8].....	5
Slika 3.	Koncept pametnih otoka [3]	7
Slika 4.	Indikativna putanja udjela OIE u bruto neposrednoj potrošnji energije [11].....	10
Slika 5.	Geografski smještaj otoka Lastovo [18].....	21
Slika 6.	Prostorni plan uređenja općine Lastovo - Energetski sustavi – elektroenergetika [19]	27
Slika 7.	Plan mjesta Lastovo [19]	28
Slika 8.	Potrošnja energije u zgradama u vlasništvu Općine u 2012. godini [20].....	30
Slika 9.	Potrošnja goriva vozila u vlasništvu općine [20]	30
Slika 10.	Ukupna potrošnja energije u javnom sektoru Općine Lastovo za 2012. godinu[20]	31
Slika 11.	Ukupna potrošnja energije prema energentima u javnom sektoru Općine Lastovo u 2012. godini[20]	32
Slika 12.	Potrošnja energenata u sektoru kućanstva [20]	33
Slika 13.	Potrošnja energije u uslužnom sektoru za 2012. godinu u Općini Lastovo [20]...	34
Slika 14.	Udio benzina i dizela u ukupnoj potrošnji goriva u sektoru prometa	35
Slika 15.	Ukupna potrošnja energije u društvenom sektoru za Općinu Lastovo.....	35
Slika 16.	Udio pojedinog sektora u ukupnoj potrošnji energije Općine Lastovo u 2012. godini.....	36
Slika 17.	Udio pojedinog energenta u ukupnoj potrošnji energije u Općini Lastovo	36
Slika 18.	Konfiguracija pametnog sustava otoka [25].....	40
Slika 19.	Elektroenergetski sustav otoka Lastovo u IPT alatu	45
Slika 20.	Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Dubrovačko-neretvanske županije [20].....	47
Slika 21.	Sunčevo zračenje na otoku Lastovo 2020. godine	47
Slika 22.	Potrošnja električne energije na otoku Lastovo za 2022. godinu.....	48
Slika 23.	Satna krivulja potrošnje električne energije	49
Slika 24.	Energija proizvedena iz sunčane elektrane i uvoz energije za 2030. godinu	52
Slika 25.	Punjenje i pražnjenje baterijskog sustava.....	53
Slika 26.	Energija proizvedena iz sunčane elektrane i uvoz energije za 2050. godinu	54
Slika 27.	Punjenje i pražnjenje baterijskog sustava.....	55

POPIS TABLICA

Tablica 1. Projekcije smanjenja emisija u niskougljičnim scenarijima [10]	9
Tablica 2. Pokazatelji obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti u niskougljičnim scenarijima [10]	9
Tablica 3. Broj dolazaka i noćenja u 2019. godini [22]	23
Tablica 4. Potrošnja energije prema BAU scenariju	50
Tablica 5. Efikasnost različitih tipova vozila [29]	51
Tablica 6. Potrošnja energije prema scenarijima povećanja udjela električnih vozila i uvođenja pametne javne rasvjete	51
Tablica 7. Skupni scenarij	56

POPIS KRATICA

Naziv kratice	Puni naziv
IPT	Investment Planning Tool
OIE	Obnovljivi izvori energije
EU	Europska unija
NUR	Referentni scenarij
NU1	Scenarij postupne tranzicije
NU2	Scenarij snažne tranzicije
KK	Kabelska kućica
TS	Trafostanica
CTS	Centralizirani toplinski sustav
JNA	Jugoslavenska narodna armija
SEAP	Akcijskog plana učinkovitog gospodarenja energijom
MUP	Ministarstvo unutarnjih poslova
HEP	Hrvatska elektroprivreda
OŠ	Osnovna škola
UNP	Ukapljeni naftni plin
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
BAU	Business As Usual
km ²	Kilometar kvadratni
%	Postotak
GW	Gigavat
IKT	Informacijsko-komunikacijske tehnologije
PUO	Procjena utjecaja na okoliš
MW	Megavat
MWh	Megavat-sat
EO	Energetsko odobrenje

SAŽETAK

Cilj Europske unije da Europa postane prvi klimatski neutralan kontinent do 2050. godine zahtjeva velike napore i ubrzan rad svih država članica na energetskej tranziciji. Donesene su mnoge strategije i zakoni kako provesti taj prijelaz. Hrvatska prati sve korake koji su propisani te usklađuje svoje strategije i zakone prema europskim direktivama. Otoci su prepoznati kao najbolji poligon za testiranje i provođenje mjera za postizanje zadanih ciljeva zbog svoje izoliranosti od kopna te povoljne klime za iskorištavanje svih oblika obnovljivih izvora energije.

U radu su analizirani zakoni i strategije Europske unije i Republike Hrvatske koji su povezani sa energetskej tranzicijom i obnovljivim izvorima energije. Kao primjer za stvaranje modela energetske tranzicije otoka odabran je otok Lastovo. Napravljen je analiza elektroenergetskog sustava otoka prema različitim sektorima. Modeliranje scenarija energetske tranzicije provedeno je pomoću Investment Planning Tool (IPT) alata koji je nastao kao dio projekta Insulae.

Kreirana su tri scenarija i to za implementaciju pametne javne rasvjete, elektrifikaciju cestovnog prometa i izgradnju sunčeve elektrane s baterijskim sustavom za pohranu energije za 2030. i 2050. godinu. Pametna javna rasvjeta ima mali udio u ukupnoj potrošnji energije, ali je odličan prvi korak za početak tranzicije dok ostala dva scenarija donose smanjenje potrošne energije te povećanje udjela električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije na 54,2 %. Te dvije mjere su ključne za energetskej tranziciju otoka.

Ključne riječi: Deklaracija o pametnim otocima, otoci, otok Lastovo, energetskej tranzicija, obnovljivi izvori energije, Investment Planning Tool

SUMMARY

The goal of the European Union to make Europe the first climate-neutral continent by 2050 requires great efforts and accelerated work of all member states on energy transition. Many strategies and laws have been enacted to implement this transition. Croatia follows all the prescribed steps and harmonizes its strategies and laws according to European directives. The islands are recognized as the best training ground for testing and implementing measures to achieve set goals due to their isolation from the mainland and a favorable climate for exploiting all forms of renewable energy sources.

The paper analyzes the laws and strategies of the European Union and the Republic of Croatia that are related to energy transition and renewable energy sources. The island of Lastovo was chosen as an example for the creation of a model of the island's energy transition. An analysis of the island's power system according to different sectors was made. Modeling of the energy transition scenario was carried out using the Investment Planning Tool (IPT), a tool created as part of the Insulae project.

Three scenarios were created for the implementation of smart public lighting, the electrification of road traffic and the construction of a solar power plant with a battery system for energy storage for 2030 and 2050. Smart public lighting has a small share in total energy consumption, but it is an excellent first step to start the transition, while the other two scenarios bring a reduction in energy consumption and an increase in the share of electricity produced from renewable energy sources to 54.2%. Those two measures are crucial for the island's energy transition.

Key words: Declaration on Smart Islands, islands, Lastovo Island, energy transition, renewable energy sources, Investment Planning Tool

1. UVOD

Klimatske promjene predstavljaju veliki izazov za današnje društvo. Klimatske promjene koje se događaju su posljedica djelovanja ljudi i modernog načina života. Najveći problem predstavlja zagađenje koje nastaje izgaranjem fosilnih goriva. Hrvatska se kao članica Europske unije obvezala da će provoditi mjere za usporavanje klimatskih promjena. U prosincu 2015. godine postignut je Pariški sporazum kojim su se države obvezale da će zajedničkim djelovanjem smanjivati emisije stakleničkih plinova s ciljem ograničavanja porasta prosječne globalne temperature do najviše 2 °C do kraja stoljeća, a ukoliko bude moguće do 1.5 °C. Ostvarenje toga cilja moguće je ako se do 2030. godine uspoređujući s 1990. godinom postigne smanjenje emisije stakleničkih plinova od 40% [1]. Zakoni i strategije koje će voditi do ostvarenja toga cilja te novih ciljeva Europske unije te Republike Hrvatske, donesenih nakon Pariškog sporazuma, biti će detaljnije opisani u daljnjem tekstu.

1.1. Otoci kao poligon za testiranje novih sustava

Otoci su idealni za testiranje sustava energetske tranzicije koji vode prema klimatskoj neutralnosti. Zbog svoje izoliranosti od kopna i specifične klime otoci se suočavaju sa mnogim problemima u opskrbi energijom te kao takvi dobra su prilika za postavljanje i testiranje novih energetskih sustava. Na otocima postoje veliki potencijali za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije (OIE) koji su do sada nažalost slabo iskorišteni te je cilj u budućnosti iskoristiti te potencijale. U sklopu ovoga rada odabrana je energetska tranzicija otoka Lastovo.

1.2. Hrvatsko otočje

Hrvatska je u svijetu prepoznata kao turistička zemlja s mnogobrojnim prirodnim ljepotama. Tu značajnu ulogu ima hrvatsko otočje. Hrvatsko otočje, odmah nakon Grčke, drugo je otočje po veličini u Sredozemlju. Čak 69,5% hrvatske obale otpada na otoke te otoci zauzimaju 5,8% površine hrvatskog kopna. Hrvatsko otočje je jedinstvena otočna geografska cjelina koja se sastoji od ukupno 1244 otoka, otočića, hridi i grebena. Brojka 1244 podijeljena je na 78 otoka, 524 otočića, 642 hridi i grebena. Hrvatsko obalno more ima površinu 31,5 tisuća km², od čega su unutrašnje morske vode površine 12,5 tisuća km², a teritorijalno more 19 tisuća km². Bez otoka hrvatsko teritorijalno more bi bilo za dvije trećine manje [2].

Na otocima nalaze se tri nacionalna parka: Kornati, Mljet, Brijuni te dva parka prirode: Telašćica i Lastovsko otočje [3].

Institucionalni okvir otočne razvojne politike u Republici Hrvatskoj postavljen je na tri upravne razine nositelja politike: (1) nacionalnoj, (2) regionalnoj i (3) lokalnoj. Središnji nositelj otočne razvojne politike na nacionalnoj razini je Ministarstvo regionalnoga razvoja i fondova Europske unije odnosno Uprava za otoke [4].

Područje hrvatskih otoka teritorijalno pripada 7 jedinica regionalne samouprave (Istarska, Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska, Dubrovačko-neretvanska županija).

O otocima administrativno brine 59 jedinica lokalne samouprave odnosno 18 gradova i 41 općina od čega je 51 direktno na otoku, a 8 jedinica na kopnu (Zadar, Sveti Filip i Jakov, Pakoštane, Šibenik, Vodice, Trogir, Split, Dubrovnik) [2].

2. Trenutni zakoni i odredbe primjene obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj

Sektor OIE u Hrvatskoj prolazi stalan proces promjene, adaptacije i napretka. Postoji veliki interes ulaganja u projekte povezane s OIE u Hrvatskoj. Još ne postoji jedan centralni izvor informacija i uputa za ulagače i projektante za projekte OIE. Tu je niz zakona i odredbi koje su donošene kroz vrijeme te su one usko vezane na zakone i odredbe Europske unije prema cilju klimatske neutralnosti do 2050. godine.

U 2019. godini, Hrvatska je ostvarila udio od 28,5% energije iz obnovljivih izvora u svojoj ukupnoj potrošnji energije, čime je premašila cilj od 20% za 2020. godinu. Trenutni cilj u Hrvatskoj energetske strategiji za 2030. godinu je 36,6% i vjerojatno će biti povećan jer Europska unija trenutno provodi povećanje svog cilja za OIE do 2030. kako bi postigla klimatska neutralnost do 2050. godine [5].

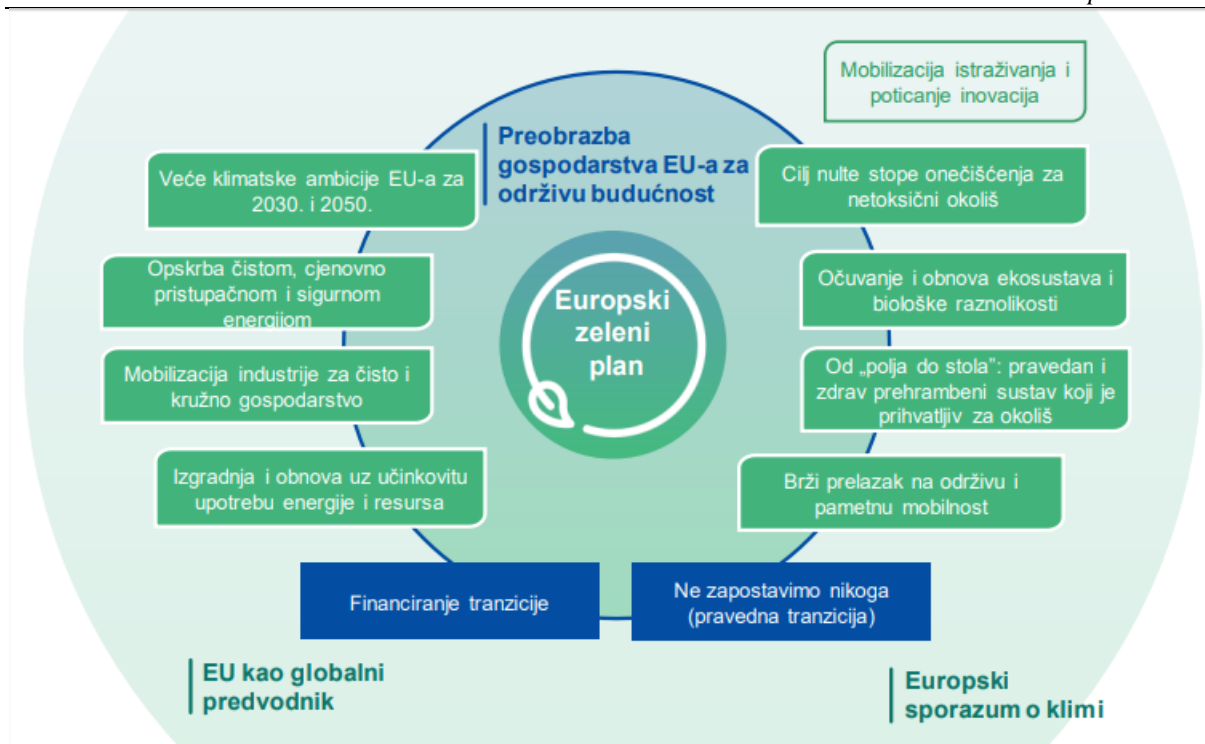
2.1. Europski zakoni i direktive

Cilj Europske unije je postići udio energije iz obnovljivih izvora od 32% do 2030. godine. Također cilj je postići 14% energije iz obnovljivih izvora u prometu te povećati održivost bioenergije [6]. Europski zeleni plan kao jedan od ključnih dokumenta prema klimatskoj neutralnosti do 2050. godine donosi slijedeće zaključke:

- obnovljivi izvori energije imat će ključnu ulogu u prijelazu na čistu energiju,
- povećanje proizvodnje energije vjetra na moru je ključno u spomenutom prijelazu,
- pametna integracija obnovljivih izvora energije, energetske učinkovitosti i drugih održivih rješenja u svim sektorima pomoći će postizanju dekarbonizacije uz najniže moguće troškove.

U planu su predviđeni i ciljevi za 2030. godinu:

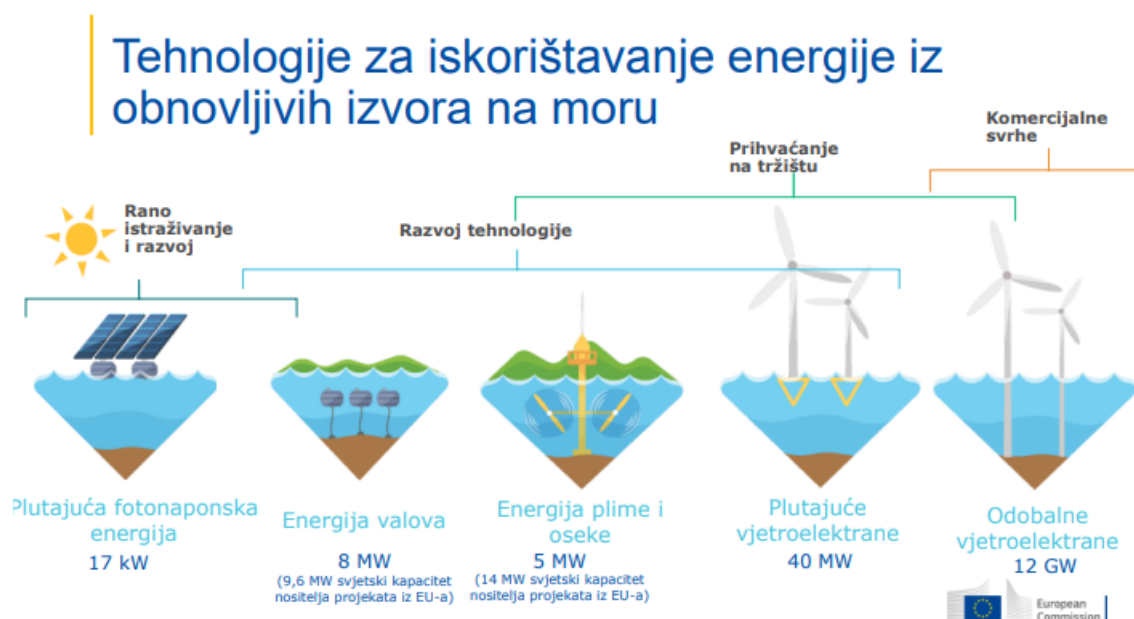
- najmanje 55% smanjenje emisija stakleničkih plinova u usporedbi s 1990. godinom,
- najmanje 32% udjela obnovljive energije koja se troši u EU (s željom povećanja na 40%),
- najmanje 32,5% poboljšanja energetske učinkovitosti (i obvezno povećanje iznad tog postotka) [7].



Slika 1. Europski zeleni plan [7]

Europska komisija objavila je i strategiju za iskorištavanje OIE na moru. Iskorištavanje OIE na moru prepoznato je kao jedan od ključnih faktora prema cilju energetske neutralnosti Europske unije do 2050. godine. Strategija se bazira na cilju instaliranja 60 GW vjetroturbina na moru do 2030. godine s pogledom prema 300 GW do 2050. godine. Detektirani su glavni izazovi za postizanje tih ciljeva te su predložene politike i regulative kako bi se ti izazovi riješili:

- prostorno planiranje na moru trebalo bi osigurati održivo upravljanje prostorom i resursima,
- novi pristup obnovljivoj energiji na moru i mrežnoj infrastrukturi trebao bi uključivati mogućnost tzv. hibridnih projekata,
- Europska komisija osigurati će jasniji europski regulatorni okvir za obnovljivu energiju na moru,
- potrebno je mobilizirati privatna ulaganja u obnovljivu energiju na moru, uz podršku sredstava Europske unije,
- poticanje istraživanja i inovacija važan je preduvjet za masovnu implementaciju obnovljive energije na moru,
- potreban je snažniji opskrbeni i vrijednosni lanac diljem Europe [5].



Slika 2. Tehnologije za iskorištavanje energije iz obnovljivih izvora na moru [8]

2.1.1. Deklaracija o pametnim otocima

Inicijativa Pametni otoci bazirana je na dugogodišnjoj suradnji europskih otoka i teži pokazati da otoci mogu biti poprišta razvoja pilot projekata te izvor znanja o pametnom i učinkovitom upravljanju resursima i infrastrukturom, a koja je kasnije moguće prenijeti u planinske, ruralne i općenito geografski izolirane sredine, ali i prilagoditi potrebama velikih gradova na kopnu. Cilj je jačanje povezanosti između transporta, energetike i informacijsko-komunikacijskih tehnologija te pametno gospodarenja otpadom i vodom na principu kružnog gospodarstva. Izoliranost otoka prisiljava na razmišljanje kako optimalno koristiti i upravljati resursima te doprinijeti održivom i ravnomjernom razvoju koji će iskoristiti otočne potencijale. Otoci mogu biti živi laboratoriji (eng. living labs) koji mogu ponuditi važna rješenja u raznim sektorima—energije, transporta, cirkularne ekonomije, uključivog upravljanja, informacijsko-komunikacijskih tehnologija (IKT) i drugog, a primjenjiva i u ne-otočnim zajednicama. Rezultat je to prilagodljivosti otoka koja se razvila radi njihove veličine, udaljenosti od kopna, maloj gustoći populacije, pravnom, fiskalnom i političkom statusu otoka. Usprkos svojim različitostima, većina otoka obilježena je svojom izoliranošću, a koja je znatno povezana s ovisnošću o fosilnim gorivima koja se odražava u visokim cijenama prijevoza na kopno i slabom gospodarskom diversifikacijom. No, otoke ujedno obilježava i visok socijalni kapital te jak osjećaj identiteta i pripadanja kod njihovih stanovnika. Ovaj skup karakteristika ujedno je i

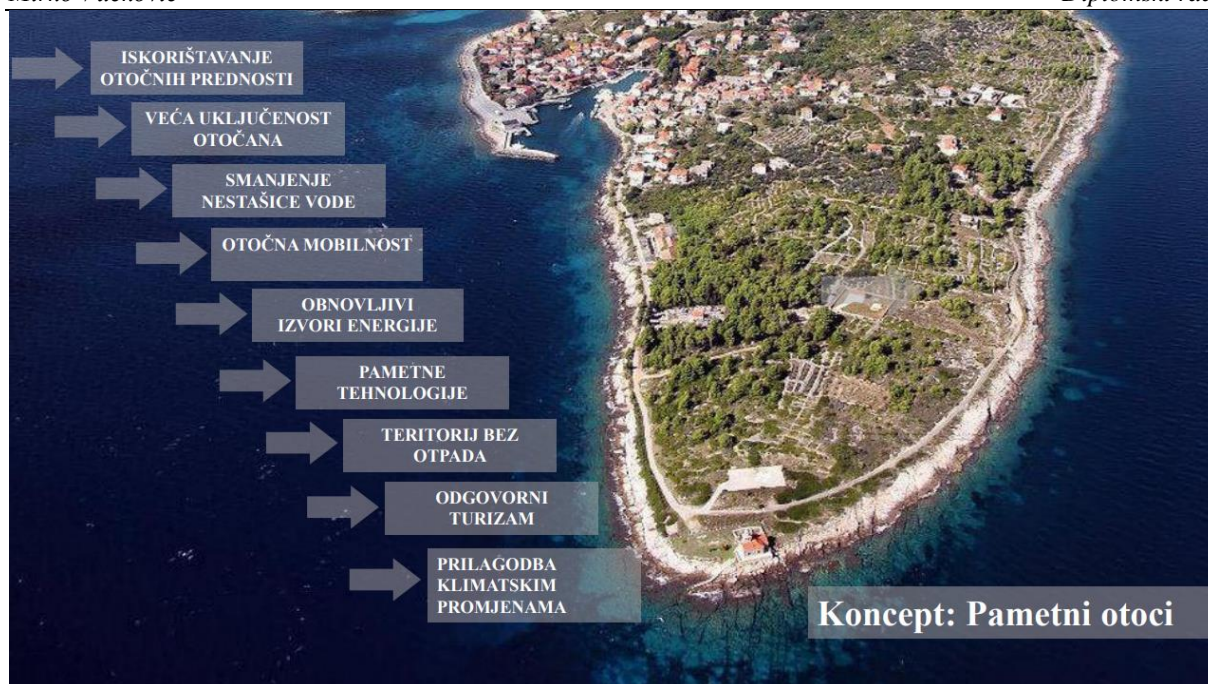
pokretač različitih lokalnih paradigmi koje kombiniraju ekološka, društvena, ekonomska i tehnološka rješenja, a s ciljem pametnog, integriranog i uključivog upravljanja prirodnim resursima i infrastrukturom.

Pametni otok definiran je kao otočno područje koje se uspješno prilagođava klimatskim promjenama, kombinirajući ublažavanje efekata klimatskih promjena te prilagodbu na iste, a sve sa ciljem održivog lokalnog ekonomskog razvoja i povećanja kvalitete života svojih stanovnika, kroz pametne načine integriranog upravljanja infrastrukturom, prirodnim resursima i okolišem kao cjelinom, uz korištenja IKT alata i promoviranje inovativnih uključivih načina upravljanja i financiranja.

Uvođenje koncepta pametnih otoka

Koncept pametnih otoka temelji se na 10 odrednica:

1. Djelovati na prilagodbi i ublažavanju klimatskih promjena te jačati otpornost na iste na lokalnoj razini,
2. Korištenje pametnih tehnologija kako bi se osiguralo optimalno upravljanje i korištenje otočnih resursa i infrastrukture,
3. Odmaknuti se od fosilnih goriva uzimajući u obzir potencijal značajnih obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti,
4. Promovirati održive načine mobilnosti na otocima uključujući električnu mobilnost,
5. Smanjiti nedostatak i oskudicu vode primjenom nekonvencionalnih i pametnih načina upravljanja vodnim resursima,
6. Postati teritorij bez otpada uvođenjem kružnog gospodarstva,
7. Očuvati karakterističan prirodni i kulturni kapital otoka,
8. Iskoristiti prirodne i tradicionalne karakteristike otoka za stvaranje novih i inovativnih radnih mjesta,
9. Jačati socijalnu uključenost, obrazovanje i potporu građana,
10. Poticati pomak prema alternativnom, cjelogodišnjem, održivom i odgovornom turizmu [9].



Slika 3. Koncept pametnih otoka [3]

2.2. Hrvatske strategije i zakoni

2.2.1. Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu

Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu najvažniji je strateški dokument o OIE u Hrvatskoj. Strategija daje širok raspon inicijativa energetske politike koje će poboljšati sigurnost energetske opskrbljivanja, postupno smanjivati gubitke energije, povećavati energetske učinkovitost, smanjivati ovisnost o fosilnim gorivima i povećavati domaću proizvodnju i uporabu obnovljivih izvora energije. Strategija određuje tempo tranzicije energetske sektora u kojem se očekuje promjena trenutnih tehnologija, uređaja, prijevoza, potrošnje energije i drugih faktora. Na kraju razdoblja koje obuhvaća Strategija, energija će se generirati, prevoziti, prenositi, distribuirati, trgovati i upravljati na drugačiji način nego danas, što implicira postupni prijelaz prema decentraliziranom, digitaliziranom i niskougljičnom sustavu. Strategija predstavlja Hrvatske planove kako smanjiti emisije ugljikovog dioksida i ostalih stakleničkih plinova kako bi se ispunile međunarodne obaveze prema klimatski neutralnoj Europi. U strategiji su predstavljeni različiti scenariji za postizanje ciljeva te su podijeljeni na kratkoročne do 2030. godine i dugoročne do 2050. godine [5]. Tri glavna scenarija ove strategije su: Referentni scenarij (NUR), Scenarij postupne tranzicije (NU1) i Scenarij snažne tranzicije (NU2).

Referentni scenarij NUR

Referentni scenarij NUR nastavak postojeće prakse u skladu s trenutnim zakonodavnim okvirima i prihvaćenim ciljevima do 2030. godine. Ovaj scenarij ne vodi niskougljičnom gospodarstvu i ovo je scenarij s blažim povećanjem udjela OIE i energetske učinkovitosti. Emisije u ovom scenariju se smanjuju za 28,9% u 2030. godini te 46,3% u 2050. godini u odnosu na razinu emisije u 1990. godini. Udio obnovljivih izvora u ovom scenariju je 35,7% u 2030. godini, a 45,5% u 2050. godini [10].

Scenarij postupne tranzicije NU1

Scenarij postupne tranzicije NU1 scenarij je ubrzane energetske tranzicije i dimenzioniran je tako da ispuni ciljeve iz Pariškog sporazuma da se porast temperature održi unutar 2 °C, a po mogućnosti i unutar 1,5 °C. Udio obnovljivih izvora energije u 2030. godini po ovom scenariju je 36,4 %, a u 2050. godini mogao bi biti 53,2 %. NU1 scenarijem smanjuje se emisija stakleničkih plinova za 33,5% u 2030. godini i 56,8% u 2050. godini, u odnosu na 1990. godinu [10].

Scenarij snažne tranzicije NU2

Dimenzioniran je s ciljem da se u 2050. godini postigne smanjenje emisije za 80% u odnosu na 1990. godinu. Očekuje se veliko smanjenje uporabe fosilnih goriva te povećanje korištenja obnovljivih izvora energije. Udio obnovljivih izvora energije u 2030. godini po ovom scenariju je 36,4%, a u 2050. godini mogao bi biti 65,6%. Prema ovom scenariju 2050. godine dominantni izvor emisija ostaje promet iza kojeg slijede poljoprivreda i industrija. Primjenom danas poznatih mjera, uključivo i one koje su u socio-gospodarskom pogledu prihvatljive za poljoprivredu, moglo bi se postići smanjenje emisije od 73,1 % u odnosu na 1990. godinu. Ostatak do 80 % računa se na nove tehnologije koje danas još nisu u primjeni, odnosno nedovoljno razvijene tehnologije [10].

Scenarij neto nulte emisije (klimatska neutralnost)

Scenarij neto nulte emisije teži nultoj emisiji 2050. godine nije raspisan kao ostali i samo je informativnog karaktera u ovoj strategiji [10].

Projekcije smanjenja emisija prema pojedinom scenariju te prema različitim sektorima prikazane su u Tablica 1., dok je povećanje udjela OIE prikazano u Tablica 2.

Tablica 1. Projekcije smanjenja emisija u niskougljičnim scenarijima [10]

Emisije u odnosu na emisije u 1990. godini (%)	2016.	2030.		2040.		2050.	
	Ostvareno	NUR	NU1 do NU2	NUR	NU1 do NU2	NUR	NU1 do NU2
Proizvodnja električne energije i topline	-9,9	-42,8	-49,7 do -53,3	-53,3	-65,6 do -79,3	-56,7	-61,0 do -93,3
Proizvodnja i prerada goriva	-55,7	-55,4	-55,8 do -56,0	-61,5	-62,8 do -63,7	-72,9	-74,7 do -75,9
Promet	59,1	63,8	51,4 do 44,0	31,7	20,7 do 16,8	-1,4	-28,3 do -55,4
Sektor opće potrošnje	-22,3	-22,5	-30,2 do -34,0	-26,4	-40,2 do -53,3	-33,2	-55,3 do -73,8
Industrija	-53,9	-51,9	-54,1 do -57,5	-53,6	-58,6 do -64,1	-56,6	-64,4 do -83,0
Poljoprivreda	-36,0	-40,8	-44,5 do -46,3	-42,7	-48,1 do -51,5	-43,8	-50,9 do -55,8
Otpad	100,5	35,0	35,0	-7,6	-7,6	-29,4	-29,4
Ukupno projekcije	-23,5	-28,9	-33,5 do -36,7	-37,6	-44,8 do -50,9	-46,3	-56,8 do -73,1

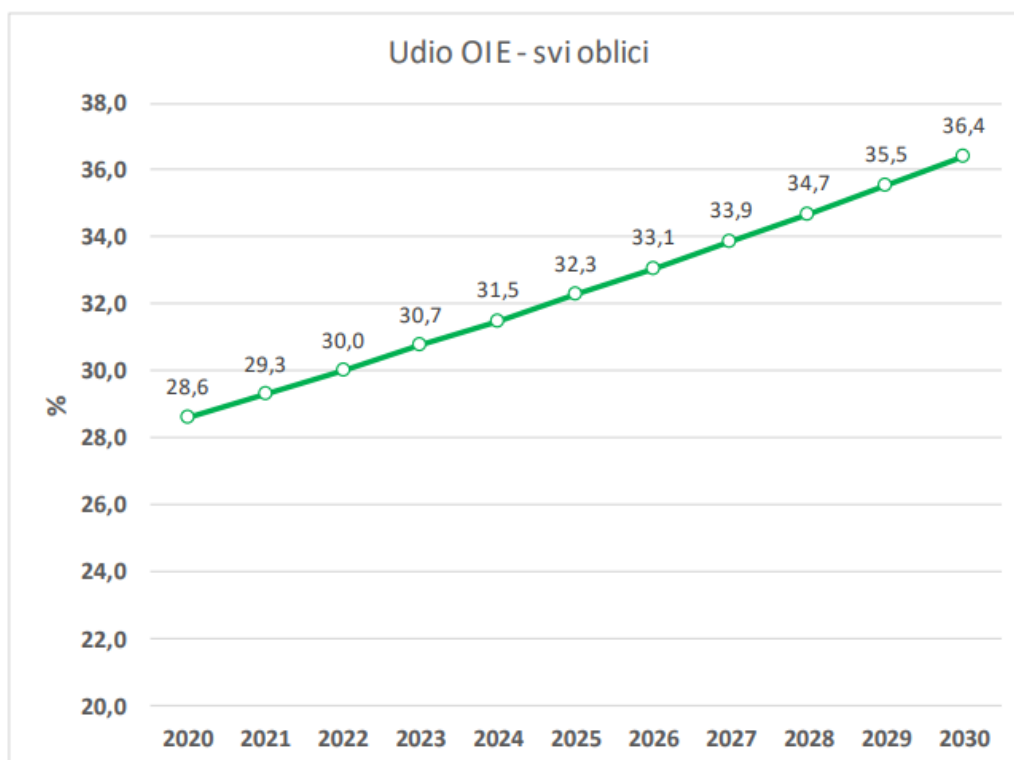
Tablica 2. Pokazatelji obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti u niskougljičnim scenarijima [10]

Obnovljivi izvori energije i energetska učinkovitost	2016.	2030.	2040.	2050.
	Ostvareno	NU1 do NU2	NU1 do NU2	NU1 do NU2
Udio OIE u bruto neposrednoj potrošnji energije (%)	28,3	36,4	44,1 do 45,8	53,2 do 65,6
Neposredna potrošnja energije (PJ)	277,3	286,9 do 272,5	265,2 do 238,3	225,6 do 189,6
Ukupna potrošnja energije* (PJ)	359,4	344,4 do 328,7	325,7 do 292,2	287,4 do 251,0

2.2.2. Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030. godine

Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan za razdoblje od 2021. do 2030. godine još jedan je od važnih strateških dokumenata prema klimatski neutralnoj 2050. godini. Plan se nadovezuje na postojeće strategije i planove te daje pregled trenutnog energetskeg sustava i

stanja u području energetske i klimatske politike. Također se daje pregled nacionalnih ciljeva za svaku od pet ključnih dimenzija energetske unije i odgovarajuće politike i mjere za ostvarivanje tih ciljeva, a za što treba uspostaviti i analitičku osnovu. Pet ključnih dimenzija energetske unije su: 1. energetska sigurnost, 2. unutarnje energetske tržište, 3. energetska učinkovitost, 4. dekarbonizacija i 5. istraživanje, inovacije i konkurentnost. Posebna pozornost posvećena je ciljevima do 2030. godine te oni uključuju: smanjenje emisija stakleničkih plinova, energiju iz obnovljivih izvora, energetske učinkovitost i elektroenergetsku međusobnu povezanost. Na Sliku 4. prikazan je predviđeni rast udjela OIE prema ovoj strategiji do 2030. godine [11].



Slika 4. Indikativna putanja udjela OIE u bruto neposrednoj potrošnji energije [11]

2.2.3. Zakon o energiji

Najvažniji zakon za projekte u energetske sektoru je Zakon o energiji. Prema ovom zakonu stvaranje energije je fizički ili kemijski proces transformacije goriva ili obnovljive energije u električnu, toplinsku ili druge oblike energije. Energetski subjekt je pravna ili fizička osoba koja obavlja jednu ili više energetske djelatnosti i ima dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti. Energetske djelatnosti prema Zakonu o energiji su:

1. proizvodnja energije,

2. prijenos, odnosno transport energije,
3. skladištenje energije,
4. distribucija energije,
5. upravljanje energetske objektima,
6. opskrba energijom,
7. trgovina energijom i
8. organiziranje tržišta energijom.

Pravne i fizičke osobe mogu obavljati energetske djelatnosti samo na temelju rješenja (dozvole) kojim se dozvoljava obavljanje te djelatnosti. Dozvola se može izdati pravnoj i fizičkoj osobi ako je ispunjen jedan od navedenih uvjeta:

1. ako je registrirana za obavljanje energetske djelatnosti,
2. koja je tehnički kvalificirana za obavljanje djelatnosti,
3. koja ima u radnom odnosu potreban broj stručno osposobljenih djelatnika za obavljanje djelatnosti,
4. koja raspolaže financijskim sredstvima potrebnim za obavljanje djelatnosti ili dokaže da ih može pribaviti,
5. kojoj nije oduzeta dozvola za obavljanje energetske djelatnosti za koju traži dozvolu u posljednjih pet godina koje prethode godini podnošenja zahtjeva,
6. čiji članovi uprave, odnosno druge njima odgovorne osobe u pravnoj osobi nisu bili u posljednjih pet godina pravomoćno osuđeni za kazneno djelo protiv gospodarstva, odnosno fizičkoj osobi koja u posljednje tri godine nije pravomoćno osuđena za kazneno djelo protiv gospodarstva [12].

2.2.4. Zakon o tržištu električne energije

Zakon o tržištu električne energije drugi je važan dio zakonodavnog okvira o energiji Republike Hrvatske. Ovaj zakon propisuje pravila o proizvodnji, prijenosu, distribuciji i skladištenju električne energije zajedno s odredbama o zaštiti potrošača kako bi se stvorilo integrirano, konkurentno, fleksibilno, pošteno i transparentno tržište električne energije. Najvažnija promjena u Zakonu o tržištu električne energije za OIE i postrojenja za pohranu električne energije je energetske odobrenje, koje se sada dodjeljuje putem javnog natječaja već na samom početku razvoja projekta, kako je detaljnije objašnjeno u Poglavlju 5.3. - Energetske odobrenje.

Energetsko odobrenje se dodjeljuje bez provedbe javnog natječaja u sljedećim iznimnim situacijama:

- za obnovu i/ili revitalizaciju postojećih proizvodnih ili skladišnih postrojenja za energiju,
- za projekte geotermalnih elektrana koje imaju ugovor o iskorištavanju geotermalnih voda, sukladno propisima u području istraživanja i iskorištavanja geotermalnih voda iz kojih se može koristiti akumulirana toplina u energetske svrhe,
- ako investitor riješi vlasničke odnose na zemljištu na kojem planira izgraditi proizvodno postrojenje [13].

2.2.5. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji

Osnovni zakon za područje OIE čija je svrha promicanje proizvodnje električne i toplinske energije iz obnovljivih izvora i visokoučinkovite kogeneracije. Prema ovom zakonu te za potrebe izvještavanja, statističke obrade te klasifikacije proizvodnih postrojenja OIE dijele se na sljedeći način:

1. Energiju Sunčeva zračenja
2. Energiju vjetra
3. Hidroenergiju
4. Geotermalnu energiju
5. Energiju biomase
6. Energiju mora
7. Nespecificirane i ostale obnovljive izvore energije [14].

Projekt s OIE definiran je kao proizvodni projekt ako je registriran u Registar obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača. Registar daje informacije o:

- Projektima OIE i visokoučinkovite kogeneracije
- Elektranama na OIE i elektranama visokoučinkovite kogeneracije
- Privilegiranim proizvođačima električne energije na teritoriju Republike Hrvatske [5].

Bitna novost u ovom zakonu je uvođenje koncepta zajednice obnovljive energije koja je definirana: „krajnji kupci, posebno kupci iz kategorije kućanstvo, imaju pravo sudjelovati u zajednici obnovljive energije, zadržavajući pritom prava ili obaveze koja imaju kao krajnji kupci i ne podliježu neopravdanim ili diskriminirajućim uvjetima ili postupcima koji bi

spriječili njihovo sudjelovanje u zajednici energije iz obnovljivih izvora, a u slučaju privatnih poduzeća, pod uvjetom da njihovo sudjelovanje nije njihova primarna ili profesionalna djelatnost.“

Zajednice obnovljive energije imaju pravo:

1. proizvoditi, trošiti, skladištiti i prodavati obnovljivu energiju, među ostalim putem ugovora o kupnji obnovljive energije,
2. dijeliti, unutar zajednice obnovljive energije, obnovljivu energiju koja je proizvedena u proizvodnim jedinicama u vlasništvu te zajednice obnovljive energije, podložno drugim zahtjevima iz ovog članka te zadržavajući prava i obveze članova zajednice obnovljive energije kao korisnika,
3. pristupiti svim prikladnim tržištima energije izravno ili putem agregacije na nediskriminirajući način [14].

2.2.6. Zakon o otocima

Od 1. siječnja 2019. godine na snazi je novi Zakon o otocima (NN 116/18). U članku 22. pod nazivom Pametni otok navedeno je:

„Ovim Zakonom potiče se i podupire održivi razvoj otoka kroz projekte koji se provode u skladu s jednom ili više odrednica Pametnog otoka.“ Ove odrednice jednake su odrednicama iz europske Deklaracije o pametnim otocima [15].

Zakon o otocima obuhvaća konkretne mjere kao što su: izjednačavanje cijene vode za ljudsku potrošnju na otocima koji nisu spojeni na sustav javne vodoopskrbe s cijenom vode na kopnu, pravo na besplatan javni otočni cestovni prijevoz, sređivanje katastra i zemljišnih knjiga, uklanjanje otpada s otoka, eksploatacija mineralnih sirovina na otocima, gospodarenje divljači i uklanjanje invazivnih stranih vrsta s otoka, novi pristup određivanja razvijenosti otoka, poticanje razvoja civilnog društva i zadrugarstva na otocima kao i druge mjere usmjerene na demografsku i gospodarsku revitalizaciju hrvatskih otoka. Uvažavajući nove smjernice za europske otoke (pametne, uključive i uspješne otočne zajednice inovativne i održive Europe), Zakonom o otocima potiče se i podupire održivi razvoj otoka kroz projekte koji se provode u skladu s odrednicama Pametnog otoka, a posebno one koji se odnose na: uvođenje novih tehnologija, korištenje OIE, rješavanje otpada uvođenjem kružnog gospodarstva, očuvanje prirodne i kulturne baštine, rješavanje nedostatka vode korištenjem nekonvencionalnih i pametnih načina upravljanja vodnim resursima, diversifikaciju otočnog gospodarstva u skladu

s posebnostima otoka, prelazak na alternativne, dugoročne, održive i odgovorne oblike turizma na otocima i sl. [2].

Članak 41. ovoga zakona naslova Davanje kredita otočnim ulagačima uz povlaštene uvjete glasi:

„Hrvatska banka za obnovu i razvitak svojim programima kreditiranja uz povlaštene uvjete može poticati ulaganja pravnih osoba, obrtnika i ostalih fizičkih osoba koje obavljaju registriranu djelatnost koje na otocima započinju ili proširuju djelatnost određenu člankom 35. stavkom 1. ovoga Zakona.“

Iz ovoga članka vidljivo je kako država Hrvatska potiče ulaganje u otoke povlaštenim kreditima te je time također obuhvaćeno ulaganje u proizvodnju i korištenje OIE na otocima i na moru [15].

2.2.7. Nacionalni plan razvoja otoka 2021.-2027.

Osnovna misija Nacionalnog plana razvoja otoka je izjednačavanje uvjeta života na otocima s onima stanovništva na kopnu. Nacionalni plan predstavlja osnovu za buduće financiranje ciljanih projekata na otocima kako iz proračunskih izvora tako i putem sredstava Europske unije u financijskoj perspektivi 2021.-2027.. Nacionalni plan ujedno čini i okvir za izradu programa, mjera, aktivnosti i projekata vezanih uz otoke u provedbenim programima tijela državne uprave i drugih javnopravnih tijela. U kontekstu politike EU otoci se smatraju područjima izloženim ozbiljnim i trajnim prirodnim ili demografskim poteškoćama.

Zakonom je propisano da Nacionalni plan sadrži 17 otočnih programskih područja:

- a) prometno povezivanje (pomorski, cestovni i zračni prijevoz)
- b) vodoopskrba i odvodnja
- c) gospodarski razvoj i poduzetništvo
- d) demografska obnova
- e) poljoprivreda, ribarstvo i lovstvo
- f) gospodarenje otpadom
- g) zdravstvena zaštita i razvoj telemedicine
- h) elektroničke komunikacijske mreže vrlo velikog kapaciteta
- i) zaštita prirode i okoliša
- j) kultura i očuvanje kulturne baštine

k) predškolski odgoj, osnovno i srednjoškolsko obrazovanje i znanost

l) čista energija, energetika, obnovljivi izvori energije, ublažavanje i prilagodba klimatskim promjenama

m) socijalna skrb

n) razvoj civilnog društva

o) turizam

p) stambeno zbrinjavanje

r) zaštita i korištenje malih povremeno nastanjenih i nenastanjenih otoka i otočića.

Prema točki 7.3. ovog plana kako bi se osigurala posebnost otočnog prostora izuzetno je važno održivo korištenje i upravljanje njegovim resursima. U tu kategoriju spadaju svi materijalni i nematerijalni resursi koji služe održivom korištenju otočnog okoliša te očuvanju otočnog načina života i identiteta. Glavni cilj za budućnost je samoodrživost hrvatskih otoka. Krucijalni resurs na otocima je voda stoga je jako bitno osigurati dostupnost vode kroz cijelu godinu, naročito u ljetnim mjesecima. Također je potrebno smanjiti stvaranje otpada te poticati odvajanje otpada te adekvatno gospodarenje svim vrstama otpada. U svrhu samoodrživosti otoka uz smanjenje ekološkog otiska poticati će se primjena pametnih i energetski učinkovitih rješenja u gospodarstvu, zgradarstvu, prometu te pružanju komunalnih usluga. Planom je predviđeno poticanje inicijative energetske tranzicije otoka prema upotrebi OIE, alternativnih goriva i čiste energije. Planom su predviđeni posebni ciljevi vezani uz komunalnu infrastrukturu i održivo gospodarenje otpadom, OIE, energetske učinkovitost te jačanje otpornosti na klimatske promjene.

Prvi posebni cilj ove točke plana povećanje je dostupnosti komunalne infrastrukture i unapređenje sustava održivog gospodarenja otpadom. Cilj je poticati aktivnosti koje će lokalnom stanovništvu i gospodarskim subjektima omogućiti opskrbu vodom za svakodnevnu ljudsku potrošnju te izgradnju javnih vodovodnih sustava, sustava javne odvodnje i ostalih sustava za tretiranje otpadnih voda. Posebno će se poticati ulaganja u sustave opskrbe vodom koji se pokreću iz obnovljivih izvora energije, ekološki prihvatljivih sustava odvodnje te sustava za pročišćavanje voda koji će omogućiti ponovno korištenje obnovljene vode. Potiče se i ulaganje u infrastrukturu za gospodarenje otpadom kao preduvjeta za ponovno korištenje otpada na principima kružnog gospodarstva. Otočni sustav gospodarenja otpadom potrebno je unaprijediti kako bi se smanjila količina otpada i onečišćenje prostora otpadom te povećao stupanj odvajanja otpada.

Drugi posebni cilj ove točke plana ujedno i najvažniji za poticanje OIE na otocima je razvoj i poticanje izgradnje sustava OIE, uporabe čiste energije i energetske učinkovitosti. Ovim ciljem potiče se izgradnja i unaprjeđenje elektroopskrbne mreže te se podržava proizvodnja energije iz obnovljivih izvora energije kako bi se omogućila veća sigurnost u opskrbi električnom energijom, povećanje energetske učinkovitosti u gospodarstvu, zgradarstvu, prometu i kućanstvima radi uštede energije. Također se potiče korištenje alternativnih goriva kao što su električna energija, vodik ili biodizel u prometu kako bi se smanjilo onečišćenje okoliša ispušnim plinovima iz vozila i plovila na otocima. Cilj je postići što veću energetska autonomiju otoka i smanjenje utjecaja na okoliš tako što će se poticati inicijative prema energetske tranziciji otoka prema čistim izvorima energije. Kako bi se ova tranzicija provela potrebno je jačati svijest otočkog stanovništva o prednostima i mogućnostima koje pružaju energetske učinkovita rješenja i OIE. Potrebno je uključiti lokalno stanovništvo u ove projekte te ih educirati o tehnologijama i budućim ekonomskim pogodnostima koje one pružaju.

Opskrba električnom energijom na otocima uglavnom se osigurava iz „uvoza“ s kopna pomoću distribucijske i prijenosne mreže koja uključuje podmorske kabele, nadzemne vodove, kabele i transformatorske stanice. Svi korisnici električne mreže na otocima imaju jednaka prava i uvijete kao korisnici na kopnu. Nerijetko se događa prekid u opskrbi električnom energijom na otocima te je potrebno raditi na otklanjanju tih problema. OIE su ključ za rješavanje takvih problema jer na hrvatskim otocima nemaju značajan udio u energetici, ali imaju veliki potencijal. Otoci zbog svojeg geografskog položaja i prirodnih karakteristika posjeduju resurse koje je moguće iskoristiti za proizvodnju čiste energije (energija vjetra, sunčeva energija, energija valova, energija biomase). Otočni zahtjevi za energijom sve su veći, najvećim dijelom zbog rastućeg sektora turizma. S obzirom na povećanu potražnju u ljetnim mjesecima koja može dovesti do poteškoća u opskrbi električnom energijom, nužno je poticati korištenje obnovljivih izvora i na taj način omogućiti dodatnu sigurnost u opskrbi energijom.

Energetska učinkovitost znači smanjenje potrošnje energenata u sektorima kao što su gospodarstvo, zgradarstvo, promet, komunalne usluge, ali i kućanstvima na otocima. Potrebno je smanjenje energetske potrebe zgrada tako što će se povećati učinkovitost sustava grijanja, hlađenja i ventilacije te povećati učinkovitost rasvjete i ostalih trošila. U prometu je cilj zamjena starih prometnih sredstava novima koji koriste OIE te uspostava sustava punionica za motorna vozila i plovila u otočnim naseljima i lukama. Javnu rasvjetu potrebno je modernizirati na način da će se koristiti energetske učinkoviti izvori svjetla, projektirati javnu rasvjetu u skladu s novim

normama, izbjegavajući svjetlosno onečišćenje, učinkovito upravljati javnom rasvjetom, bolje pratiti troškove i potrošnju energije te redovito održavati.

Treći poseban cilj je zaštita prirode i okoliša, smanjenje rizika te ublažavanje posljedica i jačanje otpornosti na klimatske promjene. Ovim ciljem podržavaju se aktivnosti zaštite prirode i okoliša te očuvanja bioraznolikosti, georaznolikosti i krajobrazne raznolikosti. S obzirom na jačanje turizma i sve veća onečišćenja okoliša potrebno je provesti mjere smanjenja toga onečišćenja, posebno na zaštićenim područjima i pojedinim vrijednim morskim područjima. U segmentu utjecaja klime i klimatskih promjena poticat će se aktivnosti prevencije štetnog utjecaja klimatskih promjena te jačanja otpornosti otočnog stanovništva i ekosustava na prirodne prijetnje. Prirodne nepogode koje nastaju kao posljedica klimatskih promjena kao što su požari, suša i podizanje razine mora posebno su opasne za otočna područja. Stoga je potrebno provesti mjere kojima bi se umanjio rizik i izbjegle negativne posljedice za gospodarstvo, okoliš i društvo u cjelini [4].

2.3. Ograničenja u primjeni OIE u Hrvatskoj

Najveće prepreke u primjeni OIE u Hrvatskoj pojavljuju se u području dobivanja dozvola i odluka, usklađivanja s propisima, povezivanja na elektroenergetsku mrežu, fizičkog planiranja te utjecaja na okoliš i prirodu.

2.3.1. Pravni okvir

Dva glavna zakona za proizvodnju električne energije su Zakon o tržištu električne energije i Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji. Zadnje verzije ovih zakona donesene su 2021. godine kako bi povećali broj projekata OIE te ubrzali njihovo provođenje. Nažalost dogodilo se suprotno i provođenje projekata OIE postalo je još sporije. Glavni razlog za to bio je ne donošenje nekoliko predviđenih podzakonskih akta bez kojih nije bila moguća potpuna provedba zakona. Kao rezultat toga, odsutnost provedbenih propisa dovela je do potpunog prekida razvoja novih projekata OIE. Najvažniji nedostajući podzakonski akt je Uredba o uvjetima javnog natječaja za izdavanje energetske odobrenja. Energetsko odobrenje (EO) ključni je dokument koji se dobiva na javnom natječaju te je potreban za sve daljnje korake projekta i za potraživanje ostalih dozvola kao što su građevinska, lokacijska dozvola i sl.. Ova uredba još nije donesena iako je rok za njeno donošenje bio u siječnju 2022. godine. Osim navedene uredbe, nisu donesene niti uredba o priključenju na prijenosnu mrežu niti uredba o priključenju na distribucijsku mrežu. Uz ne donošenje ovih

uredbi i ostalih podzakonskih akta dobivanje energetskeg odobrenja (EO) ekstremno je sporo, a to je ključni dokument za daljnje provođenje projekta. U dosadašnjim zakonima solarne elektrane koje prodaju električnu energiju i one koje proizvode energiju za neko postrojenje bez njene prodaje svrstane su u istu kategoriju. Kako bi ubrzali projekte za solarne elektrane koje ne prodaju električnu energiju u mrežu potrebno je ukinuti zahtjev za energetskim odobrenjem (EO) [16].

2.3.2. Spoj na elektroenergetsku mrežu

Uz već spomenut nedostatak Uredbe o priključenju na prijenosnu mrežu i Uredbe o priključenju na distribucijsku mrežu problem je što nije određena cijena priključka na mrežu. Bez te informacije, nemoguće je planirati investicije jer priključak na mrežu čini značajan dio troškova razvoja projekta. S obzirom da se energetsko odobrenje plaća na početku projekta bilo bi dobro unaprijed znati cijenu priključka na mrežu kako taj dio troška ne bi zaustavio projekt u kasnijoj fazi. Daljnji problem je što se prijenosni distribucijski operatori previše oslanjaju na naknadu za priključenje na mrežu kao izvor sredstava za izgradnju i održavanje elektroenergetskih mreža. Također kao i s ostalim problem je što proces predpriključenja i priključenja na elektroenergetsku mrežu predugo traje te bi ga trebalo ubrzati [16].

2.3.3. Usklađenost s propisima

Bitna prepreka za provođenje projekata OIE neusklađenost je novih zakonskih propisa te onih već postojećih. Ovo se primarno odnosi na nepodudarnost između Zakona o obnovljivim izvorima energije i kogeneraciji visoke učinkovitosti te Zakona o tržištu električne energije s propisima koji definiraju građevinske zakone: Zakona o gradnji i Zakona o prostornom uređenju. Jednako kao što se zakoni ne podudaraju problem je i nepodudarnost u postupcima na razini Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja te Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine u odnosu na aktivnosti provedene na razini županijskih upravnih tijela. Kako bi se riješili ovi problemi potrebno je uskladiti zakone te pojačati suradnju između tijela državne i lokalne samouprave [16].

2.3.4. Prostorno planiranje

Prostorno planiranje je jedan od najčešćih problema u planiranju projekata OIE. U mnogim slučajevima postoje dvojbeni propisi o granicama za gradnju postrojenja OIE. Postoje propisi

koji nisu jednaki u svakom prostornom planu, razlikuju se po županijama, koliko postrojenje treba biti udaljeno od naselja, ceste ili obale. Također se na mnogim povoljnim lokacijama ograničava gradnja postrojenja na osnovu propisa koji nisu skroz usklađeni niti doneseni prema pravilima struke. Većina planova svrstava vjetroelektrane i solarne elektrane u istu kategoriju i s istim pravilima o gradnji što ne može biti jednako jer su to različite elektrane s različitim utjecajem na prirodu i ljude. Stoga je potrebno jasnije definirati vjetroelektranu, solarnu elektranu ili bilo koje drugo postrojenje za obnovljive izvore energije. Solarne elektrane mogu se integrirati na krovove i to je prihvatljivo rješenje dok solarne elektrane na tlu moraju biti udaljene 500 metara od naselja. Potrebno je donijeti jedinstven zakon koji bi propisao granice i ograničenja za gradnju postrojenja OIE [16].

2.3.5. Utjecaj na prirodu i okoliš

S obzirom na činjenicu da su OIE odgovor na sve veću prijetnju okolišu, paradoksalno je da je upravo zaštita okoliša najdulji postupak u cijelom procesu dobivanja dozvola za projekte OIE. Sukladno trenutnom pravnom okviru, nadležno tijelo može donijeti odluku da se za svaki projekt OIE, bez obzira na njegovu veličinu, mora provesti ili Glavna procjena prihvatljivosti intervencije za ekološku mrežu (GO) ili Procjena utjecaja na okoliš (PUO). Kao rezultat toga, ne postoji način za planiranje vremena potrebnog za razvoja projekta. Često je fokus prebačen na administrativnu formu umjesto stvarne zaštite okoliša. Također problem je i što ne postoje prioritetni zahtjevi te se zbog toga relevantni nacionalni projekti miješaju s malim lokalnim projektima bez ikakvog prioritetnog odabira. Postupci procjene je li potrebna procjena utjecaja na okoliš se zanemaruju zbog velikog broja drugih zahtjeva. U ovim postupcima administracija i dugo čekanje stvaraju najviše problema te je potrebno digitalizirati postupke, povećati broj ljudi koji rade na tome te tako ubrzati proces [16].

2.3.6. Glavne prepreke prijelazu na čistu energiju na otocima

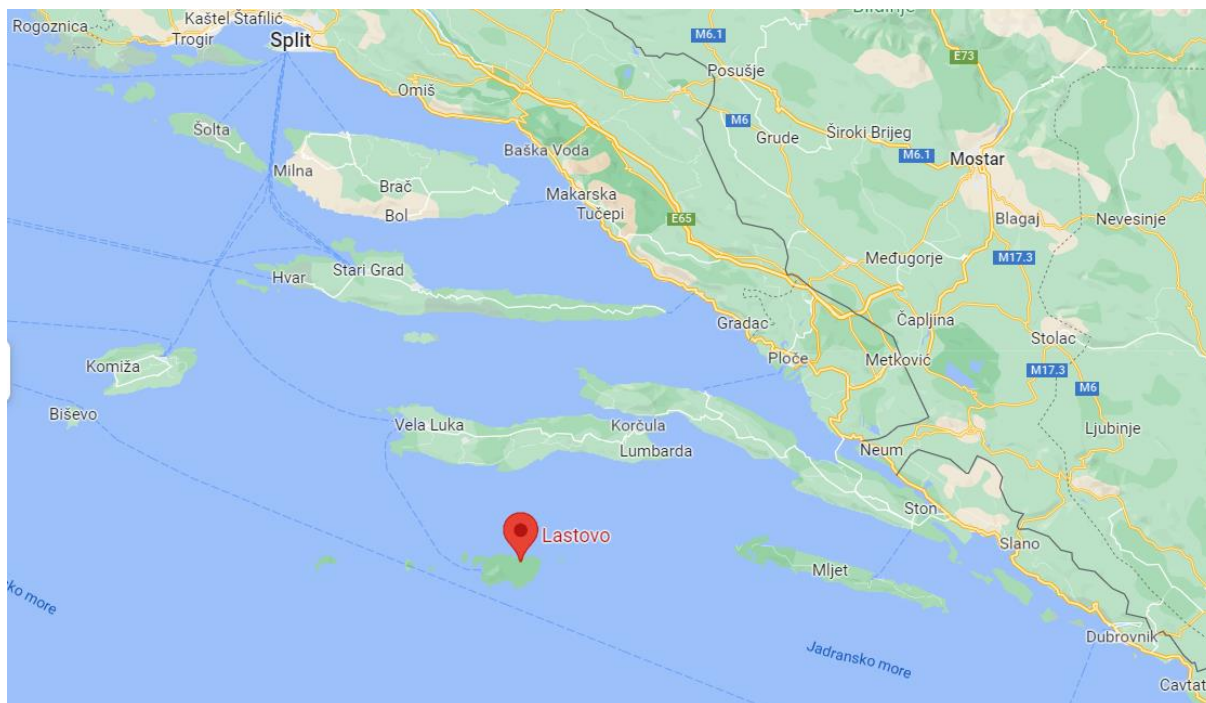
Prepreke na otocima su većinom iste kao i one na kopnu. Najvažnije od njih su:

1. Nedostatak jasne strategije i koordinacije za prijelaz na čistu energiju na otocima.
2. Nedostatak prilagođenih potpornih shema za karakteristike i kapacitete otoka.
3. Potreba za boljom integracijom prijelaza na čistu energiju i prostornog planiranja.
4. Dugotrajni postupci dobivanja dozvola za projekte čiste energije.
5. Nedostatak podrške energetske zajednicama.
6. Nedostatak sigurnosti opskrbe energijom na otocima zbog sezonalnosti [17].

3. Otok Lastovo

3.1. Geografske karakteristike otoka

Lastovo pripada skupini južno – dalmatinskih otoka, a otočnu skupinu sačinjavaju najveći matični otok Lastovo, te niz otoka, otočića i hridi. Otok je udaljen 94 km od Splita, 57 km od Visa, 31 km od Mljeta, a od najbližeg otoka Korčule odvaja ga Lastovski kanal širine 13 do 20 km. Obala je jako razvedena te ukupna dužina obala otoka, otočića i grebena iznosi 115,9 km. Najviša uzvišenja su Veli Hum (417 m) i Mali Hum u središnjem dijelu otoka. Postoji i četrdesetak polja različite veličine te se većina pruža do 100 metara nadmorske visine. Uz najveće VINO polje na zapadnom i Prgovo polje na istočnom dijelu otoka, još se svojom veličinom ističu Nižno polje, Dubrava, Hrastove, Ždrijelo, Pržina i druga.



Slika 5. Geografski smještaj otoka Lastovo [18]

Lastovo pripada jadranskom tipu mediteranske klime za koju su karakteristične blage, vlažne i kišovite zime te vruća i suha ljeta. Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 15,5 °C (ljeti 22,8 °C, zimi 9,2 °C), a godišnja temperaturna amplituda 15,3 °C. Lastovo je jedno od najsunčanijih područja jadranskog primorja s 2761 sati insolacije godišnje (prosječno 7,3 sati dnevno) te ima relativno mali broj oblačnih dana (77) što je posljedica velike udaljenosti od obalnog pojasa. Zbog isturenosti otoka prema pučini malo je učešće jakih (35 dana/god.) i olujnih (2,5 dana/god.) vjetrova. Od lokalnih vjetrova najučestaliji je jugo koji donosi toplo i kišno vrijeme

te se javlja tokom cijele godine, a najčešće u jesen i zimi. Po učestalosti iza juga dolaze bura i tramuntana. Od periodičnih vjetrova najviše do izražaja dolazi maestral [19].

Lastovo u biljno – geografskom pogledu pripada asocijaciji zimzelenog hrasta crnike (česmina) i jedan je od najpošumljenijih otoka Hrvatskog primorja. Posebnu vrijednost krajobrazu daje pošumljenost jer je preko dvije trećine površine otoka pod šumom i makijom. 29. rujna 2006. Hrvatski sabor je donio Zakon o proglašenju Parka prirode “Lastovsko otočje”. Time je Lastovsko otočje postalo jedanaesti park prirode u Hrvatskoj. Zaštitom će se sačuvati njegove baštinjene krajobrazne i kulturne vrijednosti, te biološka i krajobrazna raznolikost, što uključuje pripadajuće more i podmorje.

Iako najstariji pisani dokument o Lastovu datira iz IV. stoljeća, tragovi prisutnosti čovjeka na Lastovu – pronađeni u Račoj špilji, ukazuju na stalnu prisutnost čovjeka već od kamenog doba (8500. g. prije Krista) [20]. Prema popisu stanovništva općina Lastovo 2021. godine ima 748 stanovnika koji su raspoređeni u 5 naselja od kojih najviše stanovnika broji Lastovo, a slijede ga Uble, Pasadur, Zaklopatica te Skrivena Luka. Postoje još i naselja Glavat i Sušac. Glavat prema posljednjem popisu nema stanovnika te Sušac koji ima jednog stanovnika [21].

3.2. Promet i gospodarstvo

Lastovo je povezano brodskom vezom samo sa Splitom, trajektom i katamaranom jednom dnevno. Vožnja trajektom traje 5 sati, uz stajanje u Veloj Luci na Korčuli, dok se katamaranom stiže za 3 sata, uz stajanja u Hvaru, te u Veloj Luci na Korčuli. Trajekt i katamaran pristaju u malenoj lučici Ubli. U srpnju i kolovozu utorkom i četvrtkom Lastovo je katamaranom povezano s Dubrovnikom, a vožnja traje 4 sata uz pristajanje na Korčuli te u Polačama i Sobri na Mljetu. Na Lastovu postoji heliodrom u blizini Velog Huma.

Od gospodarskih djelatnosti razvijeno je poljodjelstvo i to u vidu vinogradarstva, maslinarstva, povrtlarstva i uzgoja rogača. Značajno je i ribarstvo i riboprerađivačarstvo te turizam. Lastovo se u turizmu naročito promovira očuvanim okolišem i autentičnom mediteranskom arhitekturom. Na Lastovu, za razliku od velikog dijela drugih otočnih središta u Hrvatskoj, nema apartmanskih naselja niti velike izgrađenosti. Popis poljoprivrede 2003. godine izvijestio je da je općina imala 57 ha zemljišta koje se koristi za poljoprivredu. Od tog 25 ha bili su vinogradi, a na Lastovu je raslo više od 9000 stabala maslina. Nakon desetljeća izolacije od stranaca, zbog djelovanja Jugoslavenske narodne armije i Domovinskog rata (1991. – 1995.), otok je postao privlačan za turiste, dijelom i zato što je ostao uglavnom nerazvijen [19]. U današnje vrijeme turizam je najbitnija gospodarska grana otoka što se da vidjeti iz povećanja smještajnih

kapaciteta iz godine u godinu te povećanja broja noćenja. Gledajući područje Turističke zajednice općine Lastovo, evidentan je višegodišnji stalni rast turističkog prometa. Prema podacima turističke zajednice općine Lastovo za 2019. godinu, jer je ona zadnja mjerodavna prije korona krize, od početka godine do kraja rujna ostvareno je ukupno 9.848 dolazaka, odnosno 69.967 noćenja [22].

Tablica 3. Broj dolazaka i noćenja u 2019. godini [22]

Godina	Broj dolazaka	Broj noćenja
2019. (do kraja rujna)	9848	69967

Ukoliko se uzme u omjer broj dolazaka 2019. godine te broj lokalnih stanovnika, može se vidjeti kako on iznosi čak 13,17. Iako taj omjer nije toliko velik kao kod nekih drugi otoka u srednjoj Dalmaciji, svakako valja očekivati povećano potrebu za energijom tijekom ljetnih mjeseci.

3.3. Prostorni plan uređenja Općine Lastovo

3.3.1. *Promet*

Pomorski promet jedina je veza otoka s ostalim dijelovima Republike Hrvatske. Zastupljen je jednom trajektnom linijom do Splita, a u sezoni postoje dvije linije do Splita i jedna do Vele Luke te jednim dnevnim polaskom katamarana. Ne postoji direktna pomorska veza sa županijskim središtem Dubrovnikom te zbog udaljenosti i neusklađenosti s ostalim oblicima prometa stanovništvu je otežan pristup službama na kopnu u županijskom središtu.

Lučki kapaciteti su loši i nedovoljni, a sastoje se od:

- trajektnog pristaništa u naselju Ubli (130 m operativne obale) koje može primiti veće plovilo, odnosno trajekt,
- operativne obale u luci Sv. Mihovil (dužine 50 m), koja može primiti plovilo srednje veličine,
- operativne obale u Pasaduru (dužine 10 m), te
- operativne obale u Zaklopatici (dužine 100 m), koje mogu primiti samo jahte i manja plovila.

Cestovni promet je također slabo razvijen te se sastoji od uglavnom prometa osobnih automobila između glavnih naselja. Postoje pojedini dijelovi otoka koji su prometno

nepovezani i teško dostupni čak i za poljoprivredna vozila. Javni autobusni prijevoz pored dviju linija za zaposlene i školsku djecu pokriva i svaku trajektu i katamaransku vezu.

Prometnice u naseljima neadekvatne su zbog konfiguracije terena te postojeće neplanske gradnje, primjer grada Lastova, nisu dovoljno široke zbog mnogih stambenih objekata koji su izgrađeni na samoj prometnici. Pješačke staze gotovo ne postoje u svim ostalim naseljima osim Lastova.

Javni zračni promet ne postoji. Izgrađeni heliodrom kod naselja Ubli zadovoljava urgentne potrebe stanovništva.

Poštanski i telekomunikacijski promet odvija se preko objekata u naseljima Ubli i Lastovo. U tim mjestima nalaze se poštanski uredi te oni zadovoljavaju trenutne potrebe stanovništva. Postoji podmorski svjetlovod koji povezuje otok s Korčulom odnosno s državnom telekomunikacijskom mrežom.

Radio - difuzni sustav veza oslanja se na TV pretvarač snage 3x100 W na brdu Hum, koji kvalitetno pokriva centralno i istočno područje otoka. Zapadni dio otoka ima jako otežan ili nikakav prijem TV i radio signala [23].

3.3.2. Vodoopskrba

Vodoopskrba se zasniva na lokalnim bunarima podzemne vode u poljima Prgovo i Duboke ukupnog kapaciteta 11 l/sek. Voda iz ovih bunara zbog visoke tvrdoće i velikog saliniteta nije skroz adekvatna te ne zadovoljava današnje potrebe stanovništva. Dodatna voda osigurava se pomoću zajedničkih ili individualnih cisterni koje se pune kišnicom. U slušaju sušne sezone dodatne količine vode osiguravaju se brodovima vodonosnicima. Ishodište lokalnog vodoopskrbnog sustava je centralna crpna stanica u Prgovom polju koja tlači vodu u glavnu vodospremu "Lastovo" smještenu na brdu Kaštel, odakle se gravitacijskom mrežom razvodi do naselja Lastovo, Zaklopatica, Ubli i Pasadur. U upotrebi su i dva desalinizatora. Izgradnja regionalnog vodovoda iz doline rijeke Neretve, preko Pelješca i Korčule odvija se vrlo sporo, te Lastovo, usprkos već položenoj podmorskoj cijevi prema Korčuli, ne dobiva vodu iz tog sustava.

3.3.3. Odvodnja otpadnih voda i odlagalište otpada

Odvodnja otpadnih voda većinom se svodi na ispuste u more te u septičke i „crne“ jame. U naselju Ubli postoji djelomično izgrađena kanalizacija te se iz nje ispuštaju otpadne i oborinske

vode u uvali Ubli bez pročišćavanja. Otpadne vode hotela Solitudo se kratkim ispustom ispuštaju se u uvalu Veli Lago. Naselje Lastovo ima izgrađen kolektor s podmorskim ispustom. Odlagalište otpada za cijelu općinu je odlagalište Sozanj. Odlagalište je uređeno tako da je postavljena komunalna infrastruktura, izgrađena je kazeta te je postavljena vaga i objekt za zaposlene [23].

3.3.4. *Elektroopskrba i plinoopskrba*

Otok Lastovo je u elektroenergetsku mrežu Hrvatske povezan preko otoka Korčule sa dva visokonaponska podmorska kabela:

- kabel 10kV dolazi iz uvale Stračinica na Korčuli (pored Brne) do uvale Korita na Lastovu (pored Zaklopatice, gdje ulazi u istoimenu kabelsku kućicu (KK), koja se radi dotrajalosti i modernizacije postrojenja planira rušiti. Iz KK podzemnim kabelom spojen je rasklop 10kV Sozanj. Ovaj kabel položen je 1960.g. i danas služi kao rezervno napajanje,
- kabel 35kV koji je položen 1995. godine dolazi iz uvale Gršćica na Korčuli do uvale Zarebra na Lastovu (istočno od rta Žrvanj) te dalje ide podzemnim kabelom do TS Predhodište. Ovaj kabel je pod 20kV naponom i napaja otok Lastovo u normalnim okolnostima.

Elektroenergetska 10kV mreža je kabelska raznih presjeka (materijal Al i Cu) i nadzemna sa golim vodičima (materijal AlFe). Mreža je postavljena u obliku zatvorenog prstena sa dva odcjepa prema Jurjevoj luci i Velje More. Dalekovod 10kV prema Skrivenoj luci je 2003 godine stradao u požaru te je kablirana dionica Ubli Centar-Uzor-Nižno polje-Hum-Skrivena Luka 1-Skrivena Luka 2. Ujedno je povezana TS Skrivena Luka 2 i TS Duboka što je omogućilo da se demontira zračni 10 kV vod Ubli centar – Lastovo (dionica od TS Ubli centar do odcjepa tog zračnog voda za Prgovo) s pripadajućim odcjepima. Ukupna instalirana elektroenergetska snaga na otoku Lastovu je 4990kVA, a sadašnje opterećenje iznosi 500- 600kVA

Na području Općine Lastovo nema izgrađene plinske mreže, kao ni centralnih toplinskih sustava (CTS) s pripadajućom cijevnom mrežom.

3.3.5. Zaštićena prirodna baština

Na području općine Lastovo cijelim obuhvatom nalazi se zaštićeno prirodno područje – Park prirode Lastovsko otočje. Prema posebnom propisu koji regulira zaštitu prirode, pod kategorijom parka prirode podrazumijeva se „prostrano prirodno ili dijelom kultivirano područje kopna i/ili mora s ekološkim obilježjima međunarodne i nacionalne važnosti, s naglašenim krajobraznim, odgojno-obrazovnim, kulturno-povijesnim i turističko-rekreacijskim vrijednostima. U parku prirode dopuštene su gospodarske i druge djelatnosti i radnje kojima se ne ugrožavaju njegove bitne značajke i uloga. Način obavljanja gospodarskih djelatnosti i korištenje prirodnih dobara u parku prirode utvrđuje se uvjetima zaštite prirode.“ Lastovsko otočje dobro je očuvano jer je u prošlosti bilo pod upravom Dubrovačke Republike koja se brinula o prirodnom i kulturnom naslijeđu otoka. U novijoj povijesti otok je bio mjesto boravka bivše JNA od 1945. do 1992. godine koja je nametnula svoje restrikcije te je kočila svaki gospodarski razvoj otoka. Na otoku nema industrije te je morska voda čista i neonečišćena. Na otoku se izmjenjuju razne krajobrazne značajke kao što su uzvisine, polja, šume, stjenovita obala te tako naglašavaju ljepotu otoka. Tome pridonose i brojni obalni strmci i velik broj otočića. Zbog izoliranosti na otoku postoje brojne endemske vrste te je otok stanište brojnih rijetkih i ugroženih vrsta. Uz prirodne vrijednosti otok ima bogatu kulturno-povijenu baštinu. Otok Sušac cijeli je zaštićen kao povijesni prostor te su u podmorju otkrivena mnoga arheološka nalazišta [23].

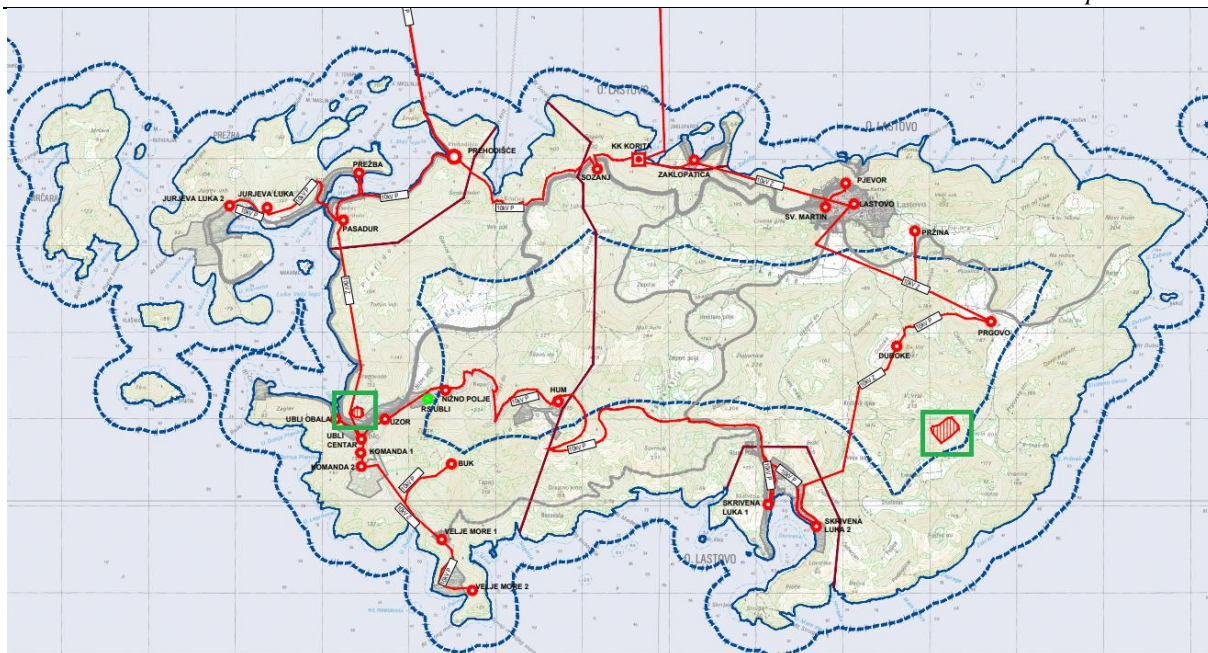
3.3.6. Obnovljivi izvori energije – iskorištavanje energije Sunca

Na prostoru općine planirane su dvije površine za postavljanje samostojećih sunčevih elektrana koje je moguće graditi van građevinskih područja i to na lokacijama:

1. Lastovo – lokalitet Vrsi, orijentacije jug-jugozapad, površine 3,0 ha
2. Ubli – lokalitet Naplov, površine 1,0 ha.

Za lokaciju Vrsi potrebno je provesti dodatnu studiju utjecaja na okoliš te uzeti u obzir već postojeću te je projekt potrebno provest s ciljem očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže. Prilikom planiranja potrebno je voditi računa o rasprostranjenosti i te koridora preleta ciljanih vrsta šišmiša i ptica te područjima njihovog gniježdenja.

Na Slika 6. zelenim pravokutnicima označene su lokacije potencijalnih sunčevih elektrana na otoku Lastovo.

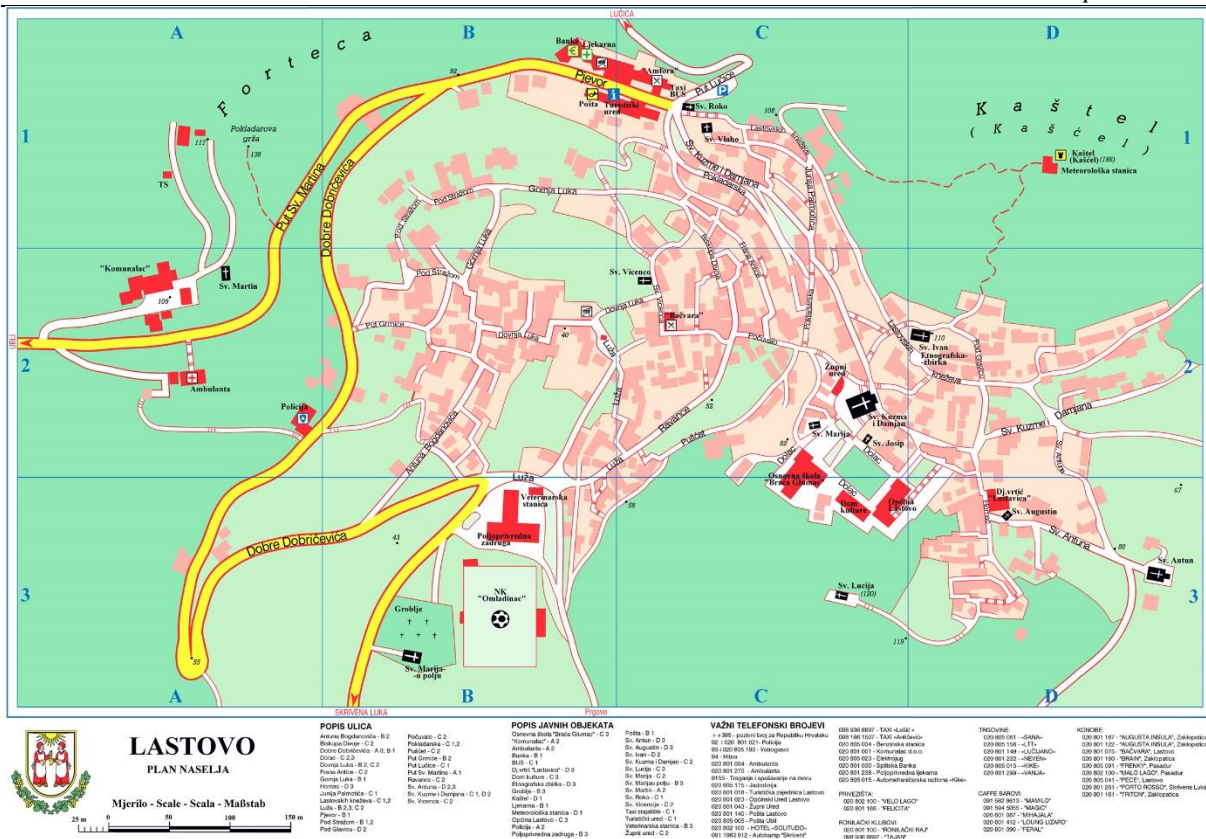


Slika 6. Prostorni plan uređenja općine Lastovo - Energetski sustavi – elektroenergetika [19]

Članak 107. ovog prostornog plana regulira propise zaštite prirode i očuvanja prirodnih vrijednosti. Prema točkama koje se odnose na OIE lokacije solarnih elektrana na tlu potrebno je planirati tako da se izbjegne negativan utjecaj na biljni i životinjski svijet. Osim dvije lokacije koje su predviđene za solarne elektrane van građevinskog područja solarne elektrane moguće je postavljati unutar građevinskih područja naselja prvenstveno na krovove zgrada. Primjer lokacija za gradnju su: poslovna zona Ublj, na građevinama ugostiteljsko-turističke namjene, eventualno na "naplovu" koji je nekada služio za prikupljanje kišnice i dr.

Bitna stavka je da se na području parka prirode ne smije planirati površine za iskorištavanje energije vjetra (vjetroelektrane).

Na Slika 7. crvenom bojom označene su javne zgrade u mjestu Lastovo. Krovovi tih zgrada su potencijalna mjesta za postavljanje fotonaponskih panela i solarnih kolektora [23].



Slika 7. Plan mjesta Lastovo [19]

4. Energetski sustav otoka Lastovo

Za analizu energetskog sustava Otoka Lastova korišteni su podaci većinom iz 2012. godine jer su to trenutno jedini dostupni podaci za cjelovitu analizu energetskog sustava. Podaci su uzeti iz Akcijskog plana učinkovitog gospodarenja energijom (SEAP) iz 2014. godine. U sektoru prometa dostupni su novi podaci dobiveni od MUP-a iz 2023. godine te će biti uvršteni u analizu. Sektori energetske potrošnje biti će podijeljeni na javni i društveni sektor. Potrošnja u javnom sektoru dalje će se podijeliti na potrošnju u zgradama u vlasništvu općine, vozila u vlasništvu općine i općinskih poduzeća (osobna vozila, teretna i radna vozila), vodovod i javnu rasvjetu. Potrošnja u društvenom sektoru biti će podijeljena je na potrošnju u kućanstvima, uslužnom sektoru tj. sektoru gospodarstva te potrošnju u sektoru prometa (osobna vozila, mopedi i motocikli, teretna i radna vozila).

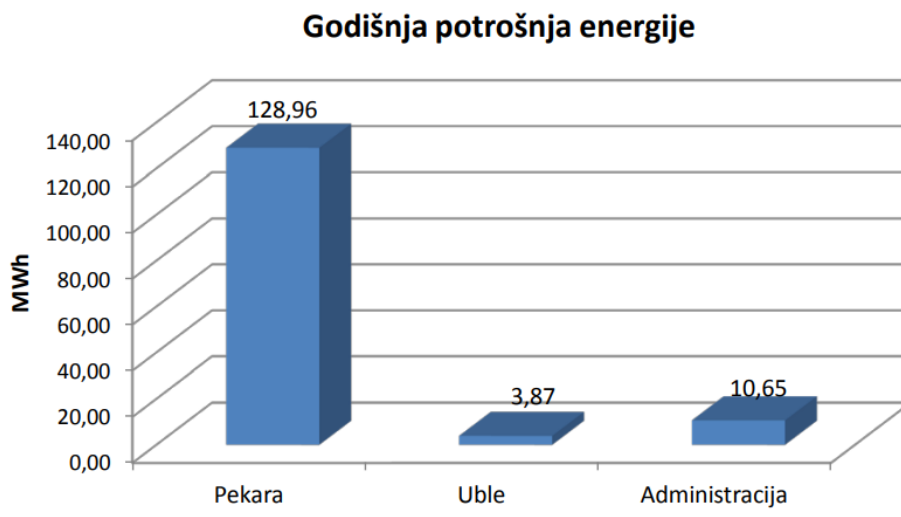
U analizi energetske potrošnje zgrada u vlasništvu općine utvrđeno je da se koriste dva energenta i to električna energija i loživo ulje. U vozilima u vlasništvu općine uzeta je potrošnja svih energenata, a u javnoj rasvjeti i vodovodu koriti se samo električna energija [20].

4.1. Javni sektor

4.1.1. Zgrade u vlasništvu općine

Postoje tri zgrade u vlasništvu općine s dostupnim podacima o energetske potrošnji. U zgradama se koriste dva energenta. Električna energija troši se u svim zgradama plus dodatno loživo ulje u pekari. Potrošnja lož ulja u pekari bila je 10000 litara tj. 112 MWh 2012. godine i potrošnja električne energije bila je 17 MWh iste godine te je pekara najveći potrošač energije. Ukupna potrošnja energije u svim zgradama u 2012. godini je bila 143 MWh te je prikazana na Slika 8.

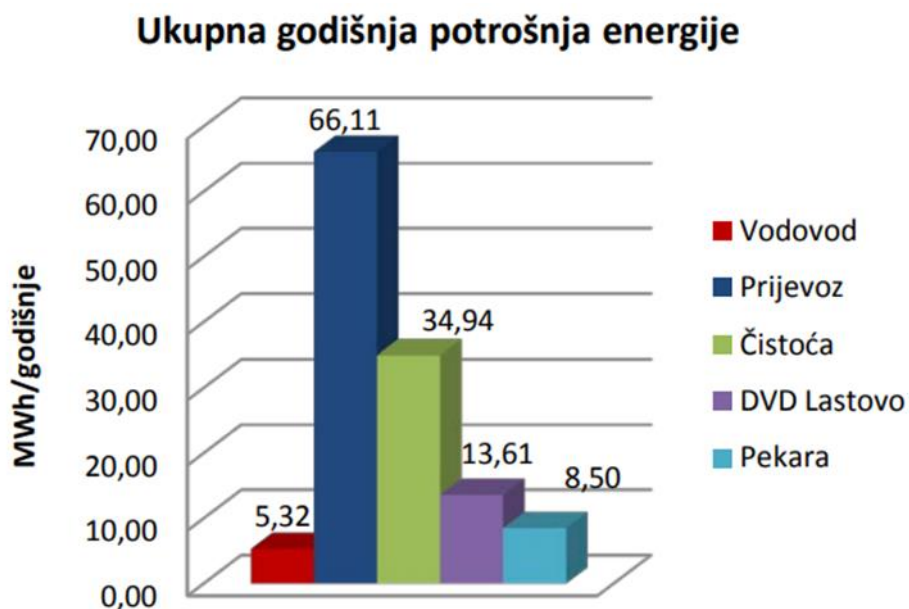
Zgrade za koje nisu dostupni podaci su OŠ Braće Glumac i Ambulanta Lastovo. Potrošnja osnovne škole procijenjena je na osnovu drugih dostupnih škola u županiji te iznosi oko 14 500 kWh i oko 3200 litara loživog ulja. Potrošnja ambulante nije procijenjena [20].



Slika 8. Potrošnja energije u zgradama u vlasništvu Općine u 2012. godini [20]

4.1.2. Vozila u vlasništvu općine

Tvrtka Komunalac d.o.o. Lastovo ustupila je podatke o potrošnji goriva za vozila u vlasništvu općine. Potrošnja dizela u 2012. godini je iznosila 10 187 litara tj. 112 MWh, a potrošnja benzina bila je 1 751 litru tj. 17 MWh. Ukupna potrošnja goriva za potrebe općine i tvrtki u vlasništvu općine bila je 11 938 litara tj. 128 MWh te je prikazana na Slika 9.



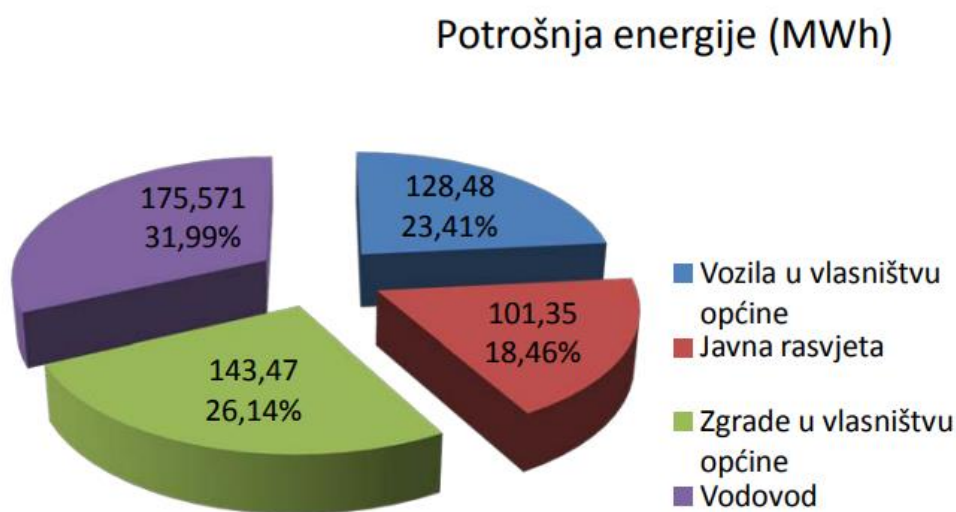
Slika 9. Potrošnja goriva vozila u vlasništvu općine [20]

4.1.3. Vodovod i javna rasvjeta

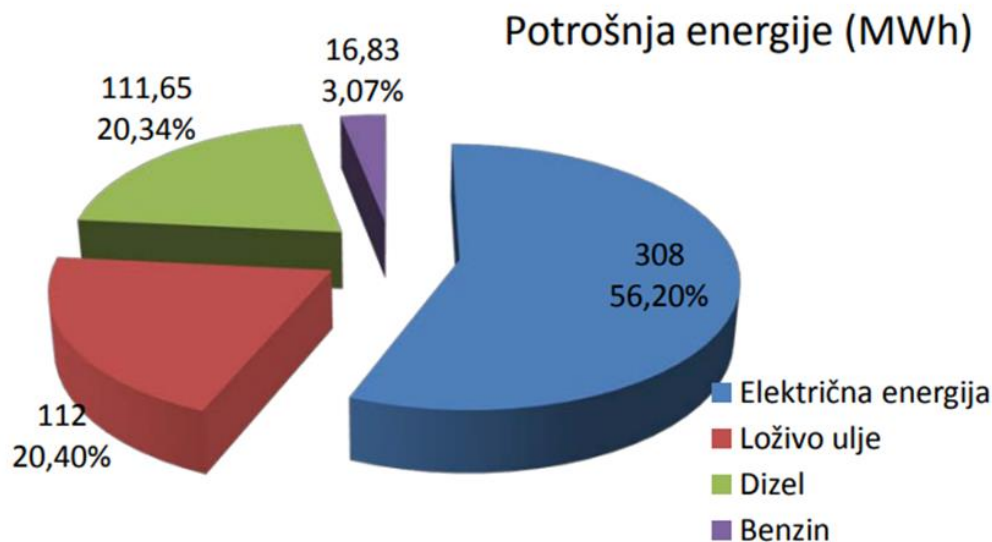
Jedini energent koji se koristi za Vodovod i javnu rasvjetu je električna energija. Ukupna godišnja potrošnja za potrebe vodoopskrbe i odvodnje bila je 175 571 kWh te za javnu rasvjetu 101 347 kWh.

4.1.4. Ukupno javni sektor

Ukupna potrošnja energije u 2012. godini u javnom sektoru Općine Lastovo bila je 594 MWh te je prikazana na Slika 10. Ukupna potrošnja prema pojedinom energentu u javnom sektoru prikazuje Slika 11. [20].



Slika 10. Ukupna potrošnja energije u javnom sektoru Općine Lastovo za 2012. godinu[20]



Slika 11. Ukupna potrošnja energije prema energentima u javnom sektoru Općine Lastovo u 2012. godini [20]

Najveća potrošnja energije u javnom sektoru je za vodovod. Slijede ga zgrade u vlasništvu općine i vozila u vlasništvu općine. Najmanja potrošnja je za javnu rasvjetu. Prema energentima najviše se troši električna energija te tu postoji veliki prostor za uštede. Ostali energenti koji se troše su lož ulje, dizel i benzin. Lož ulje i dizel su prvi slijedeći nakon električne energije na kojima će se raditi uštede i tranzicija prema OIE [20].

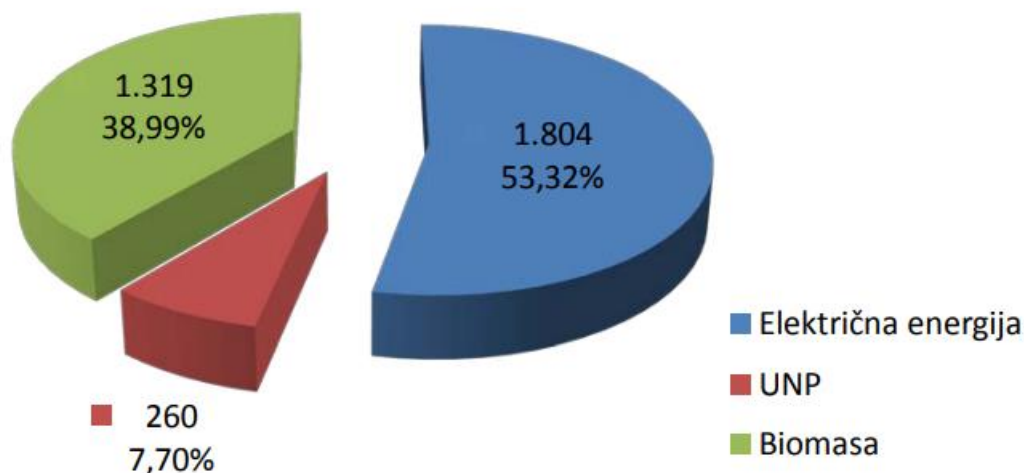
4.2. Društveni sektor

Analiza potrošnje energije društvenog sektora podijeljena je na sektore kućanstva, uslužni sektor i cestovni promet.

4.2.1. Sektor kućanstva

Ukupna površina nastanjenog stambenog prostora u općini je 54 919 m². U kućanstvima se od energenata koriste električna energija, ukapljeni naftni plin (UNP) i biomasa. Potrošnja pojedinog energenta prikazana je na Slika 12.

Ukupna potrošnja energije (MWh)

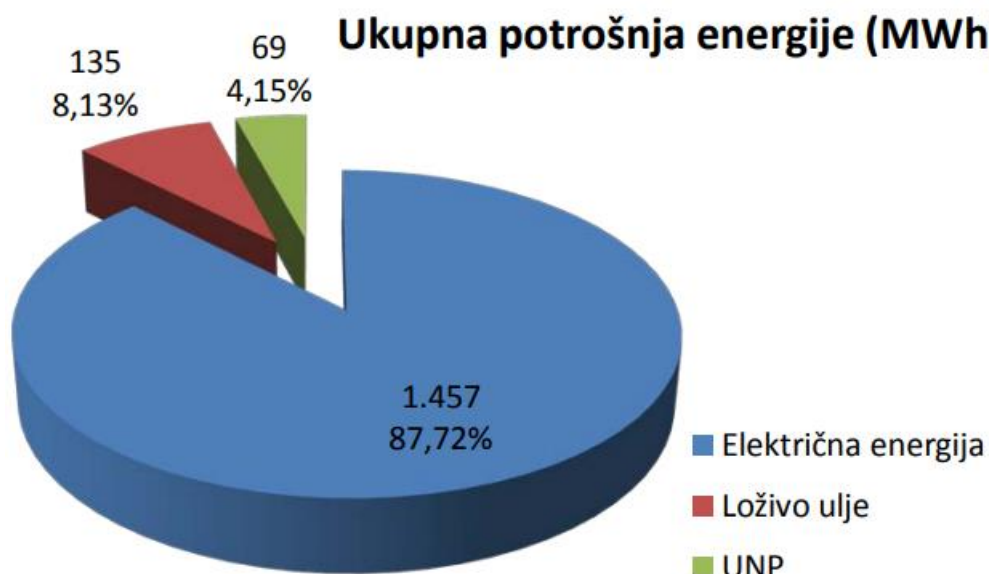


Slika 12. Potrošnja energenata u sektoru kućanstva [20]

Ukupna potrošnja energije u ovom sektoru je 3 383 MWh. Iz dijagrama je vidljivo da se najviše troši električna energija te buduće uštede treba bazirati na smanjenju potrošnje električne energije. Slijedi biomasa s 39% te ukapljeni naftni plin s oko 8%.

4.2.2. Uslužni sektor- gospodarstvo

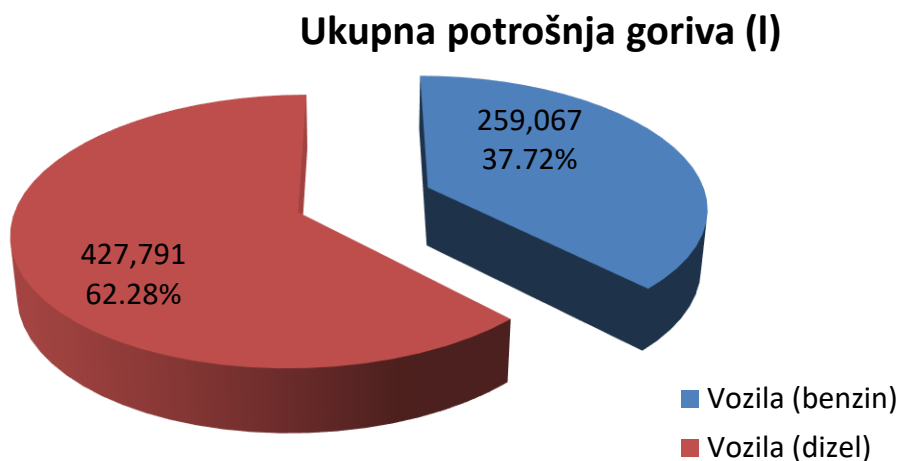
Općina kao i većina dalmatinskih otoka te Dubrovačko–neretvanska županija daljnji gospodarski razvoj temelje na razvoju turizma. Ovaj sektor jako utječe na neposrednu potrošnju energenata posebno u ljetnim mjesecima za vrijeme sezone. U ovom sektoru također je električna energija energent koji se najviše troši. Ukupna potrošnja energije prikazana je na dijagramu na Slika 13. [20].



Slika 13. Potrošnja energije u uslužnom sektoru za 2012. godinu u Općini Lastovo [20]

4.2.3. Sektor prometa

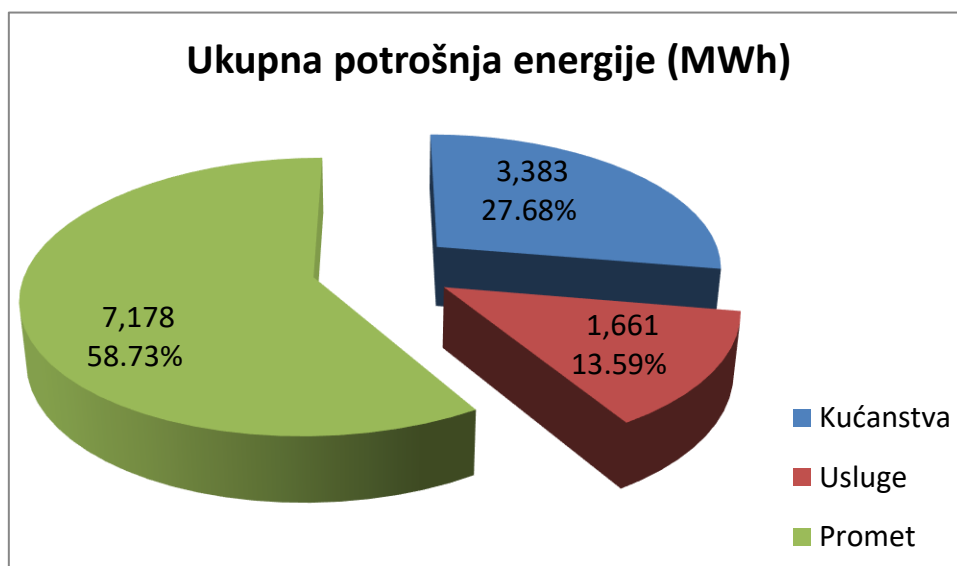
Analiza potrošnje energije u sektoru prometa podijeljena je prema tipu vozila i gorivu koje koristi taj tip vozila. U općini je 2023. godine registrirano 596 vozila koji su raspoređeni u kategorije: osobna vozila, kombinirana, mopedi i motocikli, teretna i radna vozila te autobusi. Od toga su 451 osobni automobil, 76 mopeda i motocikala, jedan autobus i ostala vozila. Potrošnja dizela iznosi 427 791 litara tj. 4 689 MWh, dok je potrošnja benzina 259 067 litara tj. 2 490 MWh. Ukupna potrošnja goriva u sektoru prometa je 7 178 MWh. Vidljivo je da najveći dio vozila odlazi na osobna vozila te je tu najveća mogućnost uštede energije. Na dijagramu na Slika 14. prikazan je udio benzina i dizela u ukupnoj potrošnji goriva u sektoru prometa. Treba naglasiti da u analizi sektora prometa nije uključen pomorski promet [24].



Slika 14. Udio benzina i dizela u ukupnoj potrošnji goriva u sektoru prometa

4.2.4. Ukupno društveni sektor

Ukupna potrošnja u društvenom sektoru podijeljena prema sektorima za 2012. godinu i za sektor prometa za 2023. godinu u Općini Lastovo prikazana je Slika 15.



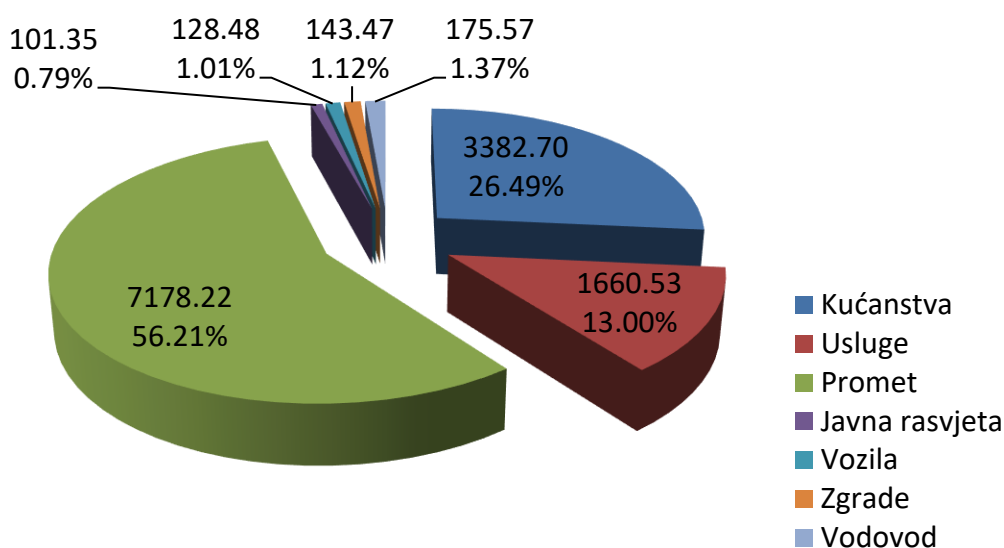
Slika 15. Ukupna potrošnja energije u društvenom sektoru za Općinu Lastovo

Iz dijagrama je vidljivo da najveći udio u potrošnji otpada na sektor prometa, čak 58,73%. Slijedi ga kućanstvo te sektor usluga. Treba uzeti u obzir da će u budućnosti sektor usluga imati

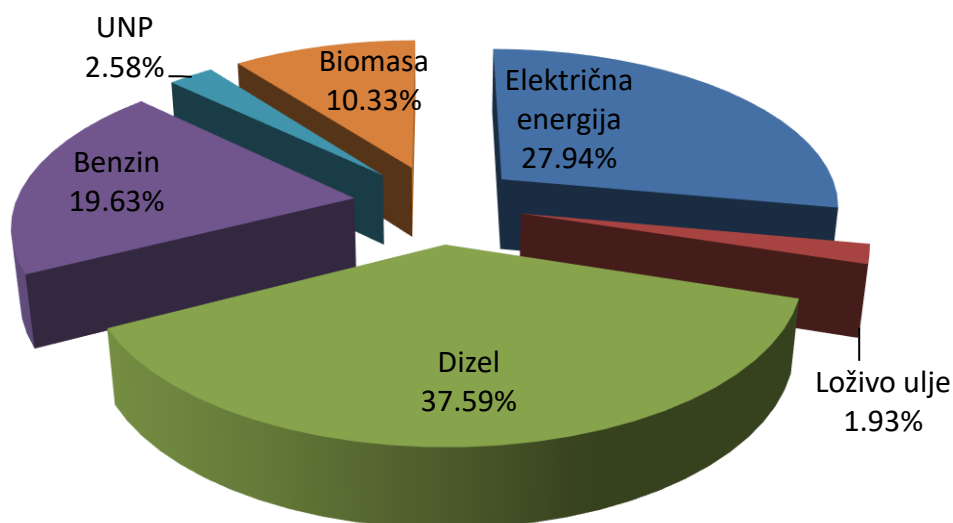
najveći rast zbog stalnog porasta turizma te ga je potrebno usmjeriti prema OIE i pokušati postići najveću moguću energetska efikasnost.

4.3. Ukupna potrošnja energije

Ukupna potrošnja energije na otoku 2012. godine uz iznimku sektora prometa koji je analiziran za 2023. godinu iznosila je 12 770 MWh za analizirane sektore. Iz Slika 16. vidljivo je da sektor prometa ima najveću potrošnju energije na otoku, oko 55%. Slijede ga kućanstvo i usluge. Javni sektor ima najmanji udio u potrošnji energije otoka s tek 4,29%.



Slika 16. Udio pojedinog sektora u ukupnoj potrošnji energije Općine Lastovo u 2012. godini



Slika 17. Udio pojedinog energenta u ukupnoj potrošnji energije u Općini Lastovo

Ako se napravi analiza potrošnje energije prema pojedinom energentu na otoku vidljivo je da dizel i električna energija zauzimaju najveći udio. Ukupno u sektoru prometa moguće je ostvariti najveće uštede. Idući energent koji se najviše troši je električna energija te tu također postoji veliki prostor za energetske uštede [20].

5. Primjeri dobre prakse

5.1. Otok Tilos

Projekt TILOS "Tehnološka inovacija za lokalnu razinu, optimalna integracija pohrane energije baterija" razvija rješenja za postizanje cilja Europske agende 2020. od 20% udjela obnovljive energije te smanjenje emisija stakleničkih plinova za 80-95% do 2050. godine. Europski otoci pružaju veliki potencijal za povećanje udjela obnovljive energije, ali mnogi od njih u južnoj Europi nemaju ili imaju ograničenu vezu s kopnom. U tom kontekstu, generirana obnovljiva energija ne može se lako izvoziti na kopno i mora se ograničiti.

TILOS je europski projekt financiran iz programa Obzor 2020, koji je dio programa za financiranje istraživanja i inovacija u Europskoj uniji za razdoblje 2014.-2020. Europski okvirni program H2020 obuhvaća tri područja: izvrsnost znanosti, industrijsko vodstvo i društvene izazove. Projekt TILOS svrstan je na treće mjesto u području društvenih izazova, podtema sigurne, čiste i učinkovite energije.

Glavni cilj projekta TILOS, kao inovacijske akcije, jest maksimizirati korištenje čistih (obnovljivih) izvora energije u pokrivanju potreba za električnom energijom otoka Tilosa. Sudjelovanje stanovnika Tilosa u ovom projektu pridonijet će zaštiti okoliša, smanjenju ugljičnog otiska otoka, borbi protiv klimatskih promjena te razvoju i promociji održivih energetske modele koji imaju za cilj postizanje veće energetske autonomije.

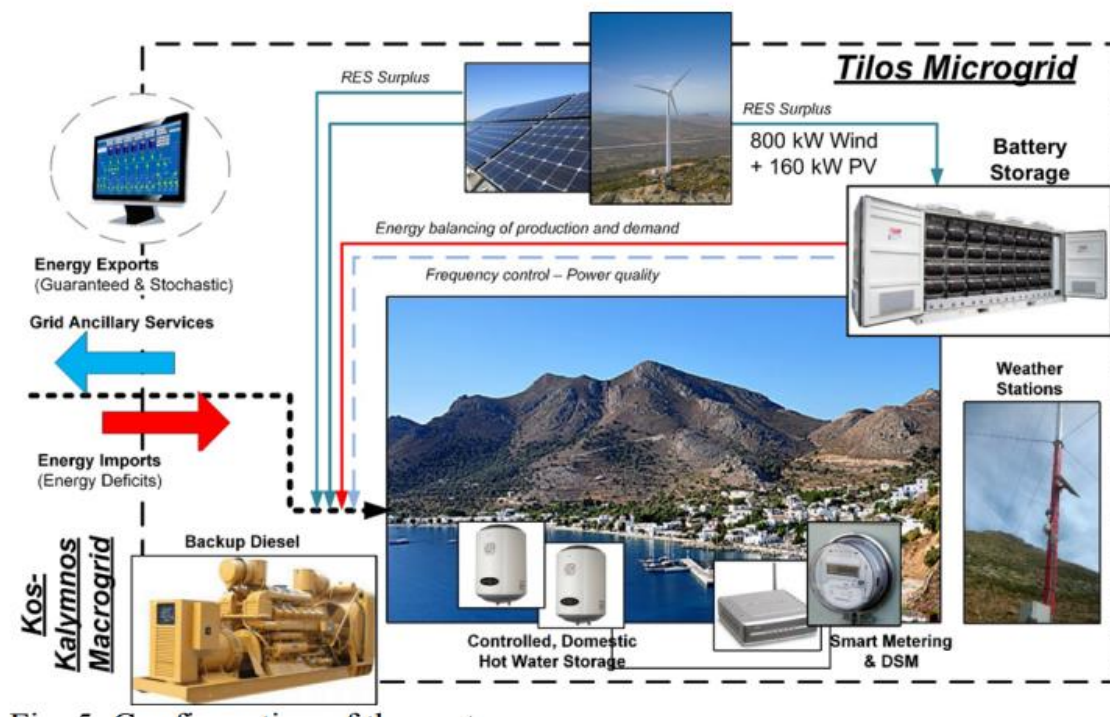
U tom kontekstu, dizajniran je i trenutno se gradi novi prototip, hibridni sustav za proizvodnju i pohranu električne energije koji se sastoji od vjetroturbine snage 800 kW, fotonaponskog parka snage 160 kW i baterije NaNiCl_2 , kapaciteta 2,4 MWh/800 kW za pohranu električne energije. Također se razvija pametna mikro mreža koja koordinira rad sustava kako bi se postigla najveća moguća energetska autonomija i ravnoteža između intermitentnih obnovljivih energetske sustava poput vjetra i fotonaponskih sustava te proizvodnje i potrošnje električne energije.

Projekt TILOS fokusira se na otočna područja koja su visoko prioritetna. Osim Tilosa, drugi sudjelujući otoci uključuju Pellworm (Njemačka), La Graciosa (Španjolska) i Korziku (Francuska). Opća ideja je stvoriti posebnu platformu koja će omogućiti prijenos tehnološkog znanja između otoka, iskorištavajući iskustvo stečeno radom pametnog mrežnog sustava na Pellwormu i pružajući nove studije temeljene na hipotezama za razvoj sličnih sustava na drugim otocima.

Tilos je mali grčki otok smješten na jugoistočnom dijelu Egejskog mora i pripada udaljenom skupu Dodekaneza. Površina otoka iznosi otprilike 64 km², a obalna linija duga je gotovo 63 km. Teren otoka uglavnom je polu-planinski i planinski, osim dugog doline koja se proteže od središta otoka prema jugu. Broj stanovnika na otoku je 533 uz značajno povećanje od oko 3 puta u toku ljetne turističke sezone. Trenutna potreba za električnom energijom od oko 3.2 GWh godišnje te vršnog opterećenja od 1 MW pokriva elektrana na naftu s obližnjeg otoka Kosa putem podmorskog kabla 20kV.

Glavni cilj je osigurati električnu energiju za otok korištenjem hibridnog sustava za proizvodnju energije pomoću fotonaponskih panela/vjetroturbina/pohrane električne energije. Ovaj hibridni sustav koristit će prototipnu baterijsku pohranu temeljenu na NaNiCl₂ baterijama koja će podržavati rad pametne mikromreže na temelju više zadataka:

- Sinergija s energijom vjetra i fotonaponskom energijom
- Upravljanje energijom mikromreže
- Maksimizacija udjela obnovljive energije
- Stabilnost mreže
- Izvoz zajamčene energije
- Pružanje pomoćnih usluga glavnoj mreži
- Kvalitetno upravljanje potražnjom



Slika 18. Konfiguracija pametnog sustava otoka [25]

Hibridna elektrana će se sastojati od sljedećih komponenti:

- Vjetroturbina snage 800 kW, kako bi se osigurao minimalni utjecaj na okoliš i iskoristio visoki potencijal vjetra na otoku zajedno s lokalnim solarnim potencijalom.
- Fotonaponski park snage 160 kW koji će pružati maksimalan izlaz snage tijekom razdoblja najvećeg opterećenja, odnosno ljetnih vrhunaca potrošnje te pružati mogućnost osiguravanja zajamčenih količina energije (na dnevnoj razini) za makro-mrežu.
- Pohranjivanje energije baterijom NaNiCl_2 kapaciteta 2 MWh korisnog kapaciteta, koja će se koristiti za višestruke zadatke, uključujući uravnoteženje energije u mikro-mreži kako bi se povećao udio obnovljive energije, stabilnost mikro-mreže i regulacija frekvencije, povećana sigurnost opskrbe mikro-mreže, izvoz zajamčenih količina energije (ako je moguće na dnevnoj razini) te pružanje pomoćnih usluga glavnoj električnoj mreži.
- Napredni inverteri optimalno povezani s baterijskim komponentama kako bi se postigla podrška i glatka tranzicija između dva različita načina rada, odnosno samostalnog i povezanog s mrežom prema središnjem-gornjem električnom sustavu.

- Distribuirano pohranjivanje topline, ostvareno putem centraliziranog, daljinskog upravljanja kućanskim električnim bojlerima kako bi se iskoristila razdoblja viška energije iz obnovljivih izvora i premostila razdoblja energetske deficita.
- Pametna brojlara i uređaji za upravljanje potražnjom koji će biti instalirani u odabranim opterećenjima područja Livadia kako bi se omogućila regulacija frekvencije i napona mreže, kao i kratkoročno upravljanje energijom radi postizanja optimalnog rada pohrane energije putem kontrole kućanskih (npr. klima uređaja i hladnjaka) i zajedničkih opterećenja (npr. pumpanje vode).
- Tri meteorološke postaje kako bi se prikupili detaljni mjerenja brzine i smjera vjetrova, solarne insolacije, temperature zraka i tlaka zraka, vlage itd.
- Operativni centar temeljen na SCADA sustavu (Supervisory Control And Data Acquisition) koji će koordinirati rad cijelog sustava putem sustava upravljanja energijom mikro-mreže.

Nakon razvoja sustava, faza demonstracije će uključivati tri različita načina testnog rada:

- Samostalna mikro-mreža - 100% samodostatna.
- Povećani stupanj autonomije u energetskom smislu (~75%), uz mogućnost uvoza energije putem kabela.
- Razmjena energije putem podmorskog kabela pod uvjetima tržišta.

Projekt je započeo odabirom najboljih lokacija za fotonaponske i vjetroelektrane. Kako bi odabrali najbolje lokacije na otoku je postavljeno potpuno opremljeno meteorološko postajanje za prikupljanje potrebnih meteoroloških podataka, uključujući brzinu vjetrova, Sunčevo zračenje, temperaturu zraka, itd., s intervalom od 1 minute. Istovremeno su na dvije različite točke na mreži električne energije na otoku postavljena dva uređaja za mjerenje opterećenja, omogućavajući studije mreže i preliminarne simulacije.

U međuvremenu, specificirane su i specifikacije baterijskog sustava kako bi se odredila konačna konfiguracija i raspored sustava. Izvršeni su testovi na baterijama, uključujući početnu karakterizaciju, izračun kapaciteta energije i učinkovitosti pri različitim razinama snage, utjecaj različitih okolišnih i unutarnjih temperatura baterije, te identifikacija i podešavanje parametara stanja energije.

Na temelju izmjerenih podataka lokalnog opterećenja, brzine vjetrova i Sunčevog zračenja razvijeni su preliminarni modeli za otok Tilos, uglavnom uz upotrebu umjetnih neuronskih mreža.

Istovremeno je implementirana arhitektura poslužitelja za modele kako bi bila spremna za smještaj predviđenih modela i zakazivanje njihovog izvođenja.

Za validaciju algoritama upravljanja energijom u radu sustava TILOS, razvijen je poseban simulator mikro-mreže od strane tima TILOS-a. Paralelno s tim, tim TILOS-a također radi na razvoju proširenog simulatora mikro-mreže, koji je pogodan za provedbu studija izvedivosti i sposoban za simuliranje različitih vrsta konfiguracija obnovljivih izvora energije i skladištenja, kako za samodostatne sustave tako i za aplikacije temeljene na tržištu. Dizajnerske značajke potonjeg trenutno su u razradi od strane tima TILOS-a, a glavni cilj je stvaranje korisnički prijateljskog alata koji će omogućiti lokalnim zajednicama procjenu potencijala za uspostavu energetske shema sličnih onima na Tilosu [25].

5.2. Projekt Insulae h2020

Projekt Insulae doprinosi Inicijativi za čistu energiju na otocima Europske unije pružajući Alat za planiranje ulaganja (eng. „Investment Planning Tool“ - IPT) koji će omogućiti stvaranje akcijskih planova za otoke kako bi sami proizvodili održivu i jeftinu energiju. Glavni cilj projekta Insulae razviti je i implementirati inovativna rješenja kojima je cilj dekarbonizacija europskih otoka na primjeru tri otoka (Bornholm, Madeira i Unije) te će ta rješenja biti kasnije biti primijenjena na drugim otocima [26].

5.2.1. Otočje Madeira

Portugalsko otočje Madeira sastoji se od četiri otoka: Madeire, Porto Santa, Desertasa i Selvagensa, s ukupnom površinom od 801 km² i populacijom od otprilike 262.000 stanovnika, od kojih 75% živi u glavnom gradu Funchal. Otočje se nalazi na 1000 km udaljeni od Lisabona, u Sjevernom Atlantskom oceanu, a prosječne temperature iznose 22 °C ljeti i 16 °C zimi. Gospodarstvo se uglavnom temelji na turizmu i poljoprivredi.

Električna mreža na otoku Madeira napaja se pomoću pet izvora energije: hidroenergijom, vjetrom, fotonaponskim sustavima, spaljivanjem krutog otpada i toplinskom energijom izgaranja fosilnih goriva poput dizela i prirodnog plina. Proizvodnja energije na otoku Madeira osigurana je putem dvije termoelektre, deset hidroelektrana, osam vjetroelektrana, jednog postrojenja za obradu krutog otpada, tri solarna parka snaga 7 MW, 2 MW i 6 MW te 770 malih sunčevih elektrana. Glavni izvori energije na otoku su dvije termoelektre koje koriste dizel i prirodni plin. Ukupna instalirana snaga iznosi 203 MW. Električna vozila tek počinju dobivati

na popularnost na Madeiri. Trenutno postoji sedam javnih punionica za električna vozila na otoku Madeira i jedna na otoku Porto Santo. Od 26 dostupnih javnih punionica, 11 ih je brzih. Nedavno su privatne tvrtke koje djeluju u sektoru energije počele nuditi i instalaciju javnih punionica kao dio svojih usluga. Na Madeiri se procjenjuje da ima oko 100 električnih vozila, većina od njih su modeli Renault Zoe ili Nissan Leaf. Zajednički cilj je nadmašiti ciljeve Europske unije za smanjenje emisija CO₂. Stoga općina Madeira namjerava poduzeti ozbiljne korake prema povećanju udjela OIE i smanjenju potrošnje energije. Madeira ima odličnu klimu za razvoj OIE, iako je njihov udio još uvijek nizak i iznosi 25,3%. Postoje veliki potencijali solarne radijacije, vjetra i hidroenergije na otoku te se razvijaju projekti za povećanje udjela OIE na otočju.

5.2.2. Otok Unije

Otok Unije pripada Cresko-lošinjskom otočju koje se nalazi u Kvarnerskom zaljevu, u sjevernom dijelu Jadranskog mora, s ukupnom površinom od 503 km². Prosječna temperatura na otocima kreće se od 7,3 °C u siječnju do 23,8 °C u srpnju. Unije su mali otok sa samo 88 stalnih stanovnika čiji broj se povećava na 200 tijekom vikenda i na više od 800 tijekom prazničnih razdoblja zbog turizma, posebno tijekom ljetne sezone. Također postoji plan o energetske samodostatnosti otoka.

Kapaciteti za proizvodnju energije otočja uključuju buduću sunčevu elektranu snage 10 MW na otoku Cresu te buduću sunčevu elektranu snage 1 MW na otoku Unije. Osim fotonaponske elektrane snage 1 MW postoji i interes za postavljanje baterijskog sustava za pohranu energije okvirnog kapaciteta od 1 MWh.

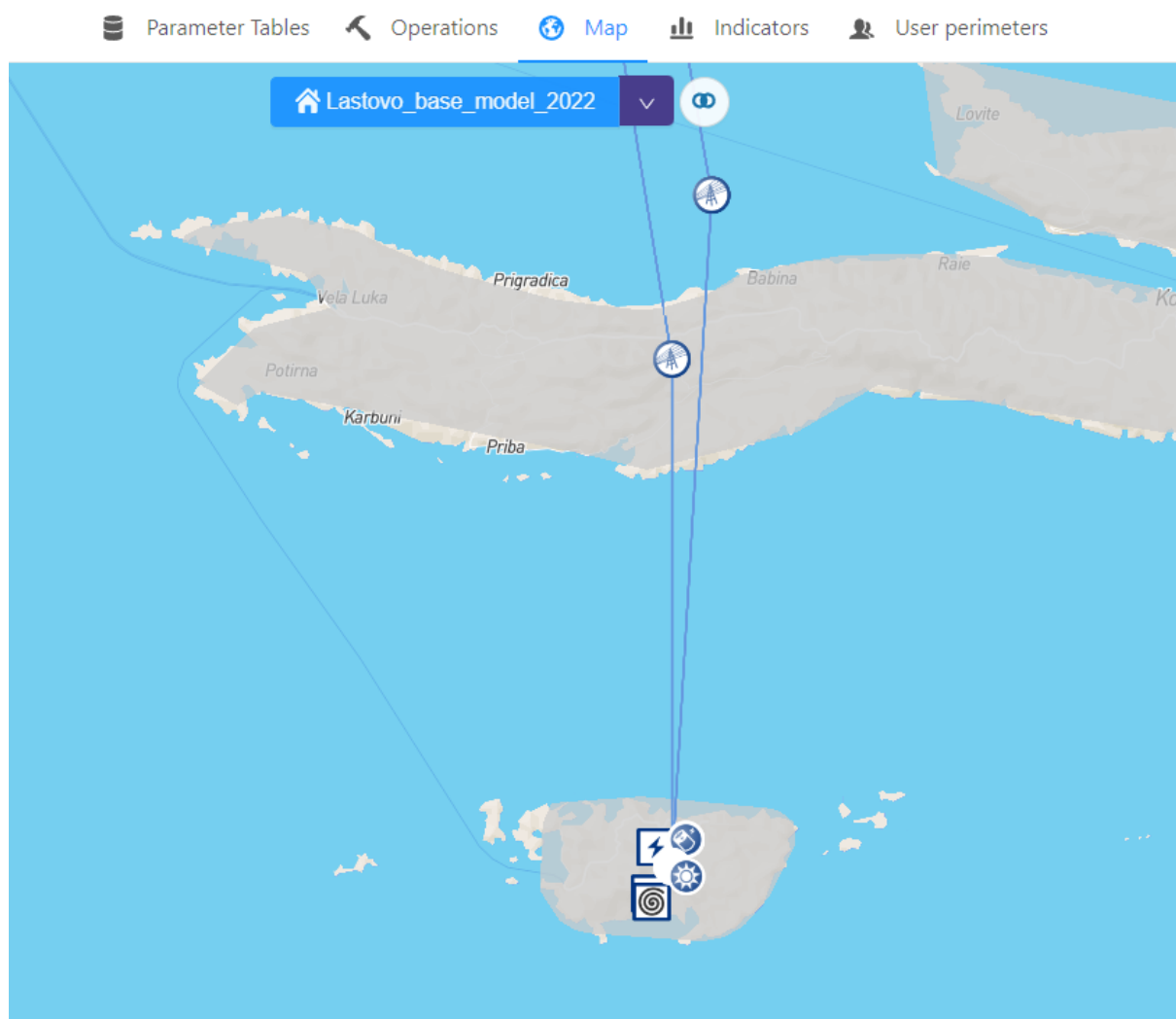
Ostali naseljeni otoci nemaju kapacitete za proizvodnju energije, ali su povezani s ostalim otocima. Podvodni kabel prolazi od otoka Lošinja do Srakana, a zatim do Suska i Unija, koji su veći otoci. Što se tiče opskrbe vodom, jezero Vrana, smješteno na otoku Cresu, glavni je izvor svježe vode koja se brodom prevozi do otoka Unija. U sklopu projekta Insulae na otoku je instaliran desalinizator nominalne snage 27,6 kW te mu je maksimalna proizvodnja pitke vode 80 m³ dnevno.

Glavni zadatak projekta je osigurati stabilnost mreže tijekom turističkih mjeseci kad je sustav preopterećen te će se to riješiti baterijskim sustavom za pohranu energije. Također, problem nedostatka pitke vode riješit će se desalinizacijskim postrojenjem i fotonaponskom elektranom na krovu desalinizatora. Unije su mali otok sa svim karakteristikama ostalih otoka u

Kvarnerskom zaljevu te će se rješenja dobivena na Unijama moći prenijeti i na ostale veće otoke zaljeva [26].

6. Modeliranje energetske tranzicije otoka Lastovo

Modeliranje energetske tranzicije biti će provedeno pomoću Investment Planning Tool (IPT). Alata koji je nastao u sklopu projekta Insulae i omogućuje stvaranje planova za otoke kako bi sami proizvodili održivu i jeftinu energiju [26]. IPT alat ima dva načina rada. Jedan od njih je prikaz trenutnog energetskeg sustava otoka. Drugi način rada je stvaranje scenarija za provođenje energetske tranzicije otoka.



Slika 19. Elektroenergetski sustav otoka Lastovo u IPT alatu

Za otok Lastovo napravljen je model trenutnog energetskeg sustava otoka. Na Slika 19. prikazan je model elektroenergetskog sustava otoka Lastovo u IPT alatu. Na modelu je prikazana veza pomoću visokonaponskih podmorskih kabela s otokom Korčulom te dalje s kopnom. Na otoku se nalazi jedan čvor na koji je povezana satna potrošnja električne energije

te buduća sunčeva elektrana sa satnim udjelom Sunčevog zračenja i budući baterijski spremnik električne energije.

Glavni cilj energetske tranzicije otoka Lastovo povećanje je energetske učinkovitosti i prijelaz na OIE te tvoriti neovisniji i sigurniji sustav opskrbe energijom sa smanjenim utjecajem na okoliš. Koristeći se dostupnim informacijama o trenutnom sustavu opskrbe energijom na otoku i očekivanim povećanjima energetske potrošnje zbog rastućeg turizma na otoku izraditi će se model energetske tranzicije prema Strategiji niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu.

U modelu su implementirane mjere koje je moguće provesti na otoku s obzirom na zakonska ograničenja:

- Uvođenje pametne i energetski efikasnije javne rasvjete
- Prijelaz na električna vozila i elektrifikacija cestovnog prometa
- Integracija proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava

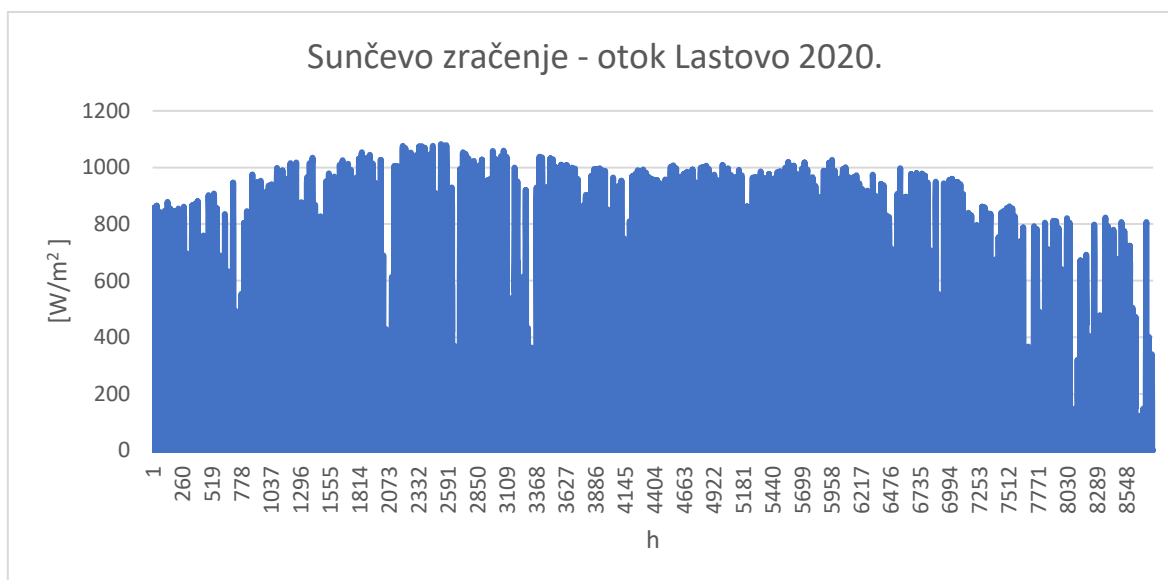
6.1. Potencijal za proizvodnju solarne energije

Trenutno na otoku osim pojedinih integriranih fotonaponskih sustava i solarnih kolektora za zagrijavanje potrošne vode, nema značajne proizvodnje energije iz OIE. Trenutno najveći potencijal OIE na otoku, kao i na većini jadranskih otoka ima Sunčeva energija. Na otoku je zabranjena gradnja vjetroelektrana jer je cijeli otok zaštićeno područje te će se cijela analiza bazirati na iskorištavanju Sunčeve energije. Sunčeva energija ima višestruku primjenu – od kolektora za pripremu potrošne tople vode i vode za grijanje, pa sve do proizvodnje električne energije preko fotonaponskih ćelija. Otok Lastovo ima veliki potencijal za iskorištavanje energije Sunca u solarnim toplinskim sustavima i solarnim fotonaponskim sustavima. Vrijednost srednje godišnje ozračenosti na ravnu horizontalnu plohu na cijelom otoku je između 1,55 i 1,60 MWh/m² i prikazana je na Slika 20. Vrijednost srednje godišnje ozračenosti na plohu pod optimalnim kutom, koji za otok Lastovo iznosi 35° je između 1,78 i 1,84 MWh/m² ovisno o kojoj se lokaciji na otoku radi i izvoru podataka koji se koristi [20].



Slika 20. Karta srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe na području Dubrovačko-neretvanske županije [20]

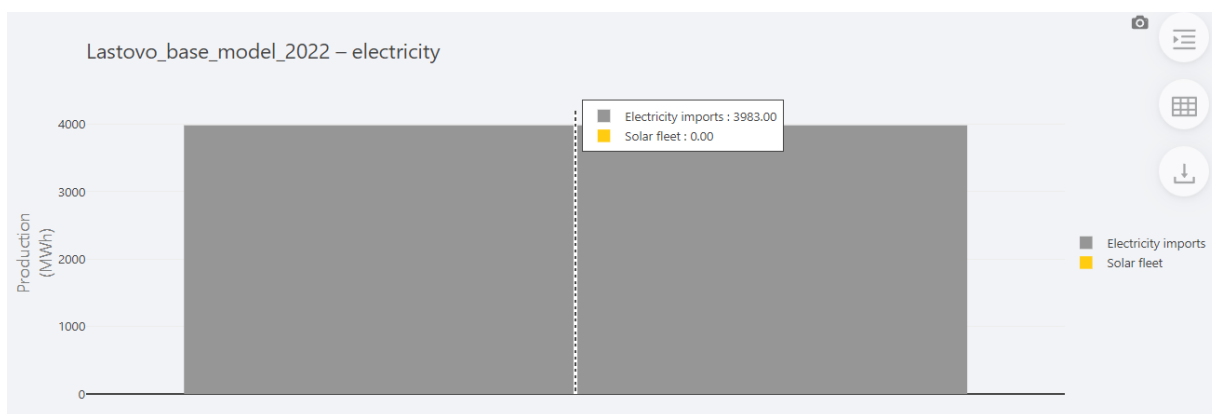
Za modeliranje energetskog sustava potrebno je imati satnu raspodjelu Sunčevog zračenja te je ona preuzeta iz PVGIS-a (eng. Photovoltaic Geographical Information System), alata Europske komisije koji korisnicima nudi raznovrsne podatke o Sunčevom zračenju te mogućnosti proizvodnje solarne energije i prikazana je na Slika 21. [27].



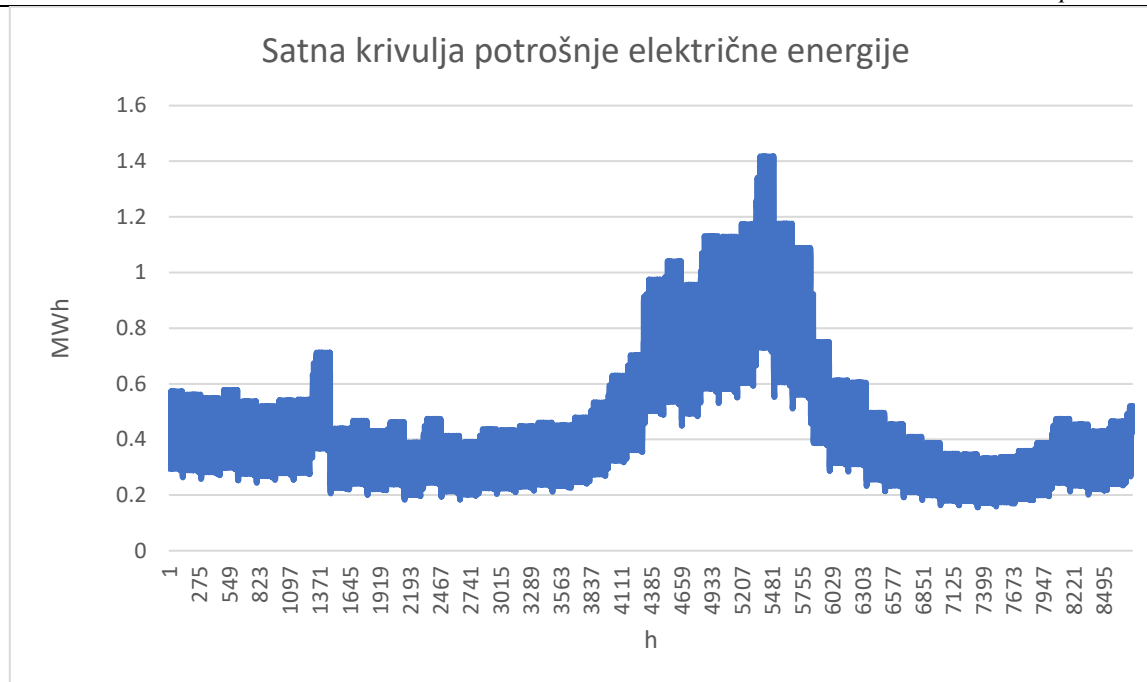
Slika 21. Sunčevo zračenje na otoku Lastovo 2020. godine

6.2. Referentna godina

Zbog nemogućnosti dobivanja novijih podataka o potrošnji energije na otoku analizirana je za 2012. godinu s iznimkom prometa gdje su dostupni podaci iz 2023. godine. IPT alat za modeliranje energetske potrošnje zahtijeva satnu krivulju potrošnje električne energije. Satnu potrošnju nije bilo moguće dobiti od HEP-a te je uzeta satna krivulja potrošnje za otok Vis koja je bila odstupna u trenutku pisanja rada. Otok Vis i Lastovo su sličnog geografskog položaja i aktivnosti te je očekivano da su krivulje potrošnje slične. Krivulja za Lastovo skalirana je prema omjeru broja stanovnika i prema omjeru noćenja turista u sezoni te je kao takva primijenjena u IPT alatu. Također, s obzirom da se broj stanovnika na otoku od popisa 2011. do popisa 2021. godine nije značajno promijenio povećanje potrošnje električne energije uzeto je samo u ljetnim mjesecima za vrijeme turističke sezone kako bi se simulirala krivulja za 2022 godinu. Uz navedene pretpostavke kao referentan godina potrošnje električne uzeta je 2022. godinu. Potrošnja energije 2022. godine prema modelu bila je 3983 MWh što je prikazano na Slika 22. S obzirom da nema proizvodnje električne energije na otoku sva potrebna energija uvezena je s kopna. Na Slika 23. prikazana je satna raspodjela potrošnje električne energije na otoku za referentnu godinu.



Slika 22. Potrošnja električne energije na otoku Lastovo za 2022. godinu.



Slika 23. Satna krivulja potrošnje električne energije

Ukupna potrošnja energije u sektoru prometa je 7178 MWh te u sektoru javne rasvjete 101 MWh što je također potrebno za model energetske tranzicije.

6.3. BAU (eng. Business As Usual) scenarij

BAU scenarij je scenarij u kojem će se modelirati energetska sustav otoka Lastova do 2030. i do 2050. godine ukoliko bi se on nastavio razvijati prema dosadašnjem modelu, bez implementacije ikakvih mjera. Prema dosadašnjoj analizi vidljivo je da potrošnja električne energije na otoku raste iz godine u godinu. Uz pretpostavku porasta potrošnje električne energije i povećanja energetske efikasnosti kroz godine pretpostavljeno je da će potrošnja električne energije porasti za 10% do 2030. godine te još dodatnih 15% do 2050. godine. Također pretpostavljeno je da će udio pojedinog sektora (javni i društveni) u ukupnoj potrošnji energije ostati nepromijenjen.

Prema dostupnim podacima na otoku je 2013. godine bilo registrirano 444 vozila dok je taj broj 2023. godine 596 vozila što je povećanje od 25,5% u 10 godina. Ako se nastavi taj trend porasta vozila 2030. godine na otoku je biti 702 vozila. Nije realno pretpostaviti da će taj porast biti isti i do 2050. godine jer je na otoku prisutan negativan trend rasta stanovništva. U skladu s tim pretpostavljeno je da će 2050. godine na otoku biti otprilike isti broj vozila kao i 2030. godine. Podaci o potrošnji energije prema ovom scenariju prikazani su u Tablica 4.

Tablica 4. Potrošnja energije prema BAU scenariju

Godina	Javna rasvjeta (MWh)	Vozila (MWh)	Električna energija (MWh)	Uvoz električne energije (%)	Udio OIE (%)
2022	101	7178	3983	100	0
2030	111	8459	4381	100	0
2050	128	8459	5038	100	0

6.4. Uvođenje pametne javne rasvjete

Prva mjera energetske tranzicije otoka uvođenje je pametne javne rasvjete. Prema BAU scenariju potrošnja energije javne rasvjete biti će 111 MWh 2030. godine. Ovdje se neće raditi analiza za 2050. godinu jer se pretpostavlja da će sva javna rasvjeta biti obnovljena do 2030. godine.

Proučavanjem različitih tipova javne rasvjete odlučeno je uvesti javnu rasvjetu s LED tehnologijom koja radi na principu prigušivanja (eng. dimming). Podaci o ovoj javnoj rasvijeti te njenim uštedama preuzeti su iz analize troškova i koristi na primjeru grada Luksemburga. Odabrana rasvjeta prigušuje svjetlo s obzirom na broj korisnika koju su u blizini. U slučaju da nitko nije u blizini rasvjeta radi na 60% svojeg standardnog osvjetljenja. Analiza uštede energije u odnosu na konvencionalna rasvjetna tijela provedena je na 537 rasvjetnih tijela postavljenih u gradu Luksemburgu. Utvrđeno je da je prosječna potrošnja standardnih rasvjetnih tijela 927,4 kWh po danu dok potrošnja pametne LED rasvjete s prigušenjem 298,5 kWh po danu [28]. Sukladno tome ovakav tip javne rasvjete smanjio je potrošnju električne energije za 310% te bi potrošnja javne rasvjete 2030. godine iznosila 35,8 MWh.

Sektor javne rasvjete ima mali udio u ukupnoj potrošnji električne energije te na prvi pogleda ovo izgleda kao neznatna ušteda, ali je odličan prvi korak prema daljnjoj energetskej tranziciji otoka.

6.5. Prijelaz na električna vozila i elektrifikacija cestovnog prometa

Prema Integriranom nacionalnom energetske i klimatskom planu za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. godine predviđeno je da udio obnovljivih izvora u prometu do 2030. godine bude 13.2% [11]. U ovom modelu pretpostavljeno je da će na otoku do 2030. godine 15% prometa biti elektrificirano te 50% do 2050. godine. U daljnjoj analizi uvesti će se proizvodnja energije iz OIE te će ovo povećanje potrošnje električne energije zbog elektrifikacije prometa biti namireno iz te proizvodnje. Ostatak prometa ostati će vozila koja koriste benzin i dizel kao i do sada.

Tablica 5. Efikasnost različitih tipova vozila [29]

Tip vozila	Efikasnost [km/kWh]
Dizel	1,58
Benzin	1,51
Električna vozila	6

Prema Tablica 5. vidljivo je da električna vozila troše oko 4 puta manje energije od tradicionalnih vozila pogonjenih dizelom i benzinom. Zamjenom 15% vozila na otoku do 2030. te 50% do 2050. godine električnim vozilima značajno će se smanjiti potrošnja energije u prometu u usporedbi s BAU scenarijem. Prema planu od 15% električnih vozila njihov broj na otoku bio bi 105 2030. godine te za scenarij 2050. godine broj električnih vozila bio bi 351. Povećanje broja električnih vozila znači i povećana potreba za električnom energijom na otoku što će biti pokriveno iz budućih sustava OIE.

Tablica 6. Potrošnja energije prema scenarijima povećanja udjela električnih vozila i uvođenja pametne javne rasvjete

Godina	Javna rasvjeta (MWh)	Tradicionalna vozila (MWh)	Električna energija (MWh)	Uvoz električne energije (%)	Udio OIE (%)
2022	101	7178	3983	100	0
2030	35,8	7190	4698	93,3	6,7
2050	35,8	4230	6096	82,6	17,4

U Tablica 6. prikazana je potrošnja energije s provedenim mjerama implementacije pametne javne rasvjete te elektrifikacije cestovnog prometa. Vidljivo je da 2050. godine raste potreba za električnom energijom do oko 1000 MWh, ali usporedno s time smanjuje se potrošnja energije koju troše tradicionalna vozila na dizel i benzin za 4200 MWh.

6.6. Integracija proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava

Analizom zakona i prostornog plana općine Lastovo utvrđeno je da je prijelaz na OIE iskorištavanje energije Sunčeva zračenja ključno za energetska tranziciju otoka. Na otoku je zabranjeno graditi vjetroelektrane te će model biti izrađen na integraciji fotonaponskih sustava u energetska sustav otoka. Također će biti uključeno skladištenje energije u baterijske sustave. Model će biti izrađen pomoću IPT alata. Također analizom Sunčevog zračenja ustanovljeno je da na otoku postoji veliki potencijal za iskorištavanje istog za proizvodnju električne energije. Prema Strategiji niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu cilj za udio OIE za 2030. godinu je 36,4% te između 53,2% i 65,5% za 2050. godinu te će te vrijednosti biti uzete kao referentne prilikom optimizacije sustava.

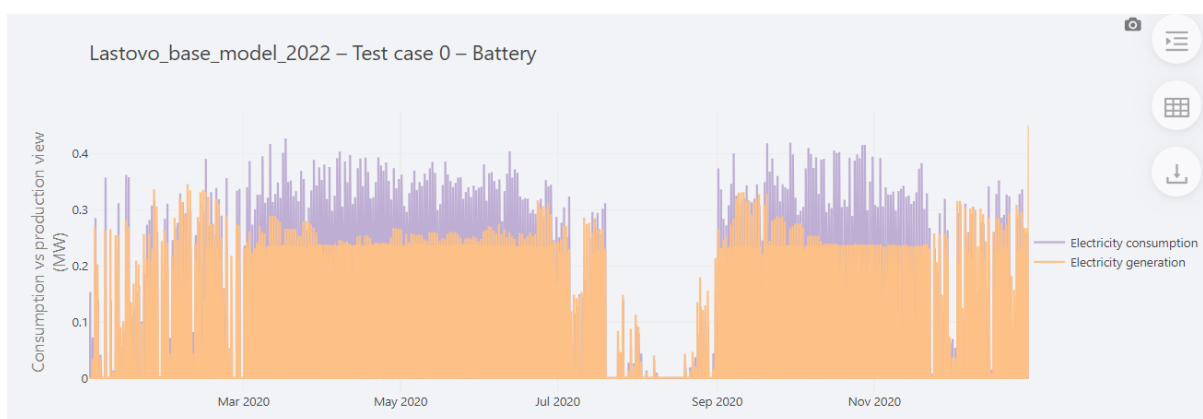
6.6.1. Scenarij za 2030. godinu

Optimizacijom pomoću IPT alata dobiveno je da je potrebno izgraditi neintegriranu sunčanu elektranu snage 1,5 MW te baterijski spremnik za pohranu električne energije snage 0,5 MW i kapaciteta 0,5 MWh kako bi zadovoljili udio energije iz OIE za 2030. godinu.



Slika 24. Energija proizvedena iz sunčane elektrane i uvoz energije za 2030. godinu

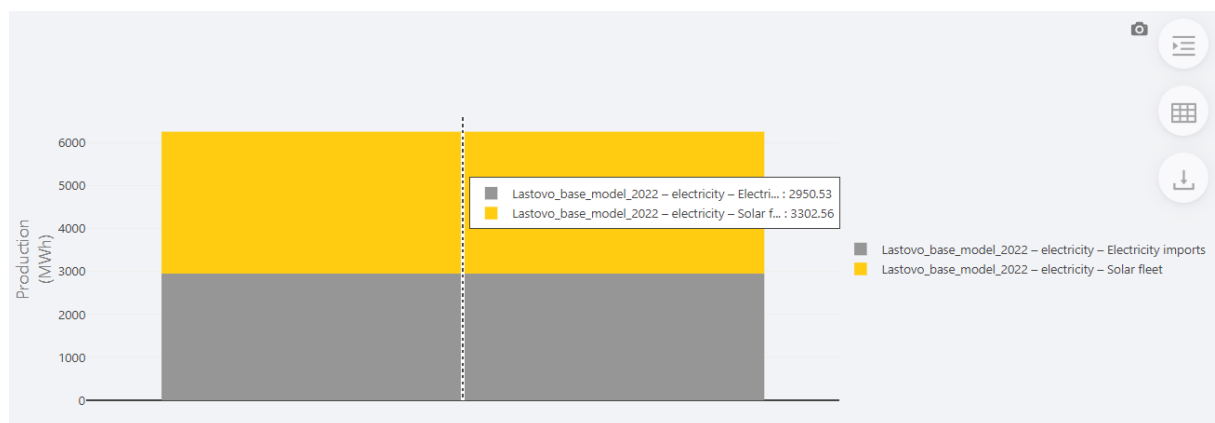
Iz Slika 24. vidljivo je da je ukupna proizvodnja energije iz sunčane elektrane prema modelu za 2030. godinu 1907.5 MWh te se ostatak potrebne energije dobiva iz uvoza s kopna. Na Slika 25. prikazana je satna krivulja punjenja i pražnjenja baterijskog sustava. Plava krivulja prikazuje punjenje baterije dok roza krivulja prikazuje pražnjenje baterijskog sustava. Na osi ordinati prikazana je prosječna snaga u MW za svaki sat što je ekvivalent energiji u MWh. Ovakav baterijski sustav dobar je za većinu godine osim za vrijeme turističke sezone kada se baterija ne stigne napuniti jer je tada najveća potreba za električnom energijom. Moguće je instalirati veće snage sunčane elektrane i veći kapacitet baterije da i u tome periodu dođe do pohrane energije, ali za ovaj scenarij nije potrebno jer je postignut odio OIE od 40,6% te je zadovoljen cilj za 2030. godinu.



Slika 25. Punjenje i pražnjenje baterijskog sustava

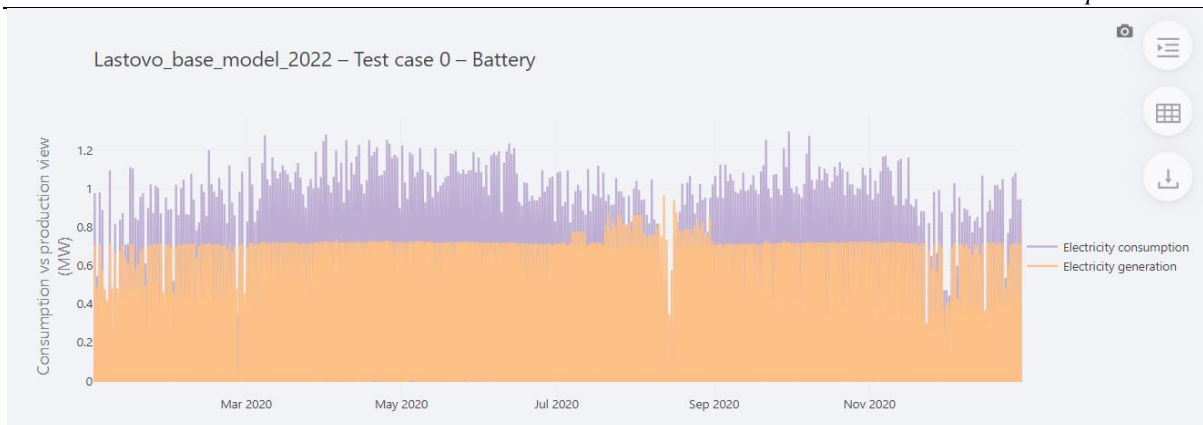
6.6.2. Scenarij za 2050. godinu

Optimizacijom pomoću IPT alata dobiveno je da je potrebno izgraditi sunčanu elektranu snage 3 MW te baterijski spremnik za pohranu električne energije snage 1,5 MW i kapaciteta 2 MWh kako bi zadovoljili udio energije iz OIE za 2050. godinu.



Slika 26. Energija proizvedena iz sunčane elektrane i uvoz energije za 2050. godinu

Iz Slika 26. vidljivo je da je ukupna proizvodnja energije iz sunčane elektrane prema modelu za 2050. godinu 3302,5 MWh te se ostatak potrebne energije dobiva iz uvoza s kopna. Na Slika 27. prikazana je satna krivulja punjenja i pražnjenja baterijskog sustava. Plava krivulja prikazuje punjenje baterije dok roza krivulja prikazuje pražnjenje baterijskog sustava. Na osi ordinati prikazana je prosječna snaga u MW za svaki sat što je ekvivalent energiji u MWh. Usporedi li se baterijski sustav za scenarij 2030. godine i scenarij 2050. godine vidljivo je da je jači sustav s većim kapacitetom bolje rješenje za otok jer se u podjednakoj mjeri puni i prazni kroz cijelu godinu. Iznimka su dani kada ima malo Sunčevog zračenja i kratki period ljeti na vrhuncu sezone. Također je bilo moguće predložiti rješenje s većim baterijskim sustavom i većom sunčevom elektranom. Optimizacijom je odlučeno da je ovaj sustav dovoljno dobar jer zadovoljava uvjet OIE za 2050. godinu i iznosi 54,2%.



Slika 27. Punjenje i pražnjenje baterijskog sustava

6.6.3. Lokacija sunčeve elektrane

Prema prostornom planu predviđene su dvije površine za izgradnju ukupne površine 40 000 m². Prema trenutno izgrađenim sunčanim elektranama u Hrvatskoj i podacima HEP-a na ovoj površini moguće je instalirati 2,2 MW snage te je ta površina dovoljna za provođenje scenarija do 2030. godine [30]. Za instalaciju elektrane od 3 MW koja je predviđena scenarijem za 2050. godinu potrebno je još 10 000 m². Ovu površinu moguće je ugraditi u novi prostorni plan općine jer na otoku postoje još mnoge lokacije pogodne za gradnju sunčanih elektrana. Ukoliko nije moguće promijeniti prostorni plan fotonaponske module moguće je postaviti na krovove javnih zgrada i zgrada u vlasništvu općine. Na Slika 7. prikazan je plan mjesta Lastovo. Crveno su označene javne zgrade i zgrade u vlasništvu općine te je te površine moguće iskoristiti za fotonaponske module.

6.7. Skupni scenarij

Skupni scenarij daje prikaz svih dosad navedenih mjera za energetska tranziciju otoka Lastovo: uvođenja pametne javne rasvjete, elektrifikacije cestovnog prometa te izgradnje sunčane elektrane sa baterijskim spremnicima električne energije. U Tablica 7. vidljivo je da se smanjuje potrošnja energije tradicionalnih vozila te samim time i emisije CO₂ na otoku. Povećava se potrošnja električne energije, ali to ne predstavlja problem jer se to povećanje pokriva iz OIE. Godine 2030. i 2050. uzete su kao referentne zbog Strategije niskougličnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu te je ove mjere moguće implementirati na otoku u puno kraćem vremenskom periodu. Mjera koju je najlakše provesti definitivno je uvođenje pametne javne rasvjete. Zatim se treba okrenuti izgradnji sunčeve elektrane s baterijskim

sustavom što u današnje vrijeme postaje sve lakše izvediv cilj. Prijelaz na električna vozila na otok je definitivno najteža zadaća te će tu biti potrebno uložiti najviše truda.

Tablica 7. Skupni scenarij

Godina	Javna rasvjeta (MWh)	Tradicionalna vozila (MWh)	Električna energija (MWh)	Uvoz električne energije (%)	Udio OIE (%)
2022	101	7178	3983	100	0
2030	35,8	7190	4698	59,4	40,6
2050	35,8	4230	6096	45,8	54,2

7. ZAKLJUČAK

Cilj Europske unije da Europa postane prvi klimatski neutralan kontinent do 2050. godine zahtjeva velike napore i ubrzan rad svih država članica na energetskej tranziciji. Donesene su mnoge strategije i zakoni kako provesti taj prijelaz. Hrvatska prati sve korake koji su propisani te usklađuje svoje strategije i zakone prema Europskim direktivama. Otoci su prepoznati kao najbolji poligon za testiranje i provođenje mjera za postizanje zadanih ciljeva zbog svoje izoliranosti od kopna te povoljne klime za iskorištavanje svih oblika OIE. Također se otoci bore s mnogim problemima vezanim u energetske sigurnost te je ovaj prijelaz odlično rješenje za te probleme.

U ovom radu analiziran je energetske sustav otoka Lastovo te su doneseni scenariji energetske tranzicije otoka. Scenariji su izrađeni pomoću IPT alata nastalog kao dio projekta Insulae. Na kraju pokazani su rezultati implementacije mjera energetske učinkovitosti te integracije proizvodnje energije iz obnovljivih izvora. Elektrifikacija cestovnog prometa i uvođenje proizvodnje električne energije iz sunčane elektrane s baterijskim spremnikom energije pokazali su se kao odlično rješenje za otok Lastovo.

Elektrifikacijom prometa značajno se smanjuju emisije ugljikovog dioksida te se smanjuje potrošnja energije u prometu zbog veće efikasnosti električnih vozila od tradicionalnih vozila koja koriste dizel i benzin. Dalje, proizvodnjom energije potrebne za pogon tih vozila iz OIE prema scenariju za 2050. godinu udio OIE iznosi 17,4% te se ta energija ne mora uvoziti s kopna.

Uvođenjem sunčane elektrane i baterijskog spremnika energije prema scenariju za 2030. godinu udio OIE u ukupnoj potrošnji sustava je 40,6% te prema scenariju za 2050. godinu 54,2%. Implementacijom ovih rješenja više od 50% električne energije koja se do sada uvozila s kopna biti će proizvedena na otoku.

Ovakav sustav elektroenergetske tranzicije otoka Lastova moguće je prenijeti i na druge hrvatske otoke zbog slične klime i izoliranog geografskog položaja koji jamči veliki potencijal energije iz OIE. Pametnim ulaganjima i iskorištavanjem potencijala OIE Hrvatska može ispuniti europske ciljeve i postati klimatski neutralna do 2050. godine.

LITERATURA

- [1] “STRUČNE PODLOGE ZA IZRADU STRATEGIJE NISKOUGLJIČNOG RAZVOJA REPUBLIKE HRVATSKE ZA RAZDOBLJE DO 2030 . S POGLEDOM NA 2050 . GODINU Zelena knjiga,” 2015.
- [2] “Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova Europske unije .” <https://razvoj.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-1939/otoci-i-priobalje/3834>, veljača, 2023.
- [3] “Uvodna prezentacija: Podloga za Radnu skupinu za izradu nacрта novog Zakona o otocima Izradilo: Ministarstvo regionalnoga razvoja i fondova Europske unije Uprava za regionalni razvoj Sektor za otoke.”
- [4] “Nacionalni plan razvoja otoka 2021.-2027. _28.12.2021.”.
- [5] “GUIDE FOR THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF RENEWABLE ENERGY PROJECTS IN CROATIA.”
- [6] “DIREKTIVA (EU) 2018/2001 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 11. prosinca 2018. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora”.
- [7] “Europski zeleni plan.” [Online]. Dostupno ovdje: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- [8] “EUROPSKOM GOSPODARSKOM I SOCIJALNOM ODBORU I ODBORU REGIJA Strategija EU-a za iskorištavanje potencijala energije iz obnovljivih izvora na moru za klimatski neutralnu budućnost {SWD(2020) 273 final}.” [Online]. Dostupno ovdje: https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/guidance_on_energy_transmission_infrastr
- [9] “Smart Islands Declaration to create smart, inclusive and thriving island societies for an innovative and sustainable Europe New pathways for European Islands.”
- [10] “Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu.”
- [11] “Integrirani nacionalni energetska i klimatski plan Republike Hrvatske _final”.
- [12] Hrvatski sabor, “Zakon o energiji.” <https://www.zakon.hr/z/368/Zakon-o-energiji>, lipanj, 2023.
- [13] Hrvatski sabor, “Zakon o tržištu električne energije.” https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2021_10_111_1940.html, lipanj, 2023.

- [14] Zakon.hr, “Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji.” <https://www.zakon.hr/z/827/Zakon-o-obnovljivim-izvorima-energije-i-visokou%C4%8Dinkovitoj-kogeneraciji>, lipanj, 2023.
- [15] “Narodne Novine, Zakon o otocima.” https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_12_116_2287.html, veljača, 2023.
- [16] M. Š. Domac, “PUBLISHER the Association of the Renewable Energy Sources of the Croatian Chamber of Commerce HEAD EDITOR POSITION PAPER: AMINISTRATIVE PROCEDURE OBSTACLES WHEN PREPARING AND DEVELOPING RENEWABLE ENERGY SOURCES PROJECTS IN THE REPUBLIC OF CROATIA Introduction,” 2023.
- [17] “Clean energy for EU islands Regulatory barriers in Croatia: findings and recommendations.”
- [18] “Google maps.” <https://www.google.com/maps/place/Lastovo/>, veljača, 2023.
- [19] “Lastovo.” <https://lastovo.hr/>, veljača, 2023.
- [20] D. / F. N. M. F. A. M. P. D. Z. Č. D. I. Č. O. L. Goran Krajačić, “Sustainable Energy Action Plan (SEAP) of the Municipality of Lastovo.” [Online]. Dostupno ovdje: www.meshartility.eu
- [21] “Državni zavod za statistiku.” <https://dzs.gov.hr/vijesti/objavljeni-konacni-rezultati-popisa-2021/1270>, siječanj, 2023.
- [22] Bruna Rizvanović, “ANALIZA TURISTIČKE SEZONE 2019. Turistička zajednica općine Lastovo.” [Online]. Dostupno ovdje: <https://www.htz.hr/hr-HR/informacije-o-trzistima/informacije->
- [23] “D u b r o v n i k , l i p a n j 2 0 2 0 . P R O S T O R N I P L A N U R E Đ E N J A O P Ć I N E L A S T O V O I Z V O R N I K p r o č i š ć e n i t e k s t .”
- [24] “MJESTO, VRSTA VOZILA, BROJ VOZILA, LASTOVO.”
- [25] G. Notton *et al.*, “Tilos, the first autonomous renewable green island in Mediterranean: A Horizon 2020 project.”
- [26] “Insulae.” <http://insulae-h2020.eu/>, lipanj, 2023.
- [27] “PVGIS.” https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/, lipanj, 2023.
- [28] G. Cacciatore, C. Fiandrino, D. Kliazovich, F. Granelli, and P. Bouvry, “Cost analysis of smart lighting solutions for smart cities,” in *IEEE International Conference on Communications*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jul. 2017. doi: 10.1109/ICC.2017.7996886.

-
- [29] Mislav Markoč, diplomski rad, Analiza i planiranje naprednog energetskeg sustava otoka Šolte, SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
- [30] “HEP.” <https://www.hep.hr/projekti/obnovljivi-izvori-energije/neintegrirane-suncane-elektreane/3422>, lipanj, 2023.